

Regione PUGLIA
Provincia di FOGGIA
COMUNE di ASCOLI SATRIANO



IMPIANTO EOLICO
"San Potito"

(AUTORIZZAZIONE UNICA ai sensi del D.L. 29 dicembre 2003, n. 387)

PROGETTO DEFINITIVO

Cod. Elaborato	RELAZIONE TECNICA IMPIANTO EOLICO
A.10	
SCALA = DATA: Ottobre 2018	

COMMITTENTE: **Winderg s.r.l.**
via Trento, 64
20871 - Vimercate (MB)
P.IVA 04702520968

WINDERG

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

PROGETTISTI:

Dott. Ing. Rocco SILEO

Dott. Ing. Salvatore MELILLO



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



Rev	Data	Descrizione	Elaborato	Controllato	Approvato
00	16/10/2018	I emissione	Salvatore M.	Rocco S.	Winderg S.r.l

Indice generale

A.10 Premessa	2
A.10.a Descrizione dei diversi elementi progettuali con relativa illustrazione anche sotto il profilo architettonico	2
A.10.b Dimensionamento dell'impianto	4
A.10.b.1 Sito di installazione	4
A.10.b.2 Potenza Totale	4
A.10.b.3 Regime di vento del sito	4
A.10.b.4 Disposizione ed orientamento degli aerogeneratori.....	5
A.10.b.5 Previsione di produzione energetica	6
A.10.c Criteri di scelta delle soluzioni impiantistiche di protezione contro i fulmini, con l'individuazione e la classificazione del volume da proteggere	7
A.10.c.1 Valutazione del volume da proteggere.....	7

Indice figure

Figura 1: Rosa dei venti	5
Figura 2_ Stima producibilità	6

A.10 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, non solo in L'area oggetto di indagine ricade nella Provincia di Foggia e risulta interessante un'area dove i venti spirano con sufficiente costanza, ed è tale da assicurare all'impianto una accertata produttività nel tempo.

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, 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.10.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 Ascoli Satriano in Provincia di Foggia. 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 "San Potito" sarà realizzato nel Comune di Ascoli Satriano. Tale progetto prevede l'installazione di 10 aerogeneratori da 3.45 MW, che produrranno complessivamente una potenza pari a 34.50 MW.

La località in cui saranno ubicati gli aerogeneratori è stata individuata in base ad un'indagine preliminare sulle caratteristiche anemometriche del sito .

L'area complessiva entro la quale ricadono le torri eoliche dell'impianto eolico "San Potito" è di circa 2 Km². Tali aree, inoltre, non saranno totalmente occupate dall'impianto ma al loro interno verranno posizionate, a debita distanza tra loro, 10 torri eoliche con i relativi cavidotti e viabilità di servizio unitamente ad una cabina di raccolta. Come è desumibile dalle tavole di progetto le aree interessate dalla realizzazione del parco eolico risultano per lo più di proprietà privata. I terreni interessati dall'intervento sono privi di alberature e ricadono nella zona denominata "Torretta". Tale area è ubicata nella zona a nord-ovest del territorio comunale e dista, per l'aerogeneratore più prossimo, circa 4,0 Km dal centro abitato di Ascoli Satriano.

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, suddivisi in gruppi, convoglieranno l'energia elettrica prodotta a una cabina di smistamento (cabina di raccolta) utilizzando cavidotti in linea interrata.

Un altro cavidotto interrato sarà utilizzato per il collegamento dalla cabina di smistamento al punto di consegna (cabina di consegna) previsto presso la Sottostazione Elettrica esistente in agro di Deliceto (FG).

È opportuno precisare che i cavidotti interrati, indispensabili per il trasporto dell'energia elettrica da ciascun aerogeneratore alle cabine di smistamento previste in progetto e da cabina di smistamento alla sottostazione AT/MT per l'immissione in rete, sono stati evidenziati nelle tavole di progetto e percorrono lo stesso tracciato delle piste di servizio previste e delle strade pubbliche tranne un breve tratto che dalla cabina di consegna porta alla S.P 120.

Gli interventi per l'installazione dei singoli aerogeneratori sono analoghi e quindi ripetibili per ciascuna turbina, pertanto, di seguito saranno descritte le tipologie standard previste in progetto.

A.10.b Dimensionamento dell'impianto

A.10.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 3.45 MW, diametro del rotore di 136 m e altezza da terra pari a 112 m. Considerate le caratteristiche anemologiche dell'area, l'aerogeneratore prescelto è il VESTAS v136, da 3.45 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; infatti, si sono preferiti questi aerogeneratori anche ad aerogeneratori di taglia di potenza e dimensioni maggiori che, rispetto ad una maggiore producibilità energetica complessiva, hanno un peggiore rendimento energetico unitario.

A.10.b.2 Potenza Totale

L'impianto di produzione sarà costituito da 10 aerogeneratori, ognuno della potenza di 3.45 MW per una potenza complessiva di 34,50 MW.

A.10.b.3 Regime di vento del sito

Il sito considerato è ubicato nella zona Nord-ovest del centro abitato di Ascoli Satriano, caratterizzata da altipiani e zone collinari con rilievi non pronunciati, notoriamente interessata da buona ventosità.

I valori di velocità del vento nell'area di interesse sono stati rilevati tramite una stazione anemologica installata nel comune di Deliceto (FG).

Dalla relazione anemologica (Elaborato A.5) si evince che:

- la velocità medio annua è di 6,6 m/s;

- la distribuzione di frequenza delle direzioni prevalenti del vento (rosa dei venti) è riportata nella figura sottostante.

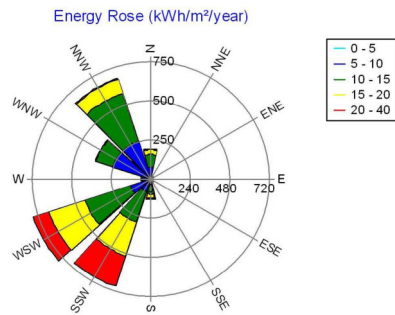


Figura 1: Rosa dei venti

Dall'osservazione della rosa dei venti, ricostruita a partire dai dati misurati presso la stazione anemometrica, è possibile dedurre che le frequenze e le direzioni prevalenti sono quelle dei venti che spirano da Sud-Ovest, seguite da quelle dei venti provenienti da Nord.

A.10.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.

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 5 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 su due file quasi parallele e per accertare il rispetto delle distanze minime è stato costruito un ellisse, con centro in ognuno degli aerogeneratori e diametro massimo parallelo alla direzione del vento prevalente, aventi i seguenti raggi:

- Raggio maggiore = 5 volte il diametro del rotore = 680 mt;

- raggio minore = 3 volte il diametro del rotore = 408 mt.

Come risulta evidente nell'elaborato A.16.b.1, gli aerogeneratori risultano posizionati in modo tale da non avere interferenze.

A.10.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 a mozzo s.l.t. [m]	Net AEP [GWh]	Perdite scia [%]	Net AEP - 8% [GWh]	Vel. media [m/s]	Ore equivalenti [MWh/MW]
1	540910	4565679	VESTAS V136	3450	229,3	112,0	10,828	3,67	9,962	6,38	2887
2	542098	4565573	VESTAS V136	3450	270,0	112,0	12,099	5,79	11,131	6,99	3226
3	542626	4565573	VESTAS V136	3450	260,0	112,0	11,522	8,91	10,600	6,93	3072
4	543186	4565542	VESTAS V136	3450	251,5	112,0	11,275	10,19	10,373	6,90	3007
5	543730	4565362	VESTAS V136	3450	240,0	112,0	11,083	10,58	10,196	6,84	2955
6	540573	4566615	VESTAS V136	3450	213,9	112,0	11,341	0,64	10,434	6,42	3024
7	541154	4566379	VESTAS V136	3450	200,2	112,0	10,251	7,08	9,431	6,31	2734
8	541995	4566305	VESTAS V136	3450	200,0	112,0	10,506	4,90	9,665	6,33	2801
9	542596	4566304	VESTAS V136	3450	202,9	112,0	10,766	5,97	9,905	6,45	2871
10	543149	4566280	VESTAS V136	3450	194,7	112,0	10,581	7,14	9,735	6,42	2822
Valori medi								6,49	10,143	6,6	2940
Totale				34500			110,253		101,432		

Figura 2_ Stima producibilità

Dall'esame della tabella si evince una produzione netta annua di circa 101 GWh, al netto delle perdite per effetti di scia.

A.10.c Criteri di scelta delle soluzioni impiantistiche di protezione contro i fulmini, con l'individuazione e la classificazione del volume da proteggere

A.10.c.1 Valutazione 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 500m 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:

$$A_d = 1281384 \text{ m}^2$$

$$A_m = 11267 \text{ m}^2$$

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 10Ω. 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.

I Tecnici

Dott. Ing. Rocco Sileo



Dott. Ing. Salvatore Melillo

