

INDICE

1. INTRODUZIONE	3
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	ME.RIP01.PD.CNSIA04 18/12/2012 03/01/2013 00 3 di 8
---	---	---	---

1. INTRODUZIONE

Il presente progetto riguarda la realizzazione di una torre eolica nel comune di Ripacandida, in località "Contrada Veglia".

Il presente studio, in particolare, in conformità a quanto richiesto dal PIEAR è stato redatto al fine di illustrare la procedura per il calcolo della gittata massima di una pala di un aerogeneratore nell'ipotesi di distacco della stessa nel punto di serraggio sul mozzo, punto di maggiore sollecitazione, per evidente effetto di intaglio, dovuto al collegamento.

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

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.

L'aerogeneratore previsto nel progetto in esame è del tipo Enercon 82, le cui caratteristiche salienti sono riportate nella tabella a seguire:

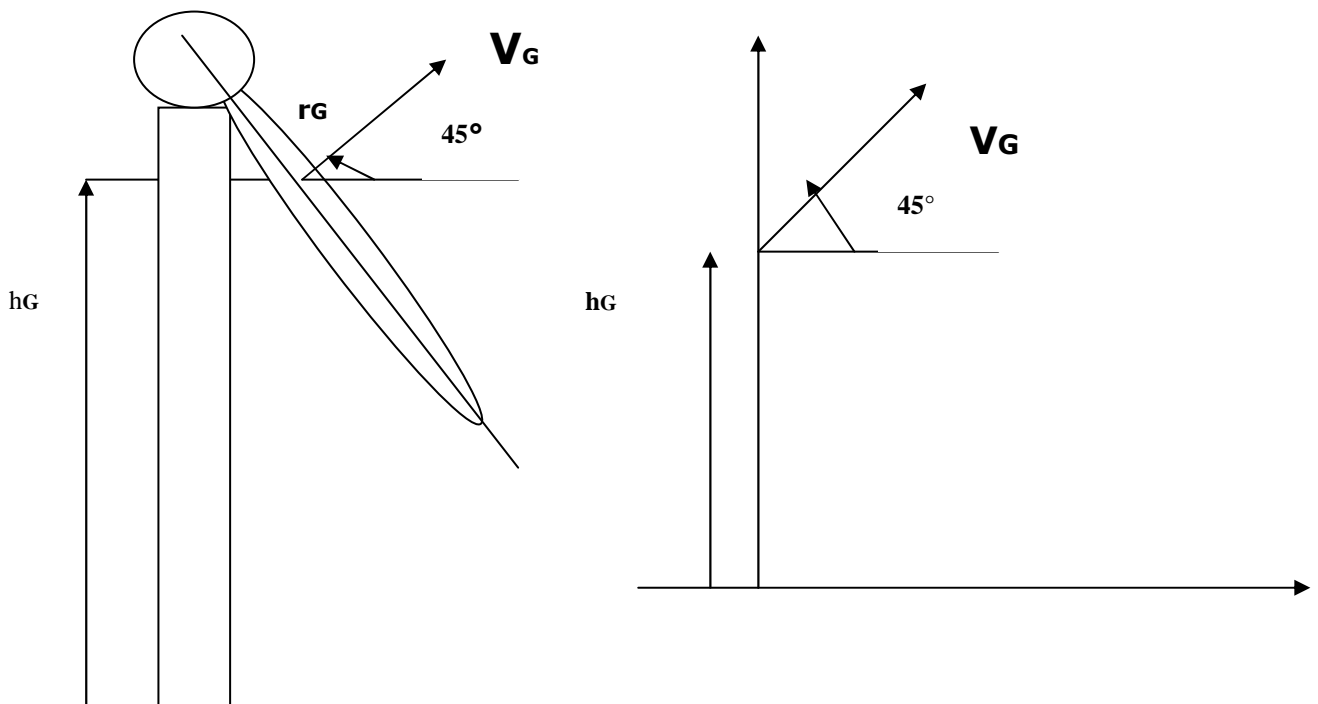
AEROGENERATORE
Altezza H = 73,3
Diametro rotore D = 53 m
Giri _{max} al minuto 20,9

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 $r_{G1} = 13,67 \text{ m}$ per un aerogeneratore del tipo di quello previsto in progetto.

3.2 Calcolo della velocità periferica

Il dato di partenza è $n = 20,9 \text{ giri/min}$ che corrisponde ad una velocità angolare

$$\omega = \frac{2\pi n}{60} = 1,56 \text{ rad / s}$$

	ANALISI DEGLI EFFETTI DELLA ROTTURA DEGLI ORGANI ROTANTI	Codice Data creazione Data ultima modif. Revisione Pagina	ME.RIP01.PD.CNSIA04 18/12/2012 03/01/2013 00 5 di 8
---	---	---	---

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 **VG = 19,32 m/s** essendo VG pari a $\omega \cdot r_G$.

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:

$$h_g = H - (r_G \cdot \cos 45^\circ)$$

da cui: **hg = 79.55 m**

Dove H è l'altezza della torre.

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:

$$1) Mg = Ma_G$$

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

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 di circa **77.25 m**.

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.

Le possibilità contemplate sono due.

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:

$$\text{Gittata pala} = 77.25 + 17.35 = \mathbf{95m}$$

valore che rappresenta il punto più distante di caduta della pala.

	ANALISI DEGLI EFFETTI DELLA ROTTURA DEGLI ORGANI ROTANTI	Codice Data creazione Data ultima modif. Revisione Pagina	ME.RIP01.PD.CNSIA04 18/12/2012 03/01/2013 00 7 di 8
---	---	---	---

È comunque presumibile che il valore reale, ossia quello calcolato tenendo conto della resistenza dell'aria sia inferiore.

Tabella 1: Tabella di sintesi dei risultati

H [m]	73,3
D [m]	53
Rg [m]	8.83
Omega [rad/sec]	2,19
Vg [m/s]	19.32
Gittata max baricentro [m]	77.25
Punto di caduta più distante [m]	95

 TENPROJECT	ANALISI DEGLI EFFETTI DELLA ROTTURA DEGLI ORGANI ROTANTI	Codice Data creazione Data ultima modif. Revisione Pagina	ME.RIP01.PD.CNSIA04 18/12/2012 03/01/2013 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 circa **95 m**. I valori abbastanza contenuti 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.

In un intorno di ampiezza pari a 95 m dalle pale di progetto non ricadono recettori o strade interessate da traffico intenso (SP e SS).Pertanto, è da escludere che l'impianto proposto possa arrecare danni alla salute pubblica per distacco accidentale di una pala.