



REGIONE CAMPANIA
PROVINCIA DI BENEVENTO
COMUNE DI CASALDUNI



VARIANTE AL PROGETTO DI UN IMPIANTO DI PRODUZIONE DI ENERGIA ELETTRICA DA FONTE EOLICA E RELATIVE OPERE DI CONNESSIONE ALLA RETE ELETTRICA DA REALIZZARSI NEL COMUNE DI CASALDUNI (BN)

Sezione:

SEZIONE 1- RELAZIONI TECNICHE

Titolo elaborato:

RELAZIONE SULLA GITTATA

N. Elaborato: 1.3

Scala:

Committente

PARCO EOLICO CASALDUNI HOUSE S.r.l.

Parco Eolico Casalduni House srl

sede legale e operativa
Viale Abruzzo n.140 - 66100 Chieti (CH)
P.IVA 01527100620

Progettazione



sede legale e operativa
San Giorgio Del Sannio (BN) via de Gasperi 61
sede operativa
Lucera (FG) S.S.17 loc. Vaccarella snc c/o Villaggio Don Bosco
P.IVA 01465940623
Azienda con sistema gestione qualità Certificato N. 50 100 11873



Progettista

Dott. Ing. Nicola Forte



Rev.	Data	Elaborazione	Approvazione	Emissione	DESCRIZIONE	
00	MAGGIO 2018	AB sigla	AB sigla	NF sigla	Proposta di variante	
Nome File sorgente		GE.PLD01.PDV.1.3.dwg	Nome file stampa		GE.PLD01.PDV.1.3.pdf	Formato di stampa A4

INDICE

1. INTRODUZIONE	2
2. IPOTESI	3
3. CALCOLO	4
3.1 Calcolo del baricentro	4
3.2 Calcolo della velocità periferica	4
3.3 Calcolo di hG	5
4. CALCOLO DELLA LEGGE DEL MOTO	6
5. CONCLUSIONI	8

	ANALISI DEGLI EFFETTI DELLA ROTTURA DEGLI ORGANI ROTANTI	Codice Data creazione Data ultima modif. Revisione Pagina	GE.PLD.PDV1.3. 10/05/2018 16/05/2018 00 2 di 8
---	---	---	--

1. INTRODUZIONE

Oggetto della presente relazione è la stima della gittata relativa alla proposta di adeguamento progetto d'impianto eolico previsto nel territorio del Comune di Casalduni in località Diruggio-Mastarzo – Pip – Collemarino – Fortunato – Zingolella - Acquaro, con opere di connessione (stazione di utenza e collegamento alla RTN) nel comune di Pontelandolfo (BN) progetto autorizzato con Decreto di Giunta regionale della Campania n.28 del 22/03/2016 e Decreto Dirigenziale n.10 del 22/02/2017.

Nella proposta di adeguamento si prevede l'installazione dei seguenti 10 aerogeneratori di potenza installata complessiva è pari a 34,65 MW rispetto a 12 turbine autorizzate con potenza complessiva paria 36 MW.

L'autorizzazione prevedeva l'installazione di 12 aerogeneratori con altezza al mozzo pari a 94 m e diametro 112 m. Tuttavia la tecnologia attuale permette di raggiungere potenze quasi doppie per singolo aerogeneratore, riducendo l'occupazione territoriale, per cui si è scelto di installare aerogeneratori di potenza pari a 3,465 MW, con altezza al mozzo pari a 114m e diametro 132m, al fine di consentire una maggiore produzione di energia rinnovabile, quasi a parità di potenza (di poco inferiore a quella autorizzata), e con una occupazione di suolo notevolmente inferiore.

Proponente del progetto è la società Parco Eolico Casalduni House srl (PCH).

Si riportano di seguito le coordinate in formato UTM (WGS84) e GAUSS BOAGA delle posizioni degli aerogeneratori. Si rappresenta che la variante proposta ha previsto l'eliminazione di 2 aerogeneratori, mentre i restanti 10, rimarranno nelle medesime posizioni già autorizzate:

COORDINATE AEROGENERATORI CASALDUNI (BN)				
WTG	WGS84 (fuso 33)		GAUSS-BOAGA	
	EST	NORD	EST	NORD
1	476.843,00	4.566.597,00	2.496.851,30	4.566.603,34
3	477.075,00	4.566.896,00	2.497.083,01	4.566.901,82
4	477.100,00	4.567.249,00	2.497.108,43	4.567.255,75
5	477.149,00	4.567.554,00	2.497.157,27	4.567.560,63
7	476.089,00	4.568.672,00	2.496.097,21	4.568.678,33
8	473.366,00	4.569.187,00	2.493.373,94	4.569.193,16
9	473.178,00	4.569.405,00	2.493.186,46	4.569.411,45
10	472.970,00	4.569.579,00	2.492.977,56	4.569.585,32
11	472.747,00	4.569.286,00	2.492.755,00	4.569.292,74
13	472.024,00	4.569.333,00	2.492.031,91	4.569.339,53
14	472.000,00	4.569.640,00	2.492.010,33	4.569.649,30
18	471.709,00	4.569.417,00	2.491.718,99	4.569.426,08

TURBINA WTG1
ELIMINATA IN

TURBINA WTG7
ELIMINATA IN

Tabella 1 Coordinate aerogeneratori con evidenza delle Wtg01 e 07 eliminate in proposta di variante

	ANALISI DEGLI EFFETTI DELLA ROTTURA DEGLI ORGANI ROTANTI	Codice Data creazione Data ultima modif. Revisione Pagina	GE.PLD.PDV1.3. 10/05/2018 16/05/2018 00 3 di 8
---	---	---	--

Le condizioni al contorno considerate per il calcolo in esame, sono le più gravose possibili, in modo da porsi nella situazione maggiormente cautelativa.

Il calcolo della gittata viene effettuato nelle condizioni più penalizzanti , ovvero:

- Alla velocità massima del rotore assunta a 12,8 giri/minuto per G132;
- Nel punto di ascissa e ordinata in cui la gittata è massima, con angolo $=-\pi/4$;
- Con il centro di massa posizionato ad 1/3 della lunghezza della pala, in prossimità del mozzo;

Le turbine autorizzate (Vestas V112) prevedevano un numero di giri al minuto pari a 17,6 giri al minuto .

La velocità al rotore per le turbine proposte (tipo Gamesa G132) è pari a 12,8 quindi inferiore a quella della turbina autorizzata .

2. IPOTESI

Per il calcolo della massima gittata si considerano le seguenti ipotesi:

- Il moto del sistema considerato è quello di un sistema rigido non vincolato (modello che approssima la pala nel momento del distacco).
- Si ritengono trascurabili le forze ed il momento di resistenza dovute al mezzo in cui si svolge il moto (aria).
- Si suppone che la pala si rompa nel punto di attacco al mozzo; nella posizione tale da avere una velocità periferica inclinata a 45° (posizione corrispondente alla massima gittata) rispetto ad un sistema di riferimento orizzontale passante per il baricentro e con asse verticale parallelo all'asse della torre, così come si evince dalla figura successiva.

Per l'aerogeneratore previsto nel progetto in esame è del tipo Gamesa G132 (con altezza al mozzo H: 114 mt.), si considerano :

AEROGENERATORE G132
Altezza H = 114m
Diametro rotore D = 132 m
Giri _{max} al minuto 12.8 RPM

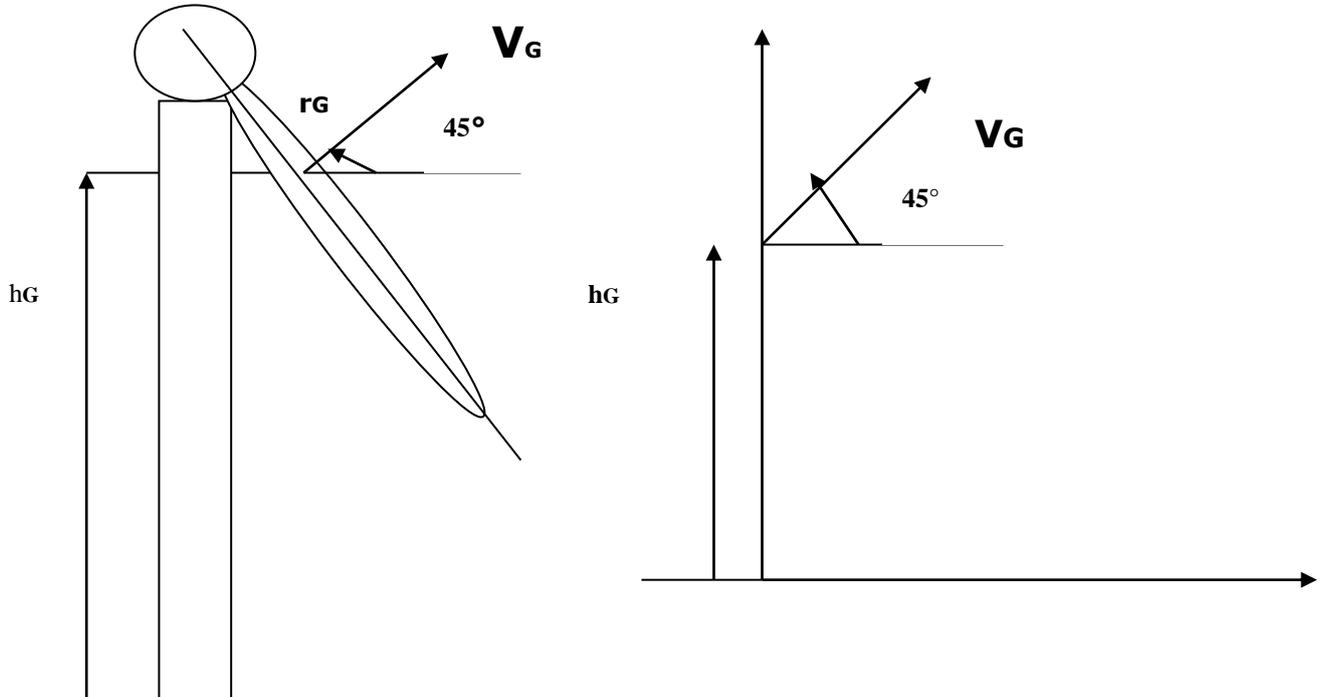
	ANALISI DEGLI EFFETTI DELLA ROTTURA DEGLI ORGANI ROTANTI	Codice Data creazione Data ultima modif. Revisione Pagina	GE.PLD.PDV1.3. 10/05/2018 16/05/2018 00 4 di 8
---	---	---	--

3. CALCOLO

Lo schema adottato per il calcolo è il seguente, avendo indicato con G il baricentro del sistema avremo:

r_G = raggio del baricentro

V_G = velocità periferica del baricentro



Prima di effettuare il calcolo della gittata, calcoliamo dei parametri che ci serviranno per il prosieguo dello stesso.

3.1 Calcolo del baricentro

Date le caratteristiche geometriche della pala, e considerata la distribuzione dei pesi lungo il profilo della stessa, possiamo ritenere con buona approssimazione che il baricentro sia posizionato ad un terzo rispetto alla lunghezza della pala, cioè ad $r_{G1} = 22.00$ m per un aerogeneratore del tipo di quello previsto in progetto.

3.2 Calcolo della velocità periferica

Per Gamesa G132 il dato di partenza è $n = 12.8$ giri/min che corrisponde ad una velocità angolare

$$\omega = \frac{2\pi n}{60} = 1.34 \text{ rad} / s$$

La legge con cui varia la velocità periferica, ossia il dato che utilizzeremo per il calcolo, ha un andamento che varia linearmente lungo il profilo della pala con il raggio.

Per cui la velocità del baricentro sarà pari a $V_G = 29.47$ m/s essendo V_G pari a ωr_G .

	ANALISI DEGLI EFFETTI DELLA ROTTURA DEGLI ORGANI ROTANTI	Codice Data creazione Data ultima modif. Revisione Pagina	GE.PLD.PDV1.3. 10/05/2018 16/05/2018 00 5 di 8
---	---	---	--

3.3 Calcolo di hG

Il calcolo della proiezione del baricentro sull'asse verticale, viene valutato nell'ipotesi in cui il distacco avvenga, come anzidetto nelle condizioni più gravose, cioè a 45° rispetto alla verticale.

Il valore di hG è pari all'altezza dell'intera torre meno il valore della proiezione di rG sulla verticale ossia:

$$\mathbf{hg = H - (rG * \cos 45^\circ)}$$

da cui per Gamesa G132 con 114 m al mozzo sarà pari a : **hg = 129,56m**

Dove H è l'altezza della torre.

	ANALISI DEGLI EFFETTI DELLA ROTTURA DEGLI ORGANI ROTANTI	Codice Data creazione Data ultima modif. Revisione Pagina	GE.PLD.PDV1.3. 10/05/2018 16/05/2018 00 6 di 8
---	---	---	--

4. CALCOLO DELLA LEGGE DEL MOTO

Adesso siamo in grado di esprimere la legge del moto.

Supponiamo di trovarci nel caso notevole di un proiettile non puntiforme.

Le equazioni che governano il moto sono rispettivamente la prima e la seconda equazione della dinamica:

$$1) \quad Mg = Ma_G$$

$$2) \quad 0 = I \frac{d\omega}{dt}$$

Supponendo di concentrare tutto il peso nel centro di massa della pala, il momento della forza peso è nullo, avendo scelto G come polo per il calcolo dei momenti.

Pertanto la seconda equazione ci dice che il corpo durante la traiettoria che percorre, si mette a girare indisturbato intorno al suo asse principale di inerzia.

La soluzione al problema ci viene allora dalla risoluzione della prima equazione. Questa ci evidenzia che la pala si muoverà con il moto di un proiettile puntiforme, pertanto ne compirà il caratteristico moto parabolico.

Per calcolare l'equazione della traiettoria, bisogna proiettare le caratteristiche dinamiche sui tre assi, integrarle tenendo conto delle condizioni iniziali (velocità del baricentro al momento del distacco) e con facili calcoli giungere al valore della gittata espresso dalla seguente:

$$G \max = \frac{V_G^2}{g} \sin 45^\circ \cdot \cos 45^\circ \left(1 \pm \sqrt{1 + \frac{2gh_G}{V_G^2 \sin^2 45^\circ}} \right)$$

scegliendo ovviamente il risultato che ha senso fisicamente (il segno +) avremo un valore numerico :

- Per Gamesa G132 con 114 m al mozzo si avrà un valore di circa **160.18m**.

Questo rappresenta il valore della gittata nelle condizioni più gravose, ossia rappresenta la distanza alla quale cade il baricentro della pala, a partire dalla base della torre.

Nota la posizione di quest'ultimo, date le caratteristiche geometriche della pala precedentemente valutate, si può calcolare il punto in cui cade il vertice della pala stessa.

Supponendo di prendere in considerazione sempre l'ipotesi più pericolosa, ossia quella in cui la pala cadendo si disponga con la parte più lontana dal baricentro (la punta) verso l'esterno, sommando a Gmax per ogni tipo di aerogeneratore rispettivamente i due 2/3 della pala, si ottengono:

- Gittata pala = **204 m**

Tale valore rappresenta il punti più distanti di caduta della pala.

	ANALISI DEGLI EFFETTI DELLA ROTTURA DEGLI ORGANI ROTANTI	Codice Data creazione Data ultima modif. Revisione Pagina	GE.PLD.PDV1.3. 10/05/2018 16/05/2018 00 7 di 8
---	---	---	--

È comunque presumibile che il valore reale, ossia quello calcolato tenendo conto della resistenza dell'aria sia inferiore. Resta comunque inferiore al valore di gittata calcolato per la torre autorizzata che risulta pari a 226m

Tabella 4: Tabella di sintesi dei risultati G132 h mozzo 114m

	Tipo G132
H [m]	114
D [m]	132
Rg [m]	22.00
Omega [giri/min]	1.34
Vg [m/s]	29.47
Hg [m]	129.56
Gittata max baricentro [m]	160.182
Punto di caduta più distante [m]	204

Tabella 5: Tabella di sintesi dei risultati per torri autorizzate V112 h mozzo 94m

	Tipo V112
H [m]	94
D [m]	112
Rg [m]	18.67
Omega [giri/min]	1.84
Vg [m/s]	34.39
Hg [m]	107.20
Gittata max baricentro [m]	188.92
Punto di caduta più distante [m]	226

	ANALISI DEGLI EFFETTI DELLA ROTTURA DEGLI ORGANI ROTANTI	Codice Data creazione Data ultima modif. Revisione Pagina	GE.PLD.PDV1.3. 10/05/2018 16/05/2018 00 8 di 8
---	---	---	--

5. CONCLUSIONI

Dai calcoli eseguiti si evince che nelle condizioni più gravose il vertice della pala del rotore può raggiungere una distanza di **204 m inferiore a quella che si aveva per turbine autorizzate pari a 226 m. Pertanto in termini di impatto per la gittata con la nuova soluzione progettuale le condizioni risultano migliorative.**

I valori sono da imputare essenzialmente alla bassa velocità angolare delle macchine previste in progetto, macchine di nuova generazione il che implica una velocità periferica di distacco molto bassa.

Resta inteso che è da ritenere molto remota la possibilità di distacco e che quindi l'impianto proposto possa arrecare danni alla salute pubblica.