

PROPONENTE
EOLO 3W SICILIA S.R.L.

VIALE LIEGI, 7 – 00198 ROMA



Impianto di produzione di energia elettrica da fonte eolica costituito da n. 6
aereogeneratori per una potenza complessiva di 33,6 MW, denominato

“PARCO EOLICO DI TROIA – LOCALITÀ CANCARRO”



Regione Puglia



Comune di Troia (FG)

Nome Elaborato **STUDIO DELLA GITTATA MASSIMA DEGLI ELEMENTI ROTANTI**

Autori **Ing. Michele R.G. Curtotti, Ing. Fabio Coccia**

Riferimenti documento: **Ottobre 2019/ Rev. n° 00/ Cod. Elaborato: R.T._SGMER**

STUDIO DELLA GITTATA MASSIMA DEGLI ELEMENTI ROTANTI	Cod. Elaborato: R.T._SGMER	
	Doc. n°: 01 di 02	
	Data: 10/2019	Rev. n°: 00

Impianto per la produzione di energia elettrica da fonte eolica "TROIA" da n° 6 WTGs, da realizzarsi in agro del Comune di Troia (FG), Regione Puglia, in località "Cancarro".

INDICE

1. STUDIO DELLA GITTATA MASSIMA DEGLI ELEMENTI ROTANTI	pag. 1
1.1. PREMESSA	pag. 1
1.2. DESCRIZIONE GENERALE DELL'INTERVENTO	pag. 2
1.3. CALCOLO DELLA GITTATA MASSIMA DEGLI ELEMENTI ROTANTI DEGLI AEROGENERATORI	pag. 5
1.3.1. IPOTESI INIZIALE	pag. 5
1.3.2. MODELLO DI CALCOLO	pag. 6
1.3.3. CALCOLO DELLA VELOCITÀ PERIFERICA DEL CENTRO DI MASSA DELLA PALA E DEL FRAMMENTO (v_0)	pag. 8
1.4. CALCOLO DELLA GITTATA MASSIMA PER LA PALA INTERA E PER UN SUO FRAMMENTO	pag. 9
1.4.1. PRIMA IPOTESI: DISTACCO DELLA PALA DELL'AEROGENERATORE NEL PUNTO DI SERRAGGIO DEL MOZZO	pag. 9
1.4.2. SECONDA IPOTESI: DISTACCO DI UN FRAMMENTO DI PALA DI 10 METRI	pag. 10
1.4.3. TERZA IPOTESI: DISTACCO DI UN FRAMMENTO DI PALA DI 5 METRI	pag. 11
1.5. INDAGINE E LOCALIZZAZIONE DEI <i>POTENZIALI</i> RICETTORI SENSIBILI	pag. 12
1.6. STIMA DEGLI IMPATTI	pag. 14
1.6.1. FASE DI COSTRUZIONE.....	pag. 14
1.6.2. FASE DI ESERCIZIO	pag. 14
1.7. CONCLUSIONI	pag. 15
1.8. FONTI BIBLIOGRAFICHE	pag. 20

PROPONENTE: **EOLO 3W SICILIA S.r.l.**

Viale Liegi, 7
00198 Roma (RM) - ITALY



STUDIO DELLA GITTATA MASSIMA DEGLI ELEMENTI ROTANTI	Cod. Elaborato: R.T._SGMER	
	Doc. n°: 01 di 02	
	Data: 10/2019	Rev. n°: 00

Impianto per la produzione di energia elettrica da fonte eolica "VOLTURINO" da n° 10 WTGs, da realizzarsi in agro del Comune di Volturino (FG), Regione Puglia, in località "Selva Piana-Parco Gioenco".

TAVOLE

Tavola n. 1: *Potenziali Ricettori sensibili alla Gittata massima degli elementi rotanti (1° fase) su Ortofoto* pag. 1

STUDIO DELLA GITTATA MASSIMA DEGLI ELEMENTI ROTANTI Impianto per la produzione di energia elettrica da fonte eolica "TROIA" da n° 6 WTGs, da realizzarsi in agro del Comune di Troia (FG), Regione Puglia, in località "Cancarro".	Cod. Elaborato: R.T._SGMER	
	Doc. n°: 01 di 02	
	Data: 10/2019	Rev. n°: 00

1.	STUDIO DELLA GITTATA MASSIMA DEGLI ELEMENTI ROTANTI
-----------	--

1.1.	PREMESSA
-------------	-----------------

Il presente elaborato costituisce Relazione Tecnica sullo **STUDIO DELLA GITTATA MASSIMA DEGLI ELEMENTI ROTANTI**, redatta per l'impianto per la produzione di energia elettrica da fonte eolica "TROIA" che la società EOLO 3W SICILIA S.r.l. intende realizzare in agro del Comune di Troia (FG), Regione Puglia, in località "Cancarro".

Lo studio ha l'obiettivo di valutare e definire le ipotesi, il metodo, e i risultati del calcolo della distanza massima raggiungibile dalla pala rotante di un aerogeneratore eolico che si stacchi a causa della rottura accidentale, ovvero di un frammento di essa, e che quindi si proietti lontano dall'aerogeneratore.

Sono state prese in considerazione le seguenti ipotesi:

- a) L'ipotesi in cui la rottura della pala si verifichi in corrispondenza della base del mozzo; trattandosi di un punto di discontinuità della struttura questa risulta essere potenzialmente soggetta a possibili, anche se remoti, casi di rottura;
- b) L'ipotesi della rottura di un frammento di pala a 5 m e 10 m dall'estremità della stessa; gli obiettivi progettuali e le caratteristiche strutturali e costruttive della pala rendono la stessa una struttura monolitica, ancorata al mozzo tramite una flangia imbullonata, e pertanto in condizioni normali di funzionamento non è ipotizzabile l'eventualità di una rottura parziale.

Ciò nonostante, in questa sede, si è condotto uno studio anche su tale evento come meglio esplicitato ai punti seguenti.

STUDIO DELLA GITTATA MASSIMA DEGLI ELEMENTI ROTANTI	Cod. Elaborato: R.T._SGMER	
	Doc. n°: 01 di 02	
	Data: 10/2019	Rev. n°: 00

1.2. DESCRIZIONE GENERALE DELL'INTERVENTO

La presente proposta progettuale è finalizzata alla realizzazione dell'impianto per la produzione di energia elettrica da fonte eolica "TROIA" (*di seguito*: impianto di progetto), che la società EOLO 3W SICILIA S.r.l. intende realizzare in agro del Comune di Troia (FG), Regione Puglia, in località "Cancarro".

L'impianto di progetto in scala ampia è posizionato come indicato nella seguente ortofoto (*vedi Figura 1.2.-1.*). Di seguito alla stessa il layout d'impianto in scala più ristretta (*vedi Figura 1.2.-2.*).

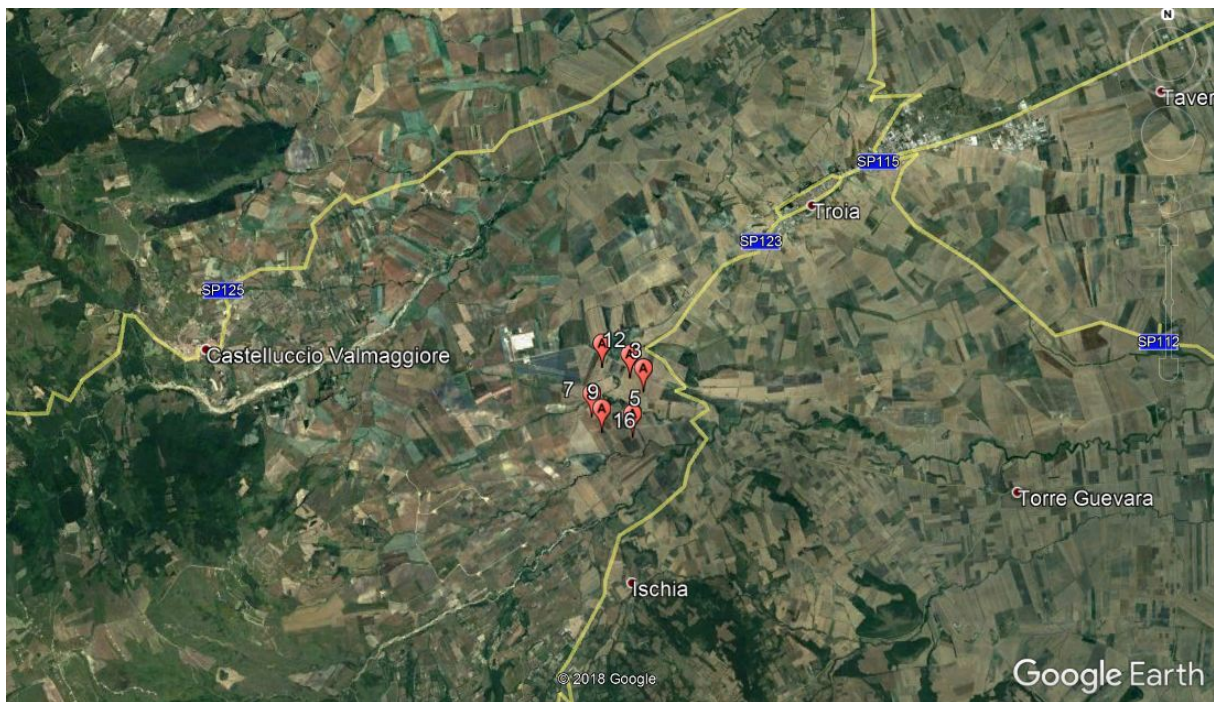


Figura 1.2.-1.: Layout di impianto (inquadramento ampio) (Fonte: Google Earth Pro® (data di acquisizione delle immagini: 7/7/2019)).

STUDIO DELLA GITTATA MASSIMA DEGLI ELEMENTI ROTANTI Impianto per la produzione di energia elettrica da fonte eolica "TROIA" da n° 6 WTGs, da realizzarsi in agro del Comune di Troia (FG), Regione Puglia, in località "Cancarro".	Cod. Elaborato: R.T._SGMER	
	Doc. n°: 01 di 02	
	Data: 10/2019	Rev. n°: 00



Figura 1.2.-2.: Layout di impianto (inquadramento di dettaglio) (Fonte: Google Earth Pro® (data di acquisizione delle immagini: 7/7/2019)).

L'impianto di progetto prevede la realizzazione di n° 6 (sei) aerogeneratori (WTGs) tripala ad asse orizzontale di grande taglia, **ciascuno di potenza elettrica nominale pari a 5.6 MW, per una potenza elettrica complessiva pari a 33.6 MW**, e delle relative opere civili ed elettriche accessorie per la connessione elettrica alla RTN, per i quali sarà impiegato il modello di turbina eolica **VESTAS V162 "ENVENTUS" da 5.6 MW della Vestas Wind System AS**, ritenuta fra le macchine più performanti ad oggi disponibili sul mercato stando le caratteristiche anemometriche proprie del sito e le esigenze di impianto.

Il modello di turbina eolica impiegato è costituito da una torre di sostegno tubolare metallica a tronco di cono sulla cui sommità è installata la navicella, il cui asse è a 120 m dal piano campagna (**hub height= 120.0 m s.l.t.**), con annesso il rotore di diametro pari a 162.0 m (**rotor diameter= 162.0 m**), per un'altezza massima complessiva del sistema torre-pale di 201.0 m s.l.t. (**$h_{tip} = \text{hub height} + 1/2 \text{ rotor diameter} = 201.0 \text{ m s.l.t.}$**).

Si riportano di seguito (*vedi Tabella 1.2.-1.*) le coordinate geografiche delle n° 6 (sei) WTGs del layout di progetto espresse nel sistema di riferimento UTM WGS84 - Fuso 33:

STUDIO DELLA GITTATA MASSIMA DEGLI ELEMENTI ROTANTI	Cod. Elaborato: R.T._SGMER	
	Doc. n°: 01 di 02	
	Data: 10/2019	Rev. n°: 00

Impianto per la produzione di energia elettrica da fonte eolica "VOLTURINO" da n° 10 WTGs, da realizzarsi in agro del Comune di Volturino (FG), Regione Puglia, in località "Selva Piana-Parco Giovenco".

Tabella 1.2.-1.: Coordinate delle n° 6 (sei) WTGs (ID.: 3, 5, 7, 9, 12, e 16) del layout di progetto.

Impianto per la produzione di energia elettrica da fonte eolica "TROIA" da n° 6 (sei) WTGs, da realizzarsi in agro del Comune di Troia (FG), Regione Puglia, in località "Cancarro".		
Località:	"Cancarro"	
Comune/i di:	Troia	
Provincia di:	Foggia (FG)	
Regione:	PUGLIA	
ID. WTGs	Coordinate WTGs (UTM WGS84 - Fuso 33)	
	Est	Nord
3	523031.9930	4576235.4867
5	523228.4500	4576026.8365
7	522455.1360	4575666.8506
9	522601.6789	4575440.1101
12	522621.5171	4576400.1039
16	523056.3532	4575355.4673

1.3. CALCOLO DELLA GITTATA MASSIMA DEGLI ELEMENTI ROTANTI DEGLI AEROGENERATORI

1.3.1. IPOTESI INIZIALE

L'ipotesi di partenza è che una pala o un frammento di essa, avente lunghezza pari a 5 m e 10 m, si distacchi accidentalmente mentre il rotore è in movimento e venga poi proiettato in aria. Le figure seguenti illustrano schematicamente il fenomeno (vedi Figura 1.3.1.-1. e Figura 1.3.1.-2.).

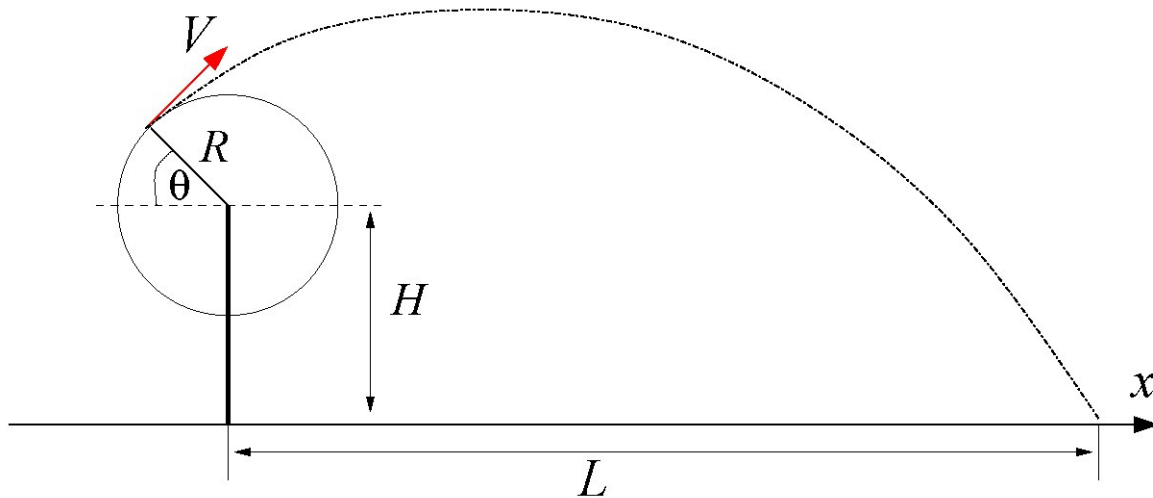


Figura 1.3.1.-1.: Traiettoria del moto di una pala o un frammento di essa.

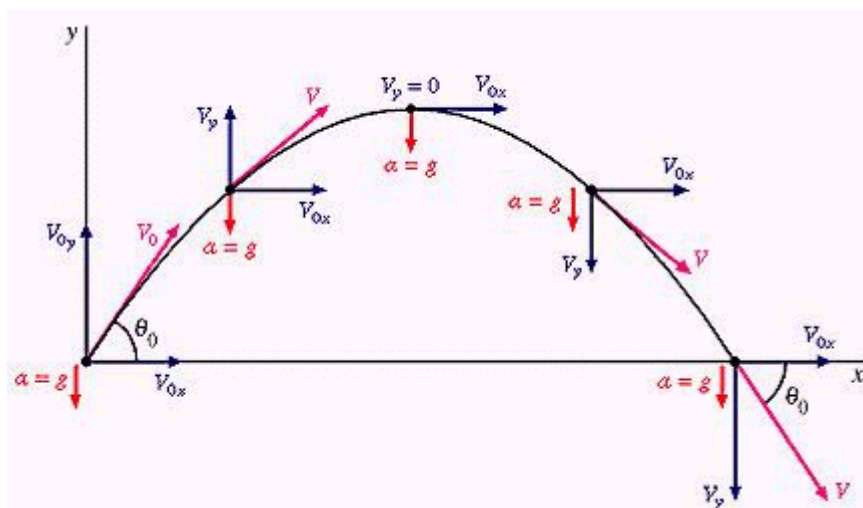


Figura 1.3.1.-2.: Traiettoria del moto di una pala o un frammento di essa.



STUDIO DELLA GITTATA MASSIMA DEGLI ELEMENTI ROTANTI	Cod. Elaborato: R.T._SGMER	
	Doc. n°: 01 di 02	
	Data: 10/2019	Rev. n°: 00

Il moto risultante sarà quello di un corpo libero, soggetto solo all'accelerazione di gravità e alla forza di attrito viscoso con l'aria. La sua dinamica risulta essere piuttosto complessa in quanto è governata da numerose variabili, come la forma dell'oggetto e la sua massa. Inoltre, la rottura della pala, combinata al movimento del rotore, imprimeranno all'oggetto distaccato un moto rototraslatorio di cui non è possibile prevedere la componente rotatoria.

Al fine del calcolo si assumerà, infatti, che il moto bidimensionale parabolico sia assimilato a quello di un corpo puntiforme avente massa e centro di gravità corrispondenti a quella dell'oggetto distaccato. È inoltre assunto che l'oggetto trasli senza ruotare, disponendosi in una posizione tale da offrire il minor attrito possibile con l'aria rispetto alle componenti orizzontali della sua velocità e, al contrario, massimo attrito rispetto a quelle verticali (massima portanza).

Tutte queste assunzioni risultano conservative ai fini della gittata massima; in questo modo la gittata reale non sarà mai superiore a quella di seguito calcolata.

Nel calcolo non è stato considerato il contributo del vento in direzione perpendicolare al moto dell'oggetto (asse z), risultando questo trascurabile.

La condizione peggiore ai fini della gittata massima si verifica quando la rottura avviene durante il moto ascendente della pala, con un angolo avente valore pari a 45°.

1.3.2. MODELLO DI CALCOLO

Il moto parabolico dell'oggetto, sia nelle ipotesi di rottura accidentale dell'intero elemento rotante, sia di distacco di un frammento di pala a 5 m e a 10 m dall'estremità della stessa, viene analizzato attraverso la cinematica, prendendo in considerazione le forze aerodinamiche agenti su di esso.

Un corpo in movimento attraverso l'aria è soggetto alla forza di attrito viscoso che ha verso opposto alla direzione della sua velocità ed è funzione di quest'ultima, della sua geometria e della densità dell'aria.

In prima approssimazione s'ipotizza quindi che la forza di attrito dovuta alla presenza dell'aria sia direttamente proporzionale alla velocità, ottenendo le seguenti equazioni del moto:

$$\begin{aligned} mx''(t) &= -kx'(t) \\ my''(t) &= -mg - ky'(t) \end{aligned} \quad (1)$$

con le condizioni iniziali:

$$\begin{aligned} x(0) &= -R \sin \theta \\ y(0) &= y_0 \\ x'(0) &= v_{0x} \\ y'(0) &= v_{0y} \end{aligned}$$

Nel caso in questione, y_0 corrisponde alla quota del baricentro C del sistema ipotizzato rispetto alla quota del piano di campagna.

STUDIO DELLA GITTATA MASSIMA DEGLI ELEMENTI ROTANTI	Cod. Elaborato: R.T._SGMER	
	Doc. n°: 01 di 02	
	Data: 10/2019	Rev. n°: 00

La velocità iniziale della pala, o del frammento di pala, sarà pari alla velocità tangenziale del suo centro di massa. I valori iniziali delle componenti del vettore velocità possono essere scritti in funzione dell'angolo di gittata θ , che è l'angolo misurato rispetto alla verticale in cui si suppone il distacco del frammento:

$$v_{0x} = v_0 \cos \theta$$

$$v_{0y} = v_0 \sin \theta$$

Integrando le equazioni (1) si ottengono le soluzioni

$$\begin{aligned} x(t) &= \frac{m}{k} v_{0x} \left(1 - e^{-\frac{kt}{m}} \right) \\ y(t) &= \frac{m}{k} \left(\frac{m}{k} g + v_{0y} \right) \left(1 - e^{-\frac{kt}{m}} \right) - \frac{m}{k} g t + y_0 \end{aligned} \quad (2)$$

Dove:

- m : massa dell'oggetto;
- k : costante di proporzionalità tra la forza d'attrito e la velocità dell'oggetto data da:

$$k = \frac{1}{2} C \rho S v_0$$

Dove:

- C : coefficiente di penetrazione aerodinamica dell'oggetto; è legato esclusivamente alla geometria dell'oggetto e ha valori compresi tra 0,3 e 2;
- ρ : densità dell'aria ed ha valore pari a 1,225 Kg/m³;
- S : sezione dell'oggetto, misurata nel piano perpendicolare alla direzione di moto.

Per semplificare la soluzione si trascura l'attrito in direzione verticale mantenendoci in situazione conservativa.

Dalla seconda equazione che ritorna ad essere quella della gittata nel vuoto, si ottiene l'equazione del **Tempo di volo t**, che è il tempo che intercorre tra l'istante del lancio e quello di arrivo del punto che coincide con il tempo necessario a percorrere il tratto corrispondente alla Gittata massima con la velocità v_{0x} :

$$t = \frac{v_{0y} + \sqrt{v_{0y}^2 + 2gy_0}}{g} \quad (3)$$

Considerando l'azione dell'attrito dell'aria l'angolo di distacco, misurato rispetto alla verticale e che dà luogo al valore di gittata maggiore, varia in funzione della massa e della superficie dell'oggetto.

La **Gittata** è la distanza percorsa dall'oggetto in direzione x prima che il corpo cada a terra, cioè quel valore di x corrispondente a y= 0. Questo valore può essere ottenuto sostituendo il tempo di volo ottenuto nella (3) nella prima equazione delle (2).

PROPONENTE: **EOLO 3W SICILIA S.r.l.**

Viale Liegi, 7
00198 Roma (RM) - ITALY



STUDIO DELLA GITTATA MASSIMA DEGLI ELEMENTI ROTANTI		Cod. Elaborato: R.T._SGMER	
Impianto per la produzione di energia elettrica da fonte eolica "VOLTURINO" da n° 10 WTGs, da realizzarsi in agro del Comune di Volturino (FG), Regione Puglia, in località "Selva Piana-Parco Giovenco".		Doc. n°: 01 di 02	
		Data: 10/2019	Rev. n°: 00

1.3.3.	CALCOLO DELLA VELOCITÀ PERIFERICA DEL CENTRO DI MASSA DELLA PALA E DEL FRAMMENTO (v_0)
---------------	--

Si consideri il baricentro C di un corpo rotante, corrispondente al centro di massa di una pala della turbina eolica, che si muove di moto circolare uniforme. Il moto circolare uniforme è il moto di un corpo che si muove con velocità di modulo costante su una superficie piana e lungo una traiettoria circolare. La velocità angolare media ω esprime la rapidità con cui il raggio, che collega il centro della circonferenza al corpo, descrive l'angolo al centro corrispondente all'arco di circonferenza, percorso dal corpo. Il modulo della velocità angolare media è il rapporto tra lo spostamento angolare del corpo e l'intervallo impiegato a compiere tale spostamento è:

$$\omega = \frac{2\pi n}{60} [\text{rad/sec}]$$

Si indichi con n il numero di giri al minuto primo compiuti dal corpo in movimento circolare. Tenuto conto che a ogni giro l'angolo descritto dal corpo in movimento è pari a 2π radianti, per n giri si avrà $2\pi n$ radianti/minuto, che è appunto la velocità angolare ω al minuto del corpo in movimento.

La relazione fra le due velocità, angolare e periferica, è:

$$V_0 = \omega * r_c$$

Ovvero:

$$V_0 = \frac{2\pi r_c n}{60} [\text{m/s}]$$

Considerate le caratteristiche geometriche delle pale e considerata la distribuzione dei pesi lungo il profilo delle stesse, si può ritenere con buona approssimazione che il centro di massa sia posizionato ad 1/3 della lunghezza delle pale rispetto al punto di serraggio del mozzo, ossia:

$$r_c = \frac{1}{3} L_p$$

Dove:

- L_p : lunghezza dell'intera pala.

Per quanto riguarda il frammento di pala invece, si può ritenere con buona approssimazione che:

$$r_c = (L_p - L_f) + \frac{1}{3} L_f$$

Dove:

- L_f : lunghezza del frammento in esame.

STUDIO DELLA GITTATA MASSIMA DEGLI ELEMENTI ROTANTI	Cod. Elaborato: R.T._SGMER	
	Doc. n°: 01 di 02	
	Data: 10/2019	Rev. n°: 00

1.4. CALCOLO DELLA GITTATA MASSIMA PER LA PALA INTERA E PER UN SUO FRAMMENTO

Alla luce di quanto analizzato e stimato si può affermare che la rottura di una pala è un evento accidentale e pertanto non è possibile prevedere come e in quale punto avverrà; per coprire le diverse possibilità sono quindi stati identificati tre casi di calcolo, corrispondenti al distacco di una delle pale nel punto di serraggio del mozzo, punto di maggiore sollecitazione meccanica a causa del collegamento, o al distacco di un frammento di pala a 5 m e a 10 m dall'estremità della stessa.

Per il calcolo della gittata s'ipotizza inoltre, in tutti i casi presi in considerazione, che l'elemento si stacchi dall'aerogeneratore quando questo sta ruotando alla massima velocità consentita prima del cut-off.

1.4.1. PRIMA IPOTESI: DISTACCO DELLA PALA DELL'AEROGENERATORE NEL PUNTO DI SERRAGGIO DEL MOZZO

Si prende in considerazione in primo luogo il caso in cui si verifichi la rottura della pala nel punto di serraggio del mozzo. Le assunzioni adottate per la metodologia di calcolo prevedono:

- Massima velocità di rotazione del rotore delle turbine in esame al momento della rottura della pala;
- Considerando il massimo valore dell'angolo di lancio θ : da un punto di vista teorico la massima gittata si ottiene quando la pala si distacca dal rotore con un angolo $\theta = 45^\circ$ sul piano verticale.
- Il centro di massa delle pale è posizionato ad $1/3$ della lunghezza delle pale, in prossimità del mozzo;
- Considerando che le pale dell'aerogeneratore sono state progettate per generare portanza, s'ipotizza che la pala distaccata si disponga ponendo la sua corda nella direzione del moto; sulla base di questa ipotesi sono stati selezionati i coefficienti di penetrazione aerodinamica **C** e le sezioni della pala **S**.

Il calcolo esatto e reale della traiettoria seguita da una pala eolica, nell'ipotesi di rottura accidentale dell'elemento d'aerogeneratore in condizioni nominali di funzionamento, è un'analisi assai complessa se mirata all'ottenimento di risultati che siano quanto più possibili prossimi alla realtà.

Infatti, le condizioni al contorno da prendere in considerazione ai fini di un'indagine olistica del problema sarebbero molteplici e dovrebbero attenersi, oltre alle mere caratteristiche geometriche e dinamiche della turbina, anche ad altri fattori quali: le caratteristiche strutturali e aerodinamiche della pala, le possibili modalità di rottura e/o collasso degli elementi strutturali, le caratteristiche fluidodinamiche, le particolari condizioni del sito nel quale il fenomeno è atteso verificarsi, ecc. e, non ultime, le caratteristiche dinamiche della pala in fase di caduta.

PROPONENTE: EOLO 3W SICILIA S.r.l. Viale Liegi, 7 00198 Roma (RM) - ITALY		pag. 9
--	---	--------

STUDIO DELLA GITTATA MASSIMA DEGLI ELEMENTI ROTANTI	Cod. Elaborato: R.T._SGMER	
	Doc. n°: 01 di 02	
	Data: 10/2019	Rev. n°: 00

Spesso, la difficoltà più gravosa sta nel fatto che alcuni dei dati peculiari precedentemente elencati sono disponibili solo presso i progettisti e i costruttori delle turbine eoliche, i quali probabilmente dovrebbero essere gli unici demandati alla valutazione di questo tipo di fenomeno.

Numerose indagini presenti in letteratura attuano un approccio semplificativo al fenomeno, forzando le procedure di calcolo a una mera valutazione fisica del problema e analizzandone gli effetti solo dal punto di vista geometrico/analitico; ottenendo per forza di cose risultati "abnormi", cioè distanti dalla realtà.

Nei limiti delle proprie possibilità, il proponente ha eseguito un'analisi semplificativa dello studio, adottando l'ipotesi di moto bidimensionale di un oggetto che avviene secondo la legge del moto parabolico, studiato attraverso la cinematica e prendendo in considerazione le forze aerodinamiche agenti sull'oggetto stesso, ottenendo alla fine i seguenti risultati: scegliendo un valore dell'angolo di lancio $\theta = 45^\circ$ che rappresenti le condizioni più gravose -ossia, il valore dell'angolo in corrispondenza del quale si ottiene la gittata massima dell'elemento di pala, computata a partire dalla localizzazione della torre fino al punto di caduta- si è ottenuto che **la distanza massima raggiungibile dagli elementi rotanti, in caso di rottura accidentale di una delle pale del modello di turbina eolica considerato, è risultato pari a 180 m.**

1.4.2. **SECONDA IPOTESI: DISTACCO DI UN FRAMMENTO DI PALA DI 10 METRI**

Successivamente, si è considerata l'ipotesi in cui si verifichi il distacco di un frammento della pala a 5 e a 10 m dall'estremità della stessa; si è analizzato in primo luogo il caso in cui si distacchi un frammento della pala pari a 10 m.

Si sono considerate le seguenti ipotesi semplificative:

- Il centro di massa del frammento di pala di 10 m è posizionato ad 1/3 della lunghezza del frammento stesso.

Nonostante la conformazione monolitica dell'elemento di pala e le caratteristiche tecnologiche dei materiali all'avanguardia utilizzati per la sua realizzazione permettano di escludere a priori qualunque ipotesi accidentale di distacco parziale di un frammento di essa, in quanto la probabilità che si verifichi un evento del genere è praticamente nulla, è stato effettuato il calcolo della gittata massima nel caso di distacco di un frammento di pala a 5 m e a 10 m dall'estremità della stessa.

Per il caso in cui si distacchi un frammento di pala di 10 m, i calcoli effettuati hanno condotto al seguente risultato: scegliendo un valore dell'angolo di lancio $\theta = 45^\circ$ che rappresenti le condizioni più gravose -ossia, il valore dell'angolo in corrispondenza del quale si ottiene la gittata massima del frammento di pala di 10 m, computata a partire dalla localizzazione della torre fino al punto di caduta- si è ottenuto che **la distanza massima raggiungibile dagli elementi rotanti, in caso di rottura accidentale di un frammento di pala di 10 m del modello di turbina eolica considerato, è risultato pari a 339 m.**

STUDIO DELLA GITTATA MASSIMA DEGLI ELEMENTI ROTANTI Impianto per la produzione di energia elettrica da fonte eolica "TROIA" da n° 6 WTGs, da realizzarsi in agro del Comune di Troia (FG), Regione Puglia, in località "Cancarro".	Cod. Elaborato: R.T._SGMER	
	Doc. n°: 01 di 02	
	Data: 10/2019	Rev. n°: 00

1.4.3.	TERZA IPOTESI: DISTACCO DI UN FRAMMENTO DI PALA DI 5 METRI
---------------	---

Si è analizzato infine il caso in cui si distacchi un frammento della pala pari a 5 m.

Si sono considerate le seguenti ipotesi semplificative:

- Il centro di massa del frammento di pala di 5 m è posizionato ad 1/3 della lunghezza del frammento stesso.

Nonostante la conformazione monolitica dell'elemento di pala e le caratteristiche tecnologiche dei materiali all'avanguardia utilizzati per la sua realizzazione permettano di escludere a priori qualunque ipotesi accidentale di distacco parziale di un frammento di essa, in quanto la probabilità che si verifichi un evento del genere è praticamente nulla, è stato effettuato il calcolo della gittata massima nel caso di distacco di un frammento di pala a 5 m e a 10 m dall'estremità della stessa.

Per il caso in cui si distacchi un frammento di pala di 5 m, i calcoli effettuati hanno condotto al seguente risultato: scegliendo un valore dell'angolo di lancio $\theta = 45^\circ$ che rappresenti le condizioni più gravose -ossia, il valore dell'angolo in corrispondenza del quale si ottiene la gittata massima del frammento di pala di 5 m, computata a partire dalla localizzazione della torre fino al punto di caduta- si è ottenuto che **la distanza massima raggiungibile dagli elementi rotanti, in caso di rottura accidentale di un frammento di pala di 5 m del modello di turbina eolica considerato, è risultato pari a 477 m.**

STUDIO DELLA GITTATA MASSIMA DEGLI ELEMENTI ROTANTI	Cod. Elaborato: R.T._SGMER	
	Doc. n°: 01 di 02	
	Data: 10/2019	Rev. n°: 00

1.5. INDAGINE E LOCALIZZAZIONE DEI *POTENZIALI* RICETTORI SENSIBILI

La presente sezione contiene le assunzioni che sono state adottate al fine di valutare il potenziale fenomeno dell'interferenza generata dai n° 6 (sei) aerogeneratori dell'impianto di progetto in caso di rottura accidentale di un elemento rotante, o di distacco di un frammento di pala a 5 m e a 10 m dall'estremità della stessa, rispetto ai *potenziali* Ricettori sensibili individuati entro un'opportuna area buffer dagli aerogeneratori di progetto valutata rispetto alla distanza massima che una pala o un frammento di essa possono raggiungere in caso di relativo distacco dal mozzo.

Dai calcoli riportati nel precedente Paragrafo risulta quanto segue:

- a) **Nell'ipotesi peggiore, la distanza massima raggiungibile dagli elementi rotanti, in caso di rottura accidentale di una delle pale del modello di turbina eolica considerato, è risultato pari a 180 m.**
- b) **Nell'ipotesi peggiore, la distanza massima raggiungibile dagli elementi rotanti, in caso di rottura accidentale di un frammento di pala di 10 m del modello di turbina eolica considerato, è risultato pari a 339 m.**
- c) **Nell'ipotesi peggiore, la distanza massima raggiungibile dagli elementi rotanti, in caso di rottura accidentale di un frammento di pala di 5 m del modello di turbina eolica considerato, è risultato pari a 477 m.**

Sulla scorta del "*Worst Case Scenario*", ovvero delle ipotesi più gravose in termini di condizioni al contorno (condizioni di massima sicurezza), **anche tenendo conto di eventuali distacchi parziali della pala, si è deciso di adottare un valore cautelativo della Gittata massima pari a: $Gittata_{max} = 477$ m.**

Compatibilmente con il livello di dettaglio richiesto, per l'analisi dei *potenziali* Ricettori sensibili alla Gittata massima degli elementi rotanti, cioè di tutti quei ricettori potenzialmente coinvolti dalla rottura accidentale di un elemento rotante dell'aerogeneratore o di distacco di un frammento di pala a 5 m e a 10 m dall'estremità della stessa e compresi entro l'**Area buffer (massima) di 477 m di raggio** si è proceduto a indagare entro l'Area d'indagine (Ai) della Gittata massima la presenza tutti gli edifici adibiti ad "ambiente abitativo".

Sulla scorta di tali considerazioni, la metodologia d'indagine adottata è consistita nei seguenti *step* operativi:

- 1) Su base cartografica "Ortofoto 2016" (Fonte: SIT Puglia, link: http://www.sit.puglia.it/portal/portale_cartografie_tecniche_tematiche/WMS) è stata indagata l'Area d'indagine (Ai) della Gittata massima pari a 477 m; ovvero, l'area ottenuta dall'involuppo delle aree buffer circolari di 477 m di raggio (pari alla distanza massima raggiungibile dagli elementi rotanti in caso di rottura accidentale di un frammento di pala di 5 m del modello di turbina di progetto, centrate nei n° 6 (sei) aerogeneratori di progetto.

STUDIO DELLA GITTATA MASSIMA DEGLI ELEMENTI ROTANTI	Cod. Elaborato: R.T._SGMER	
	Doc. n°: 01 di 02	
	Data: 10/2019	Rev. n°: 00

Impianto per la produzione di energia elettrica da fonte eolica "TROIA" da n° 6 WTGs, da realizzarsi in agro del Comune di Troia (FG), Regione Puglia, in località "Cancarro".

- 2) (1° fase) all'interno della suddetta Area d'indagine (Ai) della Gittata massima sono stati individuati tutti i *potenziali* Ricettori sensibili alla Gittata massima degli elementi rotanti, ovvero tutti gli edifici adibiti ad "ambiente abitativo".

Con questa modalità operativa, **all'interno dell'Area d'indagine (Ai) della Gittata pari a 180 m** (distanza massima raggiungibile dagli elementi rotanti in caso di rottura accidentale di una delle pale del modello di turbina eolica proposto) **sono stati individuati complessivamente n° 0 (zero) potenziali Ricettori sensibili alla Gittata massima degli elementi rotanti**; analogamente, **all'interno dell'Area d'indagine (Ai) della Gittata massima pari a 477 m** (distanza massima raggiungibile dagli elementi rotanti in caso di rottura accidentale di un frammento di pala di 5 m del modello di turbina eolica proposto) **sono stati individuati complessivamente n° 0 (zero) potenziali Ricettori sensibili alla Gittata massima degli elementi rotanti** (*vedi Tavola n. 1: Potenzialmente Ricettori sensibili alla Gittata massima degli elementi rotanti (1° fase) su Ortofoto*).

È importante specificare che per questo tipo di analisi si considera generalmente un'unica tipologia di *potenziali* Ricettori sensibili alla Gittata massima, ovvero ricettori "puntuali" localizzati nelle vicinanze dell'area d'impianto.

I ricettori "areali" sono invece rappresentati da agglomerati antropici (comuni, frazioni, borghi, ecc.) limitrofi al sito d'interesse, generalmente schematizzati come un unico ricettore localizzato in corrispondenza del punto del perimetro dell'agglomerato urbano più vicino all'area d'impianto.

Nel caso in esame, la distanza rilevante dei centri abitati dal sito d'interesse è tale da non giustificare per essi un'analisi della Gittata massima, poiché sicuramente **il fenomeno della Gittata massima degli elementi rotanti non interesserà né i ricettori "puntuali" né quelli "areali"**.

PROPONENTE: **EOLO 3W SICILIA S.r.l.**

Viale Liegi, 7
00198 Roma (RM) - ITALY



STUDIO DELLA GITTATA MASSIMA DEGLI ELEMENTI ROTANTI	Cod. Elaborato: R.T._SGMER	
	Doc. n°: 01 di 02	
	Data: 10/2019	Rev. n°: 00

1.6. STIMA DEGLI IMPATTI

1.6.1. FASE DI COSTRUZIONE

Il potenziale fenomeno della Gittata massima indotto dai n° 6 (sei) aerogeneratori dell'impianto di progetto sarà legato a eventuali, ancorché altamente improbabili fenomeni di rottura delle pale in movimento; pertanto, il *potenziale* fenomeno della Gittata massima degli elementi rotanti degli aerogeneratori di progetto è atteso manifestarsi esclusivamente durante la fase di esercizio dell'impianto.

1.6.2. FASE DI ESERCIZIO

Nell'Area d'indagine (Ai) della Gittata massima degli elementi rotanti è stata accertata l'assenza di ricettori puntuali e areali, nonché di particolari *potenziali* ricettori sensibili quali: ospedali, case di cura, centri per anziani, centri sociali, sanitari, e di riabilitazione, asili nido, scuole materne e altre scuole di ogni ordine e grado, edifici storici e monumentali.

STUDIO DELLA GITTATA MASSIMA DEGLI ELEMENTI ROTANTI	Cod. Elaborato: R.T._SGMER	
	Doc. n°: 01 di 02	
	Data: 10/2019	Rev. n°: 00

Impianto per la produzione di energia elettrica da fonte eolica "TROIA" da n° 6 WTGs, da realizzarsi in agro del Comune di Troia (FG), Regione Puglia, in località "Cancarro".

1.7. CONCLUSIONI

È stata valutata la gittata massima degli elementi rotanti dei n° 6 (sei) aerogeneratori dell'impianto di progetto "TROIA", in caso di rottura accidentale di una pala e nell'ipotesi in cui si verifichi il distacco di un frammento di pala a 5 e a 10 m dall'estremità della stessa.

Ai fini dei calcoli è stato impiegato il modello di turbina eolica **VESTAS V162 "ENVENTUS" da 5.6 MW della Vestas Wind System AS**. Il modello di turbina eolica impiegato è costituito da una torre di sostegno tubolare metallica a tronco di cono sulla cui sommità è installata la navicella, il cui asse è a 120 m dal piano campagna (**hub height= 120.0 m s.l.t.**), con annesso il rotore di diametro pari a 162.0 m (**rotor diameter= 162.0 m**), per un'altezza massima complessiva del sistema torre-pale di 201.0 m s.l.t. (**$h_{tip} = \text{hub height} + 1/2 \text{ rotor diameter} = 201.0 \text{ m s.l.t.}$**).

Dai calcoli è risultato che la distanza massima degli elementi rotanti, in caso di rottura accidentale, risulta essere compreso nel seguente intervallo: **180 m** (*nell'ipotesi di rottura accidentale di una delle pale del modello di turbina eolica considerato*) \leq **Gittata_{max}** \leq **477 m** (*nell'ipotesi di rottura accidentale di un frammento di pala di 5 m del modello di turbina eolica considerato*).

Sulla scorta del "Worst Case Scenario", ovvero delle ipotesi più gravose in termini di condizioni al contorno (condizioni di massima sicurezza), **anche tenendo conto di eventuali distacchi parziali della pala, si è deciso di adottare un valore cautelativo della Gittata massima pari a: Gittata_{max} = 477 m.**

All'interno dell'Area d'indagine (Ai) della Gittata massima pari a 477 m (distanza massima raggiungibile dagli elementi rotanti in caso di rottura accidentale di un frammento di pala di 5 m del modello di turbina eolica proposto), **nessun ricettore risulta eleggibile a effettivo Ricettore sensibile alla Gittata massima degli elementi rotanti.**

Nell'Area d'indagine (Ai) della Gittata massima degli elementi rotanti è stata accertata l'assenza di ricettori puntuali e areali, nonché di particolari *potenziali* ricettori sensibili quali: ospedali, case di cura, centri per anziani, centri sociali, sanitari, e di riabilitazione, asili nido, scuole materne e altre scuole di ogni ordine e grado, edifici storici e monumentali.

A valle dei calcoli condotti per la valutazione della Gittata massima degli elementi rotanti, si può tuttavia ragionevolmente affermare che non è assolutamente verosimile che un frammento di pala si stacchi dalla stessa e venga scagliato a distanze significative, men che meno è verosimile l'ipotesi che un frammento di pala si stacchi dalla stessa e segua un moto assimilabile a quello di un proiettile scagliato con una velocità di partenza pari a quella della massima rotazione del rotore.

Le pale dei rotori di progetto, infatti, sono realizzate in fibra di vetro rinforzato con materiali plastici quali il poliestere o le fibre epossidiche.

PROPONENTE: **EOLO 3W SICILIA S.r.l.**

Viale Liegi, 7
00198 Roma (RM) - ITALY



STUDIO DELLA GITTATA MASSIMA DEGLI ELEMENTI ROTANTI	Cod. Elaborato: R.T._SGMER	
	Doc. n°: 01 di 02	
	Data: 10/2019	Rev. n°: 00

L'utilizzo di questi materiali limita sino a quasi ad annullare la probabilità di distacco di parti della pala mentre la stessa è in rotazione: anche in caso di gravi rotture le fibre che compongono la pala la mantengono, di fatto, unita in un unico pezzo (seppure gravemente danneggiato), e i sistemi di controllo dell'aerogeneratore riducono pressoché istantaneamente la velocità di rotazione, eliminando la possibilità che un frammento di pala si stacchi e venga proiettato verso l'alto.

Al fine di oggettivare quanto affermato, si espongono di seguito alcune ulteriori considerazioni basate sui dati costruttivi di dettaglio forniti da alcuni studi condotti dalla VESTAS. Questi dati fanno riferimento alle specifiche della macchina Vestas V136 che, in termini di metodologie e tecniche costruttive, può considerarsi del tutto analoga al modello di turbina eolica VESTAS V162 "ENVENTUS" da 5.6 MW della Vestas Wind System AS impiegato nella presente Relazione Tecnica ai fini dei calcoli.

Con riferimento al documento "VESTAS 0065-1415 V00 - Technical description of a 67 m blade" le caratteristiche strutturali di una pala di WTG sono schematizzabili come da figura seguente:

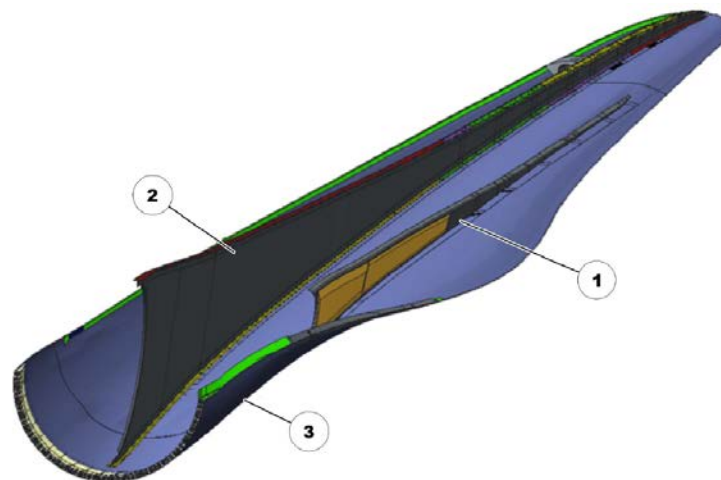


Figure 5.2: The main structural design of a 67 m blade

- | | | | |
|---|----------|---|----------|
| 1 | TE web | 2 | Main web |
| 3 | WW shell | | |

Figura 1.7.-1.: Stralcio da "VESTAS 0065-1415 V00 - Technical description of a 67 m blade".

Ciascuna pala è quindi composta da:

- Una superficie esterna (guscio o shell) fatta di materiale composito rinforzato in fibra di vetro e realizzata in due semigusci (LW shell e WW shell – mostrato in figura);
- Due rinforzi interni (TE WEB e Main WEB), anch'essi in materiale composito e internamente accoppiati ai gusci, che sostengono il carico aerodinamico della pala.

Da un punto di vista del dimensionamento strutturale, la progettazione della pala segue una serie di norme citate nel documento VESTAS "0067-7060_V00 - General Description 4MW Platform", Par. 8.1..

STUDIO DELLA GITTATA MASSIMA DEGLI ELEMENTI ROTANTI	Cod. Elaborato: R.T._SGMER	
	Doc. n°: 01 di 02	
	Data: 10/2019	Rev. n°: 00

Per quel che concerne la presente analisi, si evidenzia che la combinazione di coefficienti di sicurezza per i carichi, i materiali utilizzati e la valutazione delle conseguenze in caso di rottura rispettano quanto prescritto dalla norma IEC 61400-1, che impone l'utilizzo di condizioni particolarmente gravose. Le norme tecniche seguite in fase di dimensionamento sono tali da poter rendere trascurabile l'ipotesi di un significativo danneggiamento della pala per tutta la vita utile della WTG (20 anni).

Ciononostante, nella remota ipotesi in cui ci sia un danneggiamento del materiale che compone i gusci o i rinforzi interni della pala, è assolutamente impossibile che si stacchi un frammento terminale della pala, dal momento che -per come la pala è costruita- non esistono giunzioni trasversali rispetto allo sviluppo della pala, ma esclusivamente la giunzione longitudinale tra i due semigusci. L'unica -remota- possibilità di danneggiamento riguarda una "separazione" parziale dei due semigusci. In questo scenario i rinforzi interni e la parte di semiguscio non danneggiata tratterrebbero la parte di guscio ipoteticamente rovinata e la macchina andrebbe automaticamente in pausa (v. osservazione al paragrafo seguente), evitando categoricamente la possibilità di proiezione di un frammento di pala alla massima velocità.

Non è pertanto ipotizzabile la rottura improvvisa e di netto di un frammento della pala con proiezione dello stesso.

Inoltre, è doveroso precisare che **le turbine eoliche sono dotate di un sistema di sicurezza in grado di mandare in pausa la macchina a seguito di sbilanciamenti del rotore, eccessivo carico aerodinamico sulla pala o scostamenti sensibili tra velocità del vento e power curve.**

Il danneggiamento di una pala -che per quanto già spiegato evidentemente precede qualunque ipotesi di proiezione di un frammento della stessa- farebbe funzionare il rotore in condizioni non bilanciate, e porterebbe necessariamente il sistema di sicurezza a rilevare almeno una delle tipologie di errori codificate come di seguito:

- "Tower Acceleration": dovuto a un forte sbilanciamento del rotore.
- "Power Curve Error": dovuto a un forte scostamento rispetto alla Power Curve attesa (che potrebbe essere generato da una variazione del profilo pala);
- "Tilt yaw Control": dovuto ad un eccessivo carico sulla pala misurato da un sensore.

Ciascuna di queste anomalie mette la macchina in pausa, e ferma quindi il rotore in attesa di un intervento tecnico. **Non è pertanto possibile che il rotore giri alla sua massima velocità se una delle pale è danneggiata, e quindi che scagli un frammento di pala alla massima velocità ipotizzabile.**

Si richiama inoltre il fatto che **il modello turbina eolica è dotato di un sistema di protezione contro le fulminazioni per la torre, per l'hub e per le pale.** In particolare, con riferimento alle pale, si riporta di seguito uno stralcio dal documento VESTAS "0059-1120 V02 - Lightning protection and EMC" che descrive il sistema di protezione dalle fulminazioni per macchine della stessa piattaforma delle V150.

STUDIO DELLA GITTATA MASSIMA DEGLI ELEMENTI ROTANTI	Cod. Elaborato: R.T._SGMER	
	Doc. n°: 01 di 02	
	Data: 10/2019	Rev. n°: 00

Impianto per la produzione di energia elettrica da fonte eolica "VOLTURINO" da n° 10 WTGs, da realizzarsi in agro del Comune di Volturino (FG), Regione Puglia, in località "Selva Piana-Parco Giovenco".

The V126 and V136 blade

The lightning protection system for the blade consists of 4 main elements: tip protection receptors, surface protection, down conductor, and lightning band.

The tip protection receptors consist of a solid metal tip and an array of lightning receptors. The array of lightning receptors has 4 lines of receptors along the leading and trailing edge of the windward and leeward shells. The solid metal tip and the lightning receptors preferentially attract lightning which results in few lightning attachment events to the fibreglass shells or to the main portion of the blade. The solid metal tip and receptors are connected with an insulated, high-voltage cable.

A portion of the windward and leeward shells between the array of lightning receptors and the root is covered with an expanded metal foil. As with the solid metal tip and array of lightning receptors, the expanded metal foil provides a preferred lightning attachment point to protect the uncovered portion of the blade from direct lightning strikes. The expanded metal foil is connected to the array of lightning receptors and the down conductor.

The down conductor consists of insulated high-voltage cable routed along the trailing edges of the blade. The high-voltage cable are chosen in accordance with IEC 61400-24.

The down conductors terminate at the blade band at the root of the blade. The blade band serves as the interface to the LCTU. See [section 3.6 Protection of the main bearings, page 10](#), for more information about the LCTU.

Figura 1.7.-2.: Stralcio da "VESTAS 0059-1120 V02 - Lightning protection and EMC".

Si evince che ciascuna pala è dotata:

- Di un recettore in punta per i fulmini (solid metal tip);
- Di un array di ricettori metallici (lightning receptors);
- Di una rete metallica (expanded metal foil);

che sono collegati ad un cavo di scarico dell'alta tensione (down conductor) che, secondo le indicazioni ricevute dal costruttore, per la V150 avrà una sezione di 50 mmq.

Pertanto, in caso di fulminazione di una delle pale del rotore, la corrente di fulminazione sarebbe scaricata a terra e non comporterebbe alcun danneggiamento della pala. Valgono, ovviamente, in caso di ipotetico danneggiamento da parte di un fulmine, le considerazioni fatte precedentemente.

Per quanto spiegato è del tutto evidente che, anche in caso di rottura del frammento di una pala, lo stesso rimarrebbe vincolato (sostanzialmente "appeso") alla restante parte della pala e non sarebbe proiettato. Peraltro anche nella assolutamente remota ipotesi di distacco del frammento, la maggior parte dell'energia cinetica sarebbe spesa per rompere il vincolo del frammento alla pala.

STUDIO DELLA GITTATA MASSIMA DEGLI ELEMENTI ROTANTI Impianto per la produzione di energia elettrica da fonte eolica "TROIA" da n° 6 WTGs, da realizzarsi in agro del Comune di Troia (FG), Regione Puglia, in località "Cancarro".	Cod. Elaborato: R.T._SGMER	
	Doc. n°: 01 di 02	
	Data: 10/2019	Rev. n°: 00

Indicazioni fornite dal costruttore, che ha una flotta operativa di oltre 60.000 unità, mostrano che il distacco di una parte di pala è un avvenimento la cui probabilità è trascurabile.

Si ritiene pertanto di confermare che l'unica condizione di proiezione di frammento ipotizzabile (non perché plausibile, ma esclusivamente perché si è in presenza di una giunzione bullonata e, quindi, di una discontinuità strutturale) è il distacco della pala dal rotore, per la quale valgono le considerazioni esposte nella presente Relazione Tecnica specialistica.

Si rammenta che all'interno dell'Area d'indagine (Ai) della Gittata pari a 180 m (distanza massima raggiungibile dagli elementi rotanti in caso di rottura accidentale di una delle pale del modello di turbina eolica proposto) **non è stato individuato alcun potenziale Ricettore sensibile alla Gittata degli elementi rotanti** (vedi Tavola n. 1: *Potenziali Ricettori sensibili alla Gittata massima degli elementi rotanti (1° fase) su Ortofoto*).

PROPONENTE: **EOLO 3W SICILIA S.r.l.**

Viale Liegi, 7
00198 Roma (RM) - ITALY



STUDIO DELLA GITTATA MASSIMA DEGLI ELEMENTI ROTANTI	Cod. Elaborato: R.T._SGMER	
	Doc. n°: 01 di 02	
	Data: 10/2019	Rev. n°: 00

1.8. FONTI BIBLIOGRAFICHE

Si riporta di seguito l'elenco (non esaustivo) delle principali fonti bibliografiche di riferimento consultate ai fini della redazione della presente Relazione Tecnica specialistica:

1. Linee guida per la valutazione della compatibilità ambientale – paesaggistica Impianti di produzione ad energia eolica”, ARPA Puglia; Maggio 2013;
2. Health effects and wind turbines: A review of the literature, Knopper L D and Ollson CA. – Environmental Health, 10:78; 2011;
3. Adverse health effects of industrial wind turbines: a preliminary report, Nissenbaum M, Aramini J, Hanning C – 10th International Congress on Noise as a Public Health Problem (ICBEN); London, UK; 2011;
4. Wind Turbine Health Impact Study: Report of Independent Expert Panel (January 2012) Prepared for: Massachusetts Department of Environmental Protection; Massachusetts Department of Public Health;
5. Wind Turbine Syndrome. A Report on a Natural Experiment, Pierpont N.; 2009;
6. “VESTAS V80 BLADE THROW CALCULATION UNDER NORMAL OPERATING CONDITIONS”, PB Power Ltd. (July 2001);
7. “VESTAS 0067-7060_V00 - General Description 4MW Platform”, Par. 8.1., VESTAS;
8. “VESTAS 0065-1415 V00 - Technical description of a 67 m blade”, VESTAS;
9. “VESTAS 0059-1120 V02 - Lightning protection and EMC”, VESTAS.

STUDIO DELLA GITTATA MASSIMA DEGLI ELEMENTI ROTANTI	Cod. Elaborato: R.T._SGMER	
	Doc. n°: 01 di 02	
	Data: 10/2019	Rev. n°: 00

Luogo e Data

San Severo, ottobre 2019

Ing. Michele R.G. Curtotti



Ing. Fabio Coccia



PROPONENTE: **EOLO 3W SICILIA S.r.l.**

Viale Liegi, 7
00198 Roma (RM) - ITALY



STUDIO DELLA GITTATA MASSIMA DEGLI ELEMENTI ROTANTI Impianto per la produzione di energia elettrica da fonte eolica "TROIA" da n° 6 WTGs, da realizzarsi in agro del Comune di Troia (FG), Regione Puglia, in località "Cancarro".	Cod. Elaborato: R.T._SGMER	
	Doc. n°: 02 di 02	
	Data: 10/2019	Rev. n°: 00

Tavola n. 1	Potenziali Ricettori sensibili alla Gittata massima degli elementi rotanti (1° fase) su Ortofoto
--------------------	---

PROPONENTE: **EOLO 3W SICILIA S.r.l.**

Viale Liegi, 7
00198 Roma (RM) - ITALY





Legenda



area buffer gittata pala intera



area buffer gittata frammento 10 m.



area buffer gittata frammento 5 m.

Comune di Troia (FG)

Eolo 3W Sicilia S.r.l

PROGETTO DEFINITIVO

Impianto per la produzione di energia elettrica da fonte eolica

OGGETTO:

Potenziali Ricettori Sensibili alla gittata (1° fase)

PROGETTISTA:



DIRETTORE DEI LAVORI:

PROPRIETA':

REV.	ELABORATO	VERIFICATO	APPROVATO	DESCRIZIONE	DATA
0	A. Palocci	A. Palocci	M. Lucchesi	Emissione	18.10.2019

<small>.../San Severo_innoxylogo.sc.org</small> <small>Via B. degli Uberti, 10 - 71016 San Severo (FG)</small> <small>ing.auri@sansevero.com - studiourb@sansevero.com</small>	<p>DATA: 28.10.2019</p> <p>Cod. Commessa: 99147</p> <p>SCALA: 1:10</p>	<p>Cod. Tavola:</p> <p>1</p>
--	--	-------------------------------------