

Regione BASILICATA
Provincia di Matera
COMUNE di IRSINA



IMPIANTO EOLICO
"Sant'Eufemia"

PROGETTO DEFINITIVO

Cod. Prog : IRS 2

Cod. Elab.: A.9

SCALA =
DATA: Agosto 2023

Relazione tecnica impianto eolico

PROPONENTE

WINDERG

Winderg s.r.l.

via Trento, 64
20871 - Vimercate (MB)
P.IVA 04702520968


WINDERG s.r.l.
Presidente e Amministratore Delegato
Dott. Michele Giambelli

INCARICO



Via Enrico Fermi, 38
85021 Avigliano (PZ)
Tel. 0971.700637
mail: adr_srls@virgilio.it
A.U : Ing. Rocco Sileo


A.D.R. srls
Via Enrico Fermi, 38
85021 AVIGLIANO (PZ)
C.F. e P.IVA 02022800763

PROGETTISTA:

Dott. Ing. Rocco SILEO



Rev	Data	Descrizione	Elaborato	Controllato	Approvato
00	01/08/2023	I emissione	Romaniello	Sileo	Winderg S.r.l

Indice generale

A.9 Premessa	2
A.9.a Descrizione dei diversi elementi progettuali con relativa illustrazione anche sotto il profilo architettonico	2
A.9.b Dimensionamento dell'impianto	7
A.9.b.1 Sito di installazione.....	7
A.9.b.2 Potenza Totale	7
A.9.b.3 Regime di vento del sito.....	7
A.9.b.4 Disposizione ed orientamento degli aerogeneratori	8
A.9.b.5 Previsione di produzione energetica.....	9
A.9.c Criteri di scelta delle soluzioni impiantistiche di protezione contro i fulmini, con l'individuazione e la classificazione del volume da proteggere	10

Indice figure

Figura 1_Inquadramento area di intervento	3
Figura 2_Schema aerogeneratore	5
Figura 3- Scheda tecnica Aerogeneratore Modello Vestas V. 172.....	6
Figura 4_Rosa dei venti	8
Figura 5-Disposizione degli aerogeneratori- Stralcio elaborato A.16.a.5.....	8
Figura 6_Layout impianto- Stralcio elaborato A.16.b.1.....	9
Figura 7_Stima della producibilità.....	10

A.9 Premessa

Il progetto in esame, finalizzato alla produzione della cosiddetta energia elettrica "pulita", bene si inquadra nel disegno nazionale di incremento delle risorse energetiche utilizzando fonti alternative a quelle di sfruttamento dei combustibili fossili, ormai reputate spesso dannose per gli ecosistemi e per la salvaguardia ambientale. La crescente domanda di energia elettrica impone un incremento della produzione che non può non essere rivolta a tale forma alternativa di comprovata efficacia, stante le strutture già esistenti che ne confermano l'utilità.

L'area oggetto di indagine ricade in agro di Irsina alla località "Notargiacomo" nella Provincia di Matera e risulta interessare un'area dove i venti spirano con sufficiente costanza, ed è tale da assicurare all'impianto una accertata produttività nel tempo.

La crescente domanda di energia elettrica impone un incremento della produzione che non può non essere rivolta a tale forma alternativa di comprovata efficacia, stante le strutture già esistenti che ne confermano l'utilità, non solo in Italia, ma nel mondo intero.

Il sito scelto, in tale contesto, viene a ricadere in aree naturalmente predisposte a tale utilizzo.

L'area risulta essere idonea e soprattutto ancora non sfruttata in maniera significativa da questi tipi di intervento e quindi ottimale per un razionale sviluppo di parchi eolici.

La realizzazione di questi ultimi viene ritenuta una corretta strada per la produzione di fonti energetiche alternative principalmente in relazione ai suoi requisiti di rinnovabilità e inesauribilità, in assenza di emissioni inquinanti, legati al vantaggio di non necessitare di opere imponenti per gli impianti che, tra l'altro, possono essere rimossi, al termine della loro vita produttiva, senza avere apportato al sito variazioni significative del pregresso stato naturale.

Lo sviluppo di tali fonti di approvvigionamento energetico, quindi, oltre a contribuire all'aumento dello stesso approvvigionamento, favorisce l'occupazione e il coinvolgimento delle realtà locali riducendo l'impatto sull'ambiente legato al classico ciclo di produzione energetica.

A.9.a Descrizione dei diversi elementi progettuali con relativa illustrazione anche sotto il profilo architettonico

Il presente progetto è finalizzato alla costruzione di un impianto eolico per la produzione di energia elettrica da realizzarsi nel territorio del Comune di Irsina in Provincia di Matera.

Le centrali eoliche, alla luce del continuo sviluppo di nuove tecnologie per la produzione di energia da fonti rinnovabili, rappresentano oggi una realtà concreta in termini di disponibilità di energia elettrica in aree geografiche come quelle interessate dal presente progetto. Infatti, vista la particolare vocazione e predisposizione all'eolico dei siti individuati, questo tipo di installazioni possono garantire una sensibile diminuzione delle centrali termoelettriche funzionanti con combustibile di tipo tradizionale (gasolio o combustibili fossili) col duplice vantaggio di eliminare l'emissione di anidride carbonica nell'atmosfera e di un cospicuo risparmio energetico.

Pertanto, la possibilità di sfruttare l'energia ricavata dal vento è senza dubbio, per la comunità, un'occasione di sviluppo dal punto di vista dell'occupazione e della salvaguardia dell'ambiente, poiché trattasi di energia pulita.

Il presente progetto è relativo alla costruzione di un Impianto Eolico per la produzione di energia elettrica. Tale impianto denominato "Sant'Eufemia" sarà realizzato nel Comune di Irsina. Tale progetto prevede l'installazione di 7 aerogeneratori da 7,20 MW, che produrranno complessivamente una potenza pari a 50,40 MW.

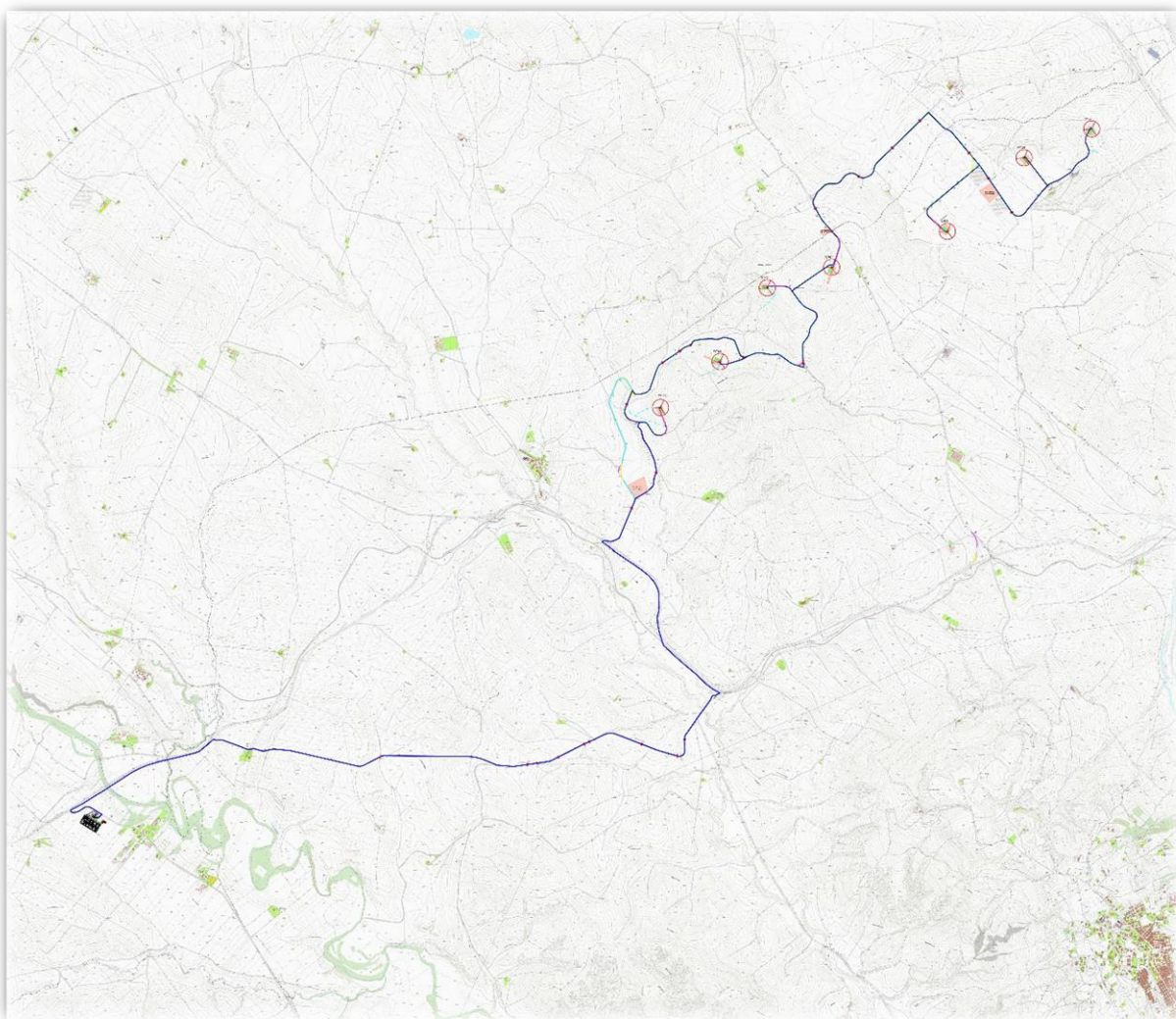


Figura 1_Inquadramento area di intervento

La località in cui saranno ubicati gli aerogeneratori è stata individuata in base ad un'indagine preliminare sulle caratteristiche anemometriche del sito. Come è desumibile dalle tavole di progetto le aree interessate dalla realizzazione del parco eolico risultano per lo più di proprietà privata.

L'area oggetto di intervento è ubicata nella zona a nord del territorio comunale di Irsina e dista, per l'aerogeneratore più prossimo, circa 7 Km dal centro abitato di Irsina. Il territorio interessato alla realizzazione dell'impianto è classificato come "Zona Agricola" secondo l'attuale strumentazione urbanistica. Le opere civili da realizzare risultano essere compatibili con l'inquadramento urbanistico del territorio; esse, infatti, non comportano una variazione della "destinazione d'uso del territorio" e non necessitano di alcuna "variante allo strumento urbanistico", come da giurisprudenza consolidata.

Tali aerogeneratori, convoglieranno l'energia elettrica prodotta al punto di consegna previsto presso la Sottostazione Elettrica in agro di Oppido Lucano (PZ).

È opportuno precisare che i cavidotti interrati, evidenziati nelle tavole di progetto, percorrono lo stesso tracciato delle piste di servizio previste e delle strade pubbliche di accesso all'area parco; la dove i cavidotti non percorrono la viabilità esistente e/o di progetto, sono stati ubicati ai margini delle proprietà private

AEROGENERATORE

L'aerogeneratore è una macchina rotante che trasforma l'energia cinetica del vento in energia elettrica ed è essenzialmente costituito da una torre, dalla navicella e dal rotore.

Nel dettaglio, le pale sono fissate su un mozzo, e nell'insieme costituiscono il rotore; il mozzo, a sua volta, è collegato alla trasmissione attraverso un supporto in acciaio con cuscinetti a rulli a lubrificazione continua. La trasmissione è collegata al generatore elettrico con l'interposizione di un freno di arresto. Tutti i componenti sopra menzionati, ad eccezione, del rotore e del mozzo, sono ubicati entro una cabina, detta navicella, in carpenteria metallica di ghisa-acciaio ricoperta in vetroresina la quale, a sua volta, è sistemata su un supporto-cuscinetto, in maniera da essere facilmente orientata secondo la direzione del vento.

Oltre ai componenti su elencati, vi è un sistema di controllo che esegue, il controllo della potenza ruotando le pale intorno al loro asse principale, ed il controllo dell'orientamento della navicella, detto controllo dell'imbardata, che permette l'allineamento della macchina rispetto alla direzione del vento.

Il rotore è tripala a passo variabile in resina epossidica rinforzata con fibra di vetro di diametro pari a 172 metri, posto sopravvento al sostegno, con mozzo rigido in acciaio. La torre è di forma tubolare tronco conico in acciaio. L'altezza al mozzo è pari a 125 metri. La struttura internamente è rivestita in materiale plastico ed è provvista di scala a pioli in alluminio per la salita.

Altre caratteristiche salienti sono riassunte nelle immagini seguenti

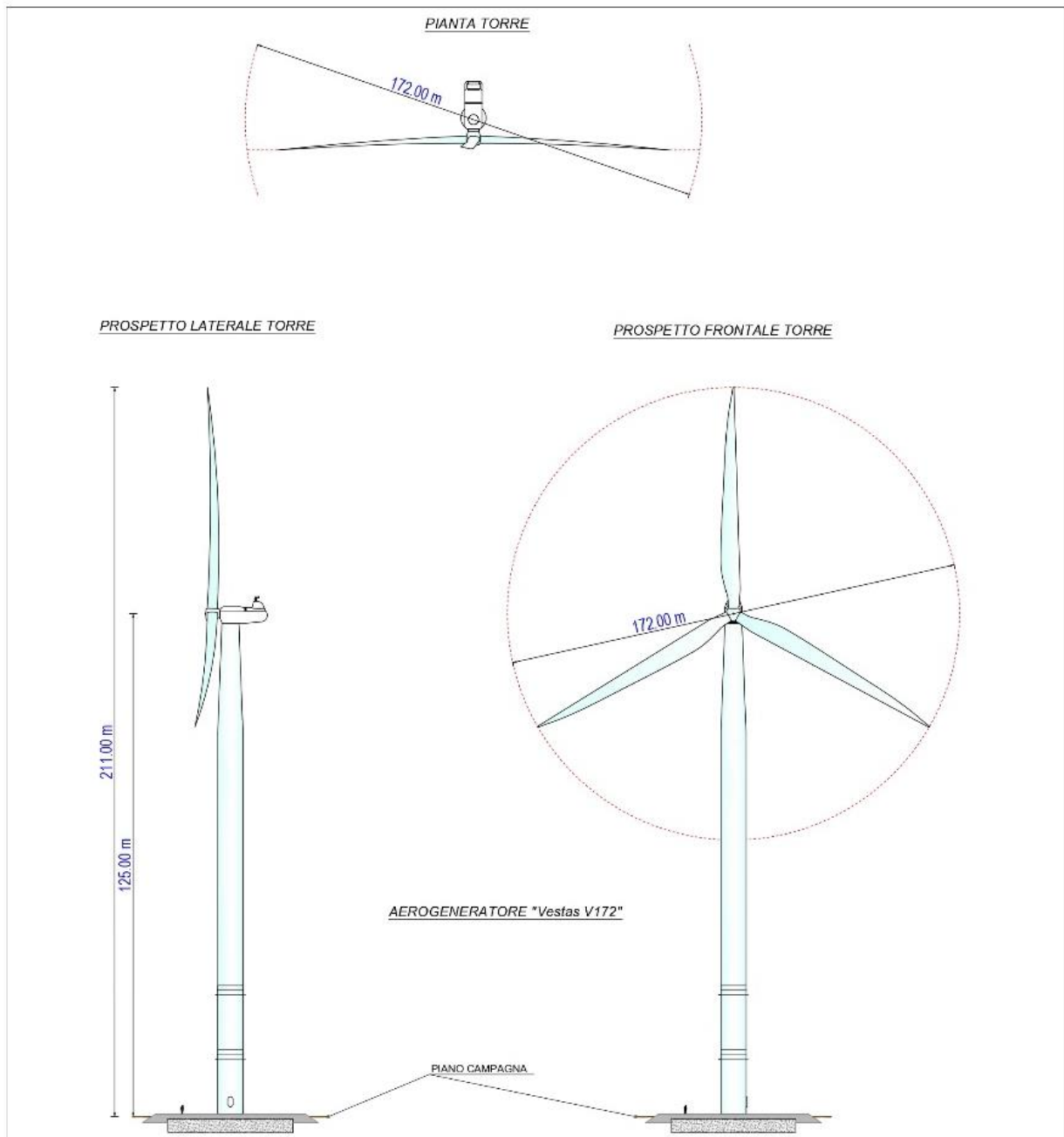


Figura 2_Schema aerogeneratore

Facts & figures

V172-7.2 MWTM IEC S

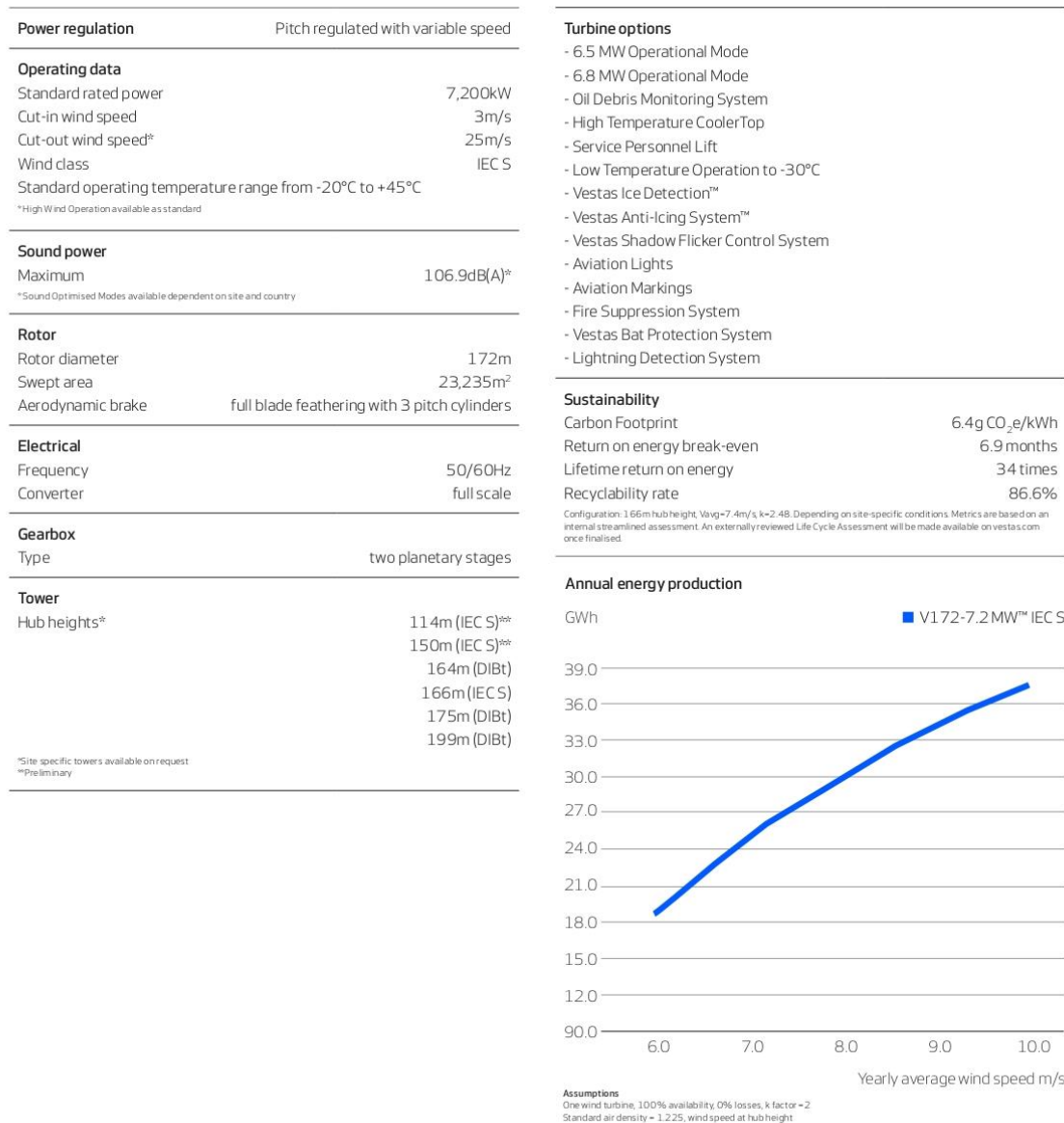


Figura 3- Scheda tecnica Aerogeneratore Modello Vestas V. 172

A.9.b Dimensionamento dell'impianto

A.9.b.1 Sito di installazione

La conoscenza delle caratteristiche orografiche, anemologiche, meteorologiche e di accessibilità ha consentito di individuare il sito proposto, utilizzando la tecnologia che più sembra soddisfare l'obiettivo di raggiungere la massima efficienza dell'impianto in termini globali di rendimento energetico, durabilità e costi di esercizio.

Sono stati provati diversi modelli di aerogeneratori, diverse potenze e diverse dimensioni, fino a concentrarsi su quelli con potenza pari a 7,20 MW, diametro del rotore di 172 m e altezza da terra pari a 125 m. Considerate le caratteristiche anemologiche dell'area, l'aerogeneratore prescelto è il VESTAS V172, da 7,20 MW di potenza nominale; questo ha dimostrato infatti essere il modello che maggiormente si adatta alle condizioni di vento medio riscontrate.

Tale scelta, oltre ad ottimizzare la produzione di energia, al contempo permette di minimizzare l'impatto ambientale ed interferire in modo compatibile con il contesto paesaggistico e naturalistico.

A.9.b.2 Potenza Totale

L'impianto di produzione sarà costituito da n. 7 aerogeneratori, ognuno della potenza di 7,20 MW per una potenza complessiva di 50,40 MW.

A.9.b.3 Regime di vento del sito

Il sito considerato è ubicato nella zona a nord-ovest del centro abitato di Irsina, caratterizzata da altipiani e zone collinari con rilievi non pronunciati, notoriamente interessata da buona ventosità. Dalla relazione anemologica (Elaborato _A.5) si evince che:

- la velocità medio annua è di 4,46 m/s a 25 mt dal suolo; 5,83 m/s velocità media storicizzata ad altezza mozzo;
- la distribuzione di frequenza delle direzioni prevalenti del vento (rosa dei venti) è riportata nella figura sottostante.

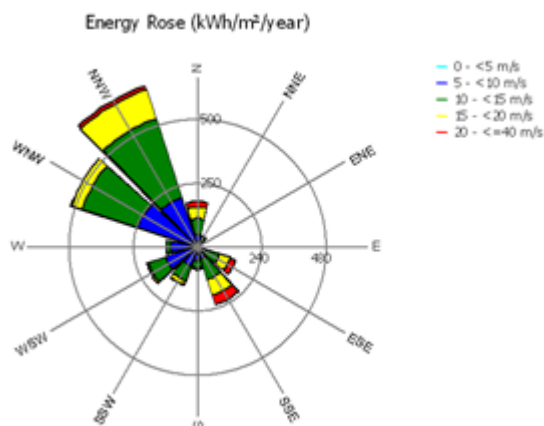


Figura 4_Rosa dei venti

Dall'osservazione della rosa dei venti, è possibile dedurre che le frequenze e le direzioni prevalenti sono quelle dei venti che spirano da Nord-Nord Ovest.

A.9.b.4 Disposizione ed orientamento degli aerogeneratori

Gli aerogeneratori verranno installati secondo un *layout* che è il risultato dell'analisi anemologica del sito (individuazione delle direzioni prevalenti del vento) e del rilievo piano altimetrico. Si sottolinea come tale disposizione deve soddisfare ad una pluralità di requisiti talvolta tra loro contrastanti.



Figura 5-Disposizione degli aerogeneratori- Stralcio elaborato A.16.a.5

Anzitutto vi è la necessità di rispettare le distanze "tecniche" tra le macchine. È ben noto che, per ridurre gli effetti di scia tra un aerogeneratore e i circostanti, si deve interporre una distanza che normalmente, nelle direzioni prevalenti, deve essere possibilmente non inferiore a 6 volte la lunghezza del diametro delle pale, mentre nelle direzioni non prevalenti ci si può ridurre a 3 volte il diametro. Ciò si riflette in un maggior dispendio di spazio, oppure in un aumento, fino ai limiti di accettabilità, delle perdite per scia.

Esistono poi delle limitazioni che traggono origine dalla disponibilità dei terreni. La collocazione troppo prossima ad un confine di proprietà di una macchina crea quasi sempre un contenzioso con il proprietario del terreno vicino e quindi il *layout* deve tenere conto anche di un'adeguata fascia di rispetto dal confine suddetto.

Nel caso in esame, gli aerogeneratori sono disposti in linea e distano tra di loro, con la distanza misurata dalla massima proiezione a terra di ciascun aerogeneratore, oltre 3 volte il diametro del rotore.

Come risulta evidente negli elaborati A.16.b.1 gli aerogeneratori risultano posizionati in modo tale da non avere interferenze.



Figura 6_Layout impianto- Stralcio elaborato A.16.b.1

A.9.b.5 Previsione di produzione energetica

Con rimando all'elaborato A.5 per maggiori chiarimenti, di seguito riporta la tabella riassuntiva della produzione di ciascun aerogeneratore

WTG	Loc. Est [m]	Loc. Nord [m]	Turbina	Potenza [KW]	Altitudine s.l.m. [m]	Altezza mozzo s.l.t. [m]	Net AEP [GWh]	Perdite scia [%]	Net AEP - 6% [GWh]	Vel. media [m/s]	Ore equivalenti [MWh/MW]
1	599361	4517664	VESTAS V172	7200	323,9	125,0	18,206	0,36	17,113	6,14	2377
2	599992	4518151	VESTAS V172	7200	352,9	125,0	17,433	4,33	16,387	6,13	2276
3	600494	4518934	VESTAS V172	7200	431,2	125,0	21,787	1,85	20,480	6,86	2844
4	601176	4519152	VESTAS V172	7200	364,4	125,0	18,124	4,64	17,037	6,27	2366
5	602405	4519533	VESTAS V172	7200	402,9	125,0	20,052	2,99	18,849	6,58	2618
6	603218	4520314	VESTAS V172	7200	371,9	125,0	19,320	2,75	18,160	6,43	2522
7	603936	4520620	VESTAS V172	7200	320,0	125,0	18,350	3,86	17,249	6,27	2396
Valori medi								2,97	17,896	6,38	2486
Totale							133,271		125,275		

Figura 7_Stima della producibilità

Dall'esame della tabella si evince una produzione netta annua di circa 125,275 GWh, al netto delle perdite per effetti di scia.

A.9.c Criteri di scelta delle soluzioni impiantistiche di protezione contro i fulmini, con l'individuazione e la classificazione del volume da proteggere

Per una attenta progettazione ed un adeguato dimensionamento della rete di protezione contro le scariche atmosferiche delle torri, si procederà qui di seguito ad una valutazione delle aree di raccolta A_d e A_m della struttura in analisi (nel nostro caso la torre eolica).

Schematizzando quindi la torre ad un parallelepipedo avente altezza pari all'altezza massima della torre eolica di progetto, l'area di raccolta A_d della struttura è definita come la misura della superficie al terreno che ha la stessa frequenza annuale di fulminazioni dirette della struttura.

L'area di raccolta A_d di una struttura isolata è l'area racchiusa tra la linea ottenuta dall'intersezione con la superficie del terreno, considerato pianeggiante, con una retta di pendenza 1:3 che tocca le parti superiori della struttura e ruota attorno ad essa.

L'area di raccolta A_d di una struttura isolata parallelepipeda si valuta con la formula:

$$A = L W + 6 H(L + W) + 9 \pi H^2 \quad [m^2]$$

essendo L, W, H rispettivamente la lunghezza L (m), la larghezza W (m) e l'altezza H (m) della struttura, arrotondate all'intero più vicino.

Si definisce invece l'area di raccolta A_m l'area che circonda la struttura dove la caduta di un fulmine a terra causa un campo magnetico che può influenzare gli impianti interni alla struttura.

Essa si estende fino alla linea posta a distanza di 500 m dal bordo della struttura e si calcola come la differenza tra l'area racchiusa da questa linea e l'area di raccolta A_d della struttura.

Dai calcoli effettuati quindi e dalle simulazioni fatte attraverso software dedicati, si sono ottenuti i seguenti risultati:

$$A_d = 744.512,00 \text{ m}^2$$

$$A_m = 333.752,00 \text{ m}^2$$

Rete di terra.

La rete di terra è richiesta per equipotenzializzare tutte le parti elettriche dell'installazione ed è una componente importante del sistema di protezione da scariche atmosferiche. La rete di terra deve essere realizzata in accordo con il progetto delle fondazioni e con i disegni delle fondazioni. Un nastro di acciaio galvanizzato, delle dimensioni minime di 3.5 mm x 30 mm, deve essere utilizzato per i connettori di terra.

Per stabilire la connessione a terra della torre e dei quadri di macchina, devono essere posizionati, vicino alla base della torre, quattro connettori, in accordo con i disegni delle fondazioni, i quali devono essere connessi agli anelli di messa a terra delle fondazioni.

Per la messa a terra dei rinforzi ferri di fondazione, i connettori devono essere collegati alle sbarre di rinforzo attraverso opportuni morsetti.

Gli elettrodi dell'anello di terra sono interrati attorno alla base e al di sopra delle fondazioni della turbina eolica. Gli anelli devono essere come minimo tre. Da notare che questi anelli non devono essere annegati nelle fondazioni, ma devono essere interrati nel suolo attorno alle fondazioni.

Un anello di terra deve essere posizionato attorno alle fondazioni della cabina di trasformazione. Il trasformatore deve opportunamente essere connesso a terra mediante la rete di terra attorno alla cabina. Le reti di terra del trasformatore e della turbina eolica devono essere connesse tra loro. Per questa operazione deve essere utilizzato lo stesso nastro d'acciaio utilizzato per le fondazioni.

Tutti i connettori di terra devono essere posizionati ad una profondità idonea per prevenire danni provocati da eventuali lavori successivi di scavo. La seguente figura mostra un esempio di sistema di messa a terra per una fondazione tipo, prodotto dal fornitore.

La resistenza di terra non deve superare i 10 Ω . Questa deve essere misurata e certificata da un tecnico abilitato. Il sistema di terra include la turbina eolica e la struttura della cabina di trasformazione. Il rapporto di misura della resistenza di terra è richiesto dalla utility prima della connessione della turbina alla rete nazionale.

Il sistema di terra di una turbina eolica è richiesto per equipotenzializzare tutti i componenti elettrici della turbina eolica ed è una parte fondamentale del sistema di protezione da scariche atmosferiche.

Per assicurare un funzionamento adeguato della rete di terra, l'impianto di terra delle fondazioni e gli anelli realizzati intorno ad esse devono essere elettricamente collegati tra loro e deve essere realizzata una connessione supplementare alla cabina di trasformazione e alla cabina di controllo.

Sistema di terra delle fondazioni.

Deve essere usato un nastro di acciaio galvanizzato delle dimensioni minime di 3.5 mm x 30 mm. La terra delle fondazioni deve essere realizzata, sulla base dei disegni forniti da Vestas, in anello

chiuso. Il rinforzo del sistema di terra deve essere realizzato mediante la connessione in diversi punti tra il nastro di acciaio e le barre in acciaio.

Anello di messa a terra attorno alle fondazioni.

Deve essere un nastro di acciaio delle dimensioni minime di 3.5mm x 30 mm. Gli anelli di terra devono essere interrati sopra la base delle fondazioni e attorno al perimetro delle fondazioni stesse. Questi anelli riducono il pericolo di fulminazione in caso di corto circuito o in caso di fenomeni atmosferici. Devono essere interrati tre anelli attorno al perimetro delle fondazioni. Tali anelli devono essere interconnessi tra loro e connessi a loro volta alle barre delle fondazioni. Per proteggere le sezioni sporgenti dal cemento dalle corrosioni, il nastro d'acciaio deve essere protetto attraverso una speciale copertura. I cavi di connessione devono essere coperti da piccoli spessori di nastro in acciaio inossidabile per prevenire la corrosione di questa parte vitale dell'impianto di terra.

Deve inoltre essere realizzato un cavo di connessione che colleghi il sistema di terra della turbina al sistema di terra della cabina di trasformazione.

Anello di terra attorno alle fondazioni della cabina di trasformazione.

Deve essere usato un nastro di acciaio galvanizzato delle dimensioni minime di 3.5mm x 30 mm. Un anello di terra deve essere posizionato attorno alle fondazioni della cabina di trasformazione, il quale deve essere connesso al picchetto della maglia di terra e al sistema di terra della turbina.

Linea di interconnessione.

Deve essere usato un nastro di acciaio galvanizzato delle dimensioni minime di 3.5 mm x 30 mm. Il sistema di terra delle fondazioni, l'anello di terra attorno alle fondazioni e il sistema di terra della cabina di trasformazione devono essere connessi tra loro attraverso una linea di interconnessione. La linea di interconnessione può essere posta nello scavo entro cui viene posto il cavo di potenza. Tutti i materiali di connessione del nastro di acciaio devono essere opportunamente dimensionati contro i fenomeni di scarica atmosferica.

Barre di connessione.

All'interno delle fondazioni, devono essere portate 4 barre di connessione, accessibili ogni 90°, per permettere la connessione elettrica tra la torre eolica e la cabina di controllo. Per prevenire la corrosione, tutti i punti sporgenti devono essere protetti attraverso una speciale copertura. Il materiale dei cavi di connessione non deve essere in acciaio inossidabile in quanto il collegamento con la torre è realizzato mediante saldatura.

Accettazione del sistema di terra.

Il sistema di terra deve essere esaminato da tecnici qualificati e deve essere misurata la resistenza di terra (limite massimo $\leq 2 \Omega$). Deve quindi essere compilato un rapporto di misura e consegnato a Vestas. Particolare attenzione deve essere posta alla resistenza di terra dell'anello attorno alla cabina di trasformazione (limite massimo $\leq 2 \Omega$). La resistenza deve essere misurata e riportata nel rapporto di misura. Questo documento è estremamente importante per la procedura di start-up della turbina. Il gestore locale richiede il rapporto compilato prima di connettere l'impianto alla rete nazionale. Tutti gli anelli di terra, le linee di interconnessione e il

sistema di terra della cabina di trasformazione devono essere interrati ad una profondità sufficiente per prevenire eventuali danneggiamenti delle parti.

Il Tecnico

Dott. Ing. Rocco Sileo

