

PROPONENTE:

**D&D Costruzioni s.r.l.**

Sede in:

Viale Aleardo Aleardi, 1/D - 50124 Firenze, Italia

Pec: costruzionided@pec.it



PROVINCIA DI  
NUORO



PROVINCIA  
DEL SUD  
SARDEGNA



COMUNE DI  
USSASSAI



COMUNE DI  
SEUI



COMUNE DI  
ESCALAPLANO



COMUNE DI  
ESTERZILI



REGIONE  
AUTONOMA DELLA  
SARDEGNA

OGGETTO:

PROGETTO DEFINITIVO DI UN IMPIANTO EOLICO COMPOSTO DA 6 AEROGENERATORI CON POTENZA COMPLESSIVA DI 36 MW, DENOMINATO "SU CASTEDDU", NEL COMUNE DI USSASSAI (NU) E OPERE CONNESSE NEI COMUNI DI USSASSAI (NU), SEUI (SU), ESTERZILI (SU) ED ESCALAPLANO (SU)

NOME ELABORATO:

**ANALISI DEGLI EFFETTI DELLA ROTTURA DEGLI ORGANI ROTANTI**

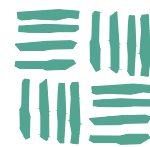
PROGETTO SVILUPPATO DA:

**AGREENPOWER s.r.l.**

Sede legale: Via Serra, 44

09038 Serramanna (SU) - ITALIA

Email: info@agreenpower.it



**agreenpower** s.r.l.

GRUPPO DI LAVORO:

Ing. Simone Abis  
Dott. Ing. Fabio Sirigu  
Dott. Ing. Daniele Cabiddu  
Arch. Roberta Sanna  
Ing. Danilo Marras  
Dott. Gianluca Fadda

COLLABORATORI:

Vamirgeoind Ambiente Geologia e  
Geofisica Srl  
bmp Srl  
Dott. Archeologo Matteo Tatti  
Dott. Geologo Luigi Sanciù  
Dott. Naturalista Francesco Mascia  
Dott. Agronomo Vincenzo Sechi  
Ing. Federico Miscali  
Ing. Vincenzo Carboni

TIMBRO E FIRMA:

SCALA:	CODICE ELABORATO	TIPOLOGIA	FASE PROGETTUALE			
-	REL25	IMPIANTO EOLICO	DEFINITIVO			
FORMATO:						
-						
3						
2						
1						
0	Prima emissione	Marzo 2024	Agreenpower	Agreenpower	Agreenpower	
REV.	DESCRIZIONE	DATA	REDATTO	CONTROLLATO	APPROVATO	



**D&D COSTRUZIONI S.R.L**  
**IMPIANTO EOLICO "SU CASTEDDU"**  
**POTENZA NOMINALE DI 36 MW**

*Comuni di Ussassai (NU), Seui (SU), Esterzili (SU) ed Escalaplano (SU)*

**REL25**  
**ANALISI DEGLI EFFETTI DELLA ROTTURA DEGLI ORGANI ROTANTI**

---

## Indice delle revisioni

Data	Descrizione	Redatto	Verificato	Approvato
Marzo 2024	Prima emissione	Agreenpower srl	Agreenpower srl	Agreenpower srl

## GRUPPO DI LAVORO

Nome e cognome	Ruolo
Dott. Gianluca Fadda	Coordinamento generale, amministrazione
Ing. Simone Abis	Progettazione civile, cartografia, vincolistica
Dott. Ing. Daniele Cabiddu	Progettazione ambientale, vincolistica
Dott. Ing. Fabio Sirigu	Progettazione elettrica
Arch. Roberta Sanna	Progettazione civile, cartografia
Ing. Danilo Marras	Progettazione civile, cartografia

## SOMMARIO

1. PREMESSA.....	4
2. SOGGETTO PROPONENTE E SOCIETÁ DI CONSULENZA.....	5
3. IL FUNZIONAMENTO IN SICUREZZA DELL'AEROGENERATORE.....	5
4. TIPOLOGIE DI INCIDENTI .....	7
5. POSSIBILI CAUSE DI ROTTURA DEGLI ELEMENTI ROTANTI .....	7
1.1. ROTTURA DEL GUSCIO DELLA PALA.....	8
1.2. ROTTURA ALLA RADICE DELLA PALA.....	8
6. FORZE AGENTI SULLA TRAIETTORIA .....	9
7. CALCOLO DELLA GITTATA DELLA PALA.....	9
8. CONCLUSIONI.....	13

## 1. PREMESSA

La presente relazione è relativa al progetto definitivo per la realizzazione di un impianto di produzione di energia elettrica da fonte rinnovabile eolica, denominato "*Su Casteddu*". L'impianto, di tipo *grid-connected*, verrà realizzato su terreni privati di proprietà della Società Proponente e del suo Amministratore Unico, ubicati interamente nel territorio comunale di Ussassai (NU). Il percorso dell'elettrodotto di connessione alla Stazione Elettrica della RTN è previsto invece in terreni ubicati nel Comune di Ussassai (NU), Seui (SU), Esterzili (SU) ed Escalaplano (SU).

Il progetto prevede l'installazione di nr. 6 aerogeneratori del produttore **Vestas**, serie **EnVentus** modello **V162-6.0MW**, con diametro del rotore di 162 m, altezza al mozzo 166 m e altezza massima 247 m, ciascuno di potenza pari a 6.0 MW, per complessivi 36 MW di potenza ai fini dell'immissione in rete, e relative opere connesse. L'impianto eolico sarà connesso alla Rete di Trasmissione Nazionale (RTN) tramite elettrodotto interrato, necessario al convogliamento dell'energia elettrica prodotta dall'impianto alla nuova Stazione Elettrica (SE) della RTN a 150 kV, prevista nel Comune di Escalaplano. L'impianto eolico sarà connesso alla rete elettrica in Alta Tensione per mezzo di un collegamento in antenna a 150 kV sulla nuova SE di smistamento della RTN a 150 kV, come da STMG allegata al preventivo di connessione ricevuto da Terna S.p.A (codice pratica 202303317). Per consentire ciò, verrà realizzata a carico del Proponente una Sottostazione Elettrica Utente (SSEU) di trasformazione MT/AT in prossimità della nuova SE di Terna S.p.A, in comune di Escalaplano.

Il progetto, che ricade negli agri dei comuni di Ussassai, Seui, Esterzili ed Escalaplano, è a favore dello sviluppo sostenibile del territorio in cui si inserisce, coerentemente con l'impegno dell'Italia in ambito internazionale di riduzione delle emissioni di CO<sub>2</sub> nell'atmosfera e anche, nella contingenza dell'emergenza energetica, nell'ambito della gestione razionale dell'energia e della riduzione della dipendenza dall'Estero per l'approvvigionamento di materie prime di tipo tradizionale (olio e gas) o direttamente di energia elettrica.

In riferimento all'art. 7. Incidenti del D.M. 10 settembre 2010 "Linee guida per il procedimento di cui all'art. 12 del DLgs 29 dicembre 2003 n° 387 per l'autorizzazione alla costruzione e all'esercizio di impianti di produzione di elettricità da fonti rinnovabili nonché linee guida tecniche per gli impianti stessi" scopo del presente documento "**REL25 - Analisi degli effetti della rottura degli organi rotanti**" è il calcolo della gittata (ovvero massima distanza dal punto di distacco) della pala e degli eventuali frammenti, in caso di rottura, in relazione alla dimensione, alla velocità di esercizio e all'angolo di distacco in funzione delle dimensioni e caratteristiche dell'aerogeneratore e delle condizioni definibili in fase di progettazione definitiva.

Da un punto di vista strettamente teorico, infatti, il comportamento di un corpo lanciato in atmosfera in presenza di forte vento, potrebbe dar luogo ad effetti di "portanza" che possono prolungare i tempi di volo. L'effetto viscoso dell'aria, d'altra parte, ha un effetto opposto al precedente, frenando notevolmente il corpo.

Considerando perciò la natura della pala, avente un profilo aerodinamico, lo studio del moto risulta complesso, per la determinazione di tutte le forze e i momenti che nascono al momento del distacco e nell'intersezione con il vento (portanza e resistenza) e può essere completamente sviluppato solo conoscendo con precisione la geometria della pala e le modalità di rottura possibili.

Considerando la posizione dell'aerogeneratore nel territorio e la traiettoria dell'oggetto (pale o frammento di essa) nella direzione del recettore meno lontano si possono valutare i possibili rischi di impatto e verificarne l'insussistenza dovuta alla maggior distanza del recettore stesso dal punto di caduta dell'oggetto.

Tutti questi effetti inducono ad affrontare in questa fase progettuale il problema con modalità semplificata e conservativa, ottenendo quindi valori sicuramente sovrastimati, perciò conservativi, per essere sempre a favore della sicurezza.

## 2. SOGGETTO PROPONENTE E SOCIETÀ DI CONSULENZA

Il Soggetto Proponente l'impianto "*Su Casteddu*" è la società **D&D COSTRUZIONI S.r.l.**, con sede legale in viale Aleardo Aleardi, n. 1/D - 50124, Firenze (FI), di seguito anche "**D&D**".

**D&D** è una realtà dinamica che opera nel campo delle opere edili, con riguardo al restauro, ristrutturazione e risanamento di edifici. La società, specializzata negli interventi su edifici di particolare pregio storico e artistico, ha ottenuto la certificazione DNV-GL (Safety System Certification).

**D&D** è impegnata nel recupero di vecchi fabbricati di proprietà ormai inagibili ubicati nel centro storico di Ussassai, con l'intenzione di riconvertire gli edifici in albergo diffuso, valorizzando al contempo il patrimonio abitativo del paese e creando opportunità di sviluppo occupazionale.

La politica di **D&D** è fortemente votata alla sostenibilità ambientale, sia attraverso la scelta di materiali e tecniche di restauro ecocompatibili che con l'utilizzo di una flotta di veicoli aziendali a trazione elettrica.

**D&D COSTRUZIONI S.R.L.** ha affidato lo sviluppo del progetto alla società di consulenza **Agreenpower S.r.l.**, avente sede legale e operativa in Sardegna in via Serra, 44 - 09038 Serramanna (SU), Cod. Fisc. e P.IVA 03968630925 – REA CA 352875, PEC: rinnovabili@pec.agreenpower.it.

Il team di sviluppo si avvale di professionisti che operano da un decennio nel settore della progettazione e costruzione di impianti di energia da fonti rinnovabili, assicurando competenze e attività che vanno dalla consulenza alle valutazioni tecnico-economiche e ambientali, all'ottenimento delle autorizzazioni, alla progettazione, costruzione e direzione lavori di impianti eolici e fotovoltaici in ambito regionale e nazionale.

## 3. IL FUNZIONAMENTO IN SICUREZZA DELL'AEROGENERATORE

L'aerogeneratore ha diversi sistemi di sicurezza che intervengono automaticamente (o su comando diretto) in caso di venti di estrema intensità sia a protezione degli organi interni alla navicella, sia per evitare il raggiungimento di situazioni "limite" di stress ai componenti.

Le tre pale dell'aerogeneratore sono fissate solidalmente al mozzo, e nell'insieme costituiscono il rotore. Il rotore, quale organo in rotazione è soggetto alla forza centripeta che deve essere equilibrata con l'azione della struttura della torre stessa. Per rendere al minimo possibile la forza centripeta (che proietta la pala in caso di distacco) la pala è costruita in materiali compositi, molto leggeri, che sfruttano le caratteristiche meccaniche così da far fronte ai carichi aerodinamici imposti.

Un primo sistema di controllo aerodinamico, chiamato "imbardata" permette il controllo della

potenza ruotando le pale intorno al loro asse principale, modificando l'orientamento rispetto alla direzione del vento, per offrire allo stesso sempre il medesimo profilo alare garantendo, indipendentemente dalla direzione del vento, un verso orario di rotazione.

È chiaro quindi che, in caso di venti estremi la pala offrirà il suo profilo "di taglio" al vento riducendo al minimo la raccolta dell'energia cinetica del vento stesso, rallentando quindi la velocità di rotazione. Si indica con cut-out la velocità del vento che comporta la modalità di sicurezza della pala. Tale velocità per l'aerogeneratore Vestas, serie EnVentus modello V162-6.0MW è pari a 25m/s.

Durante l'esercizio in condizioni normali il sistema di controllo dell'imbardata fa sì che la pala offra sempre il medesimo profilo alare al vento garantendo, indipendentemente dalla direzione del vento, un verso orario di rotazione.

Nella Fig.1 si riporta la vista e la sezione dell'aerogeneratore con l'indicazione del senso di rotazione delle pale, in relazione alla direzione del vento che, nel disegno è ortogonale alle pale.

## Vestas - V162-6.0MW 162m

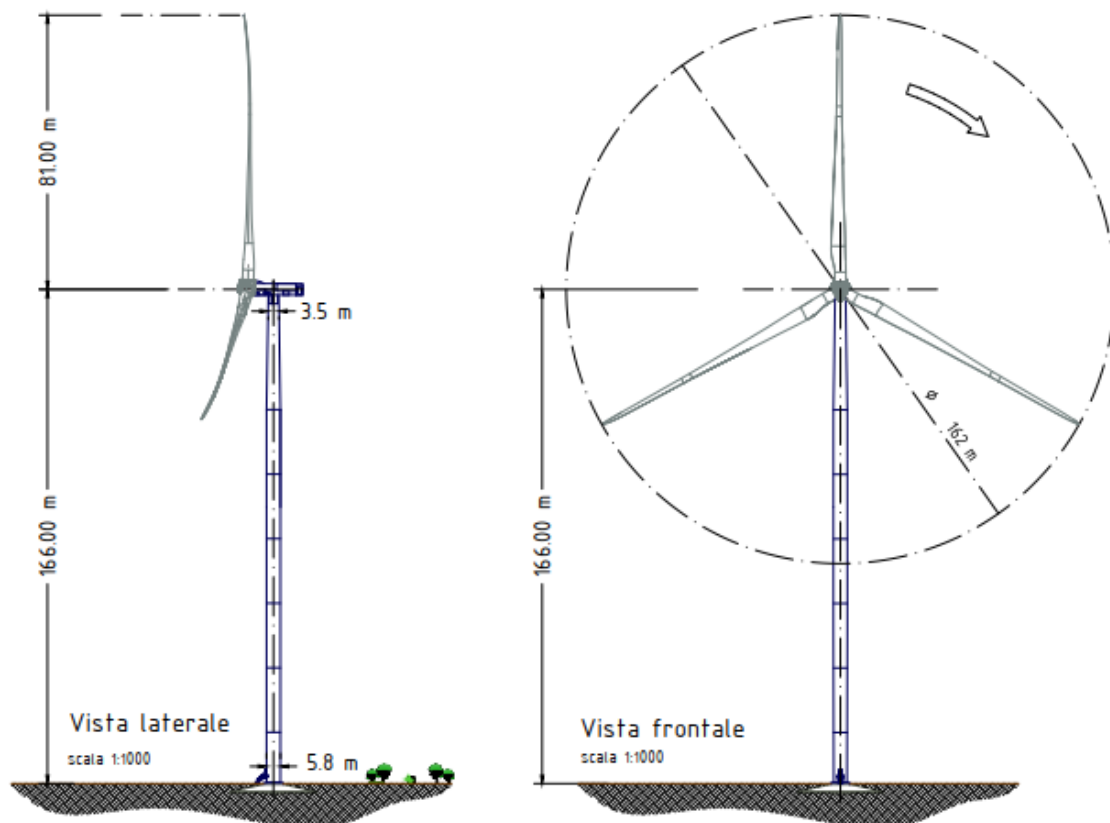


Fig. 1: Dimensioni e senso di rotazione dell'aerogeneratore Vestas, serie EnVentus modello V162-6.0MW

Questa considerazione servirà per fissare in ogni momento il verso della velocità tangenziale, responsabile della gittata nel piano, rispetto a quello della velocità del vento, ortogonale alla velocità tangenziale e a sua volta responsabile della gittata fuori dal piano. Dalla composizione delle due traiettorie si ottiene la traiettoria complessiva che individua la direzione del moto del corpo che si distacca.

## 4. TIPOLOGIE DI INCIDENTI

Considerati i requisiti di sicurezza intrinseci all'aerogeneratore, prodotto nel massimo rispetto delle normative progettuali, tecniche e di costruzione, oltre alle prove sui materiali, all'esperienza diretta grazie all'esercizio di migliaia di turbine eoliche nel Mondo nelle più disperate e sovente estreme condizioni di funzionamento, e sempre in riferimento al D.M. 10 settembre 2010, occorre individuare le cause che potrebbero innescare eventuali incidenti.

Come da letteratura, reports e studi di settore, le cause che influiscono maggiormente sulla probabilità di incidenti di un parco eolico in esercizio sono imputabili ad eventi naturali di straordinaria entità: è necessario quindi contestualizzare l'analisi alle peculiarità meteorologiche della zona di impianto.

Individuate le possibili cause e limitando l'analisi alle tipologie di incidenti legati puramente alla fase di esercizio dell'impianto, più che a quelli legati alla fase costruttiva o di dismissione che verranno trattati in specifici documenti in fase esecutiva, si può affermare che la tipologia di incidente d'interesse è la rottura degli elementi rotanti dell'aerogeneratore, ovvero il distacco di una pala intera o frammenti di essa.

La perdita dell'integrità strutturale dell'aerogeneratore, causata dalla rottura delle pale o della torre o altro si può generare a seguito di:

- **eventi esterni**, come fulminazioni o eccessivi carichi eolici, che sempre si manifestano in concomitanza con condizioni meteorologiche complesse o molto forti o, addirittura, eccezionali, pur con i sistemi di controllo e di sicurezza dell'unità perfettamente operativi;
- **carenze interne** alla macchina per mancato o insufficiente controllo o regolazione dei regimi di funzionamento del rotore durante temporali o tempeste di vento più o meno impetuose e impulsive.

## 5. POSSIBILI CAUSE DI ROTTURA DEGLI ELEMENTI ROTANTI

Le possibili cause di rottura degli elementi rotanti sono riconducibili a tre tipologie:

**Ghiaccio:** l'impianto, pur sviluppandosi a quote variabili tra 880 m s.l.m. e 947 m s.l.m., è localizzato in Sardegna dove la probabilità di formazione di ghiaccio sulle pale in misura tale da provocare il distacco sia considerabile trascurabile.

**Fulmini di grande intensità:** la densità di fulminazione dell'area di interesse è di circa 1.5 fulmini/anno per km<sup>2</sup>. L'area di installazione dell'impianto eolico è da considerarsi a basso rischio di fulminazione. Le probabilità di accadimento di rottura della pala o di parte di essa per l'effetto di un fulmine sono considerabili basse. L'aerogeneratore è dotato peraltro dell'impianto antifulmine.

**Vento di grande intensità, superiore a 25m/s:** il range di funzionamento dell'aerogeneratore è dato dall'intervallo tra il *Cut-in wind speed* valore della velocità del vento per la quale inizia la generazione di energia elettrica e il *Cut-out wind speed*, valore estremo della velocità del vento per il quale intervengono i sistemi di sicurezza (imbardata). Tale intervallo per l'aerogeneratore Vestas, serie EnVentus modello V162-6.0MW è 3m/s – 26m/s. Inoltre, un ulteriore protezione è l'impostazione del *Cut-back-in wind speed* al valore di 25,5m/s che impone la riduzione della velocità di rotazione.

La probabilità di accadimento di incidente, quindi rottura e distacco della pala per l'intensità del vento superiore alla velocità massima per cui è progettata la turbina eolica è molto bassa sia per la



concomitanza del mancato intervento dei sistemi di sicurezza sia per la probabilità di accadimento di una velocità del vento superiore a 25m/s che nell'area vasta dell'impianto è minima (cfr. relazione "REL17 – Stima preliminare della producibilità").

### 1.1. ROTTURA DEL GUSCIO DELLA PALA

La rottura può avvenire per distacco parziale tra i due gusci in vetroresina o per sfogliamento all'estremità di pala che, in ogni caso, non provocherebbe il completo distacco di materiale dal corpo della pala.

Si procede quindi all'analisi e la modellizzazione della gittata della pala nella sua interezza nel caso di distacco dal punto di connessione ovvero l'attacco imbullonato con prigionieri della pala al mozzo, nell'ipotesi, seppur remota, di cedimento di tale attacco.

### 1.2. ROTTURA ALLA RADICE DELLA PALA

Questo tipo di incidente, che comporta il distacco di una pala completa dal rotore dell'aerogeneratore, può essere causato dalla rottura della giunzione bullonata fra la pala e il mozzo.

Le pale sono costituite da una parte strutturale, il longherone, che costituisce l'ossatura, lo scheletro della pala e da due parti esterne, i gusci, che creano la forma, il profilo alare. Le tre parti, il longherone e i due gusci, sono uniti fra loro mediante incollaggio e, alla fine del processo produttivo, costituiscono un corpo unico.

Il longherone è dotato di attacchi filettati che lo collegano al mozzo con bulloni (prigionieri) opportunamente serrati durante l'installazione della pala al mozzo. Il precarico conferito ai prigionieri durante il serraggio ha un'influenza determinante sulla resistenza dei prigionieri stessi ai carichi di fatica, è quindi definito il controllo periodico del serraggio di ogni singolo prigioniero durante le operazioni di manutenzione programmata dell'aerogeneratore come indicata dal Fornitore. L'errata verifica del serraggio ed una plausibile riduzione del precarico possono determinare la rottura per fatica dei bulloni e il distacco della pala.

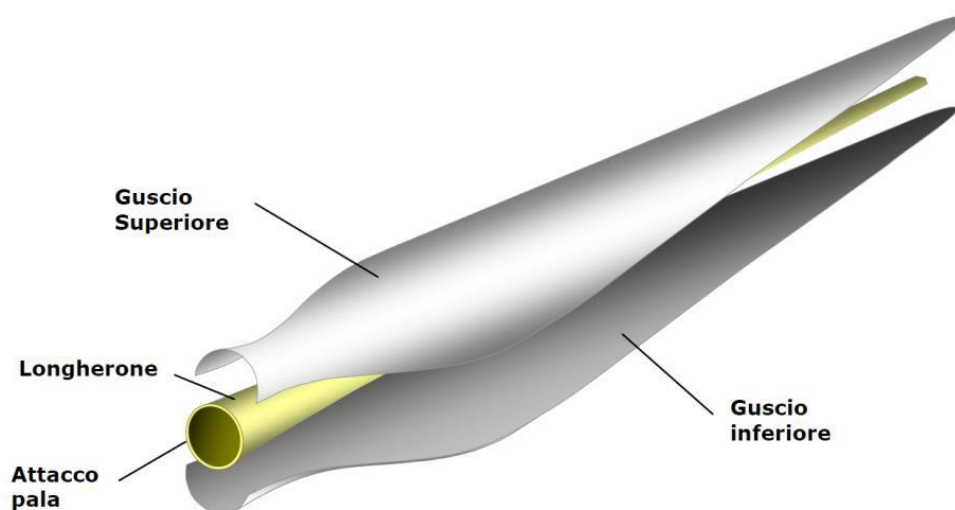


Fig.2: Struttura della pala eolica

Per lo sviluppo dei calcoli di stima della gittata massima dell'intera pala sono state fatte le seguenti ipotesi cautelative:

- il distacco netto ed istantaneo di una intera pala alla base dell'attacco con il rotore;
- il distacco durante il funzionamento dell'aerogeneratore al massimo della velocità di rotazione;
- la velocità del vento costante e pari alla velocità massima di funzionamento durante il "volo" della pala;
- l'assenza di attriti viscosi durante il volo;
- l'assenza di effetti di "portanza" del profilo alare.

## 6. FORZE AGENTI SULLA TRAIETTORIA

La determinazione delle forze e dei momenti agenti sulla pala a causa di una rottura istantanea durante il moto rotazionale è molto complessa e di laboriosa modellizzazione.

La traiettoria iniziale è determinata principalmente dall'angolo di lancio e dalle forze generalizzate inerziali agenti sulla pala che, quando inizierà il suo moto non più solidale al rotore si assume che continuerà a ruotare per il principio della conservazione della quantità di moto, anche se in realtà dipenderà dal modo di distacco, totale e impulsivo o graduale, pur nell'arco di pochissimo tempo.

L'unica forza inerziale agente in questo caso è la forza di gravità. La durata del volo considerato è determinata considerando la velocità verticale iniziale applicata al centro di gravità. Il tempo risultante è usato per calcolare la distanza orizzontale (gittata) nel piano e fuori dal piano. La gittata è determinata dalla velocità orizzontale al momento del distacco.

Non prendendo in considerazione le caratteristiche aerodinamiche proprie della pala, la gittata maggiore si avrebbe nel caso di distacco in corrispondenza della posizione a 45 gradi e di moto "a giavellotto" del frammento. Nella realtà la pala ha una complessità aerodinamica tale per cui il verificarsi di queste condizioni è praticamente impossibile: le forze di resistenza viscosa, le azioni del vento ed il moto di rotazione complesso dovuto al profilo aerodinamico della pala, si oppongono al moto riducendone tempo e distanza di volo.

## 7. CALCOLO DELLA GITTATA DELLA PALA

Si considerano i seguenti dati di input, ovvero le dimensioni dell'aerogeneratore **Vestas**, serie **EnVentus** modello **V162-6.0MW**

- numero di giri al minuto del rotore (velocità massima del rotore a pieno regime):  $n = 9,50$  rpm;
- lunghezza della pala in metri:  $L = 81$ ;
- altezza del mozzo in metri:  $H_{\text{torre}} = 166$ ;
- diametro del rotore in metri:  $D = 162$ .

Il calcolo della Gittata della pala è effettuato in funzione dell'angolo di inclinazione della pala rispetto all'orizzontale, in senso orario e ponendo l'angolo di  $0^\circ$  tra il  $3^\circ$  e  $4^\circ$  quadrante.

La formula di calcolo è la seguente:

Formula della Gittata Massima per angolo compreso tra 0° e 90°

$$G = \frac{V_{x0}(V_{y0} + \sqrt{V_{y0}^2 + 2 * g * HG})}{g} - X_g$$

Dove:

$\alpha$  = Angolo della pala rispetto all'orizzontale (corrisponde all'angolo tra 91° e 180° dell'angolo velocità)

$$HG = H_{\text{torre}} + Y_g$$

$$Y_g = r_g \sin \alpha$$

$r_g$  = posizione del baricentro pari ad 1/3 della lunghezza della pala più raggio mozzo, ovvero

$$r_g = \frac{D}{2} - L + \frac{L}{3}$$

$X_g$  = posizione del baricentro della pala rispetto all'asse della torre

$$X_g = r_g \cos \alpha$$

$$V_{x0} = V_0 \cos (90 - \alpha) = V_0 \sin \alpha$$

$$V_{y0} = V_0 \sin (90 - \alpha) = V_0 \cos \alpha$$

$$V_0 = \omega r_g = (2\pi n r_g)/60$$

$n$  = numero di giri al minuto del rotore

La gittata effettiva risulta dall'applicazione della seguente formula:

Gittata Effettiva

$$G_{\text{eff}} = G + L_g$$

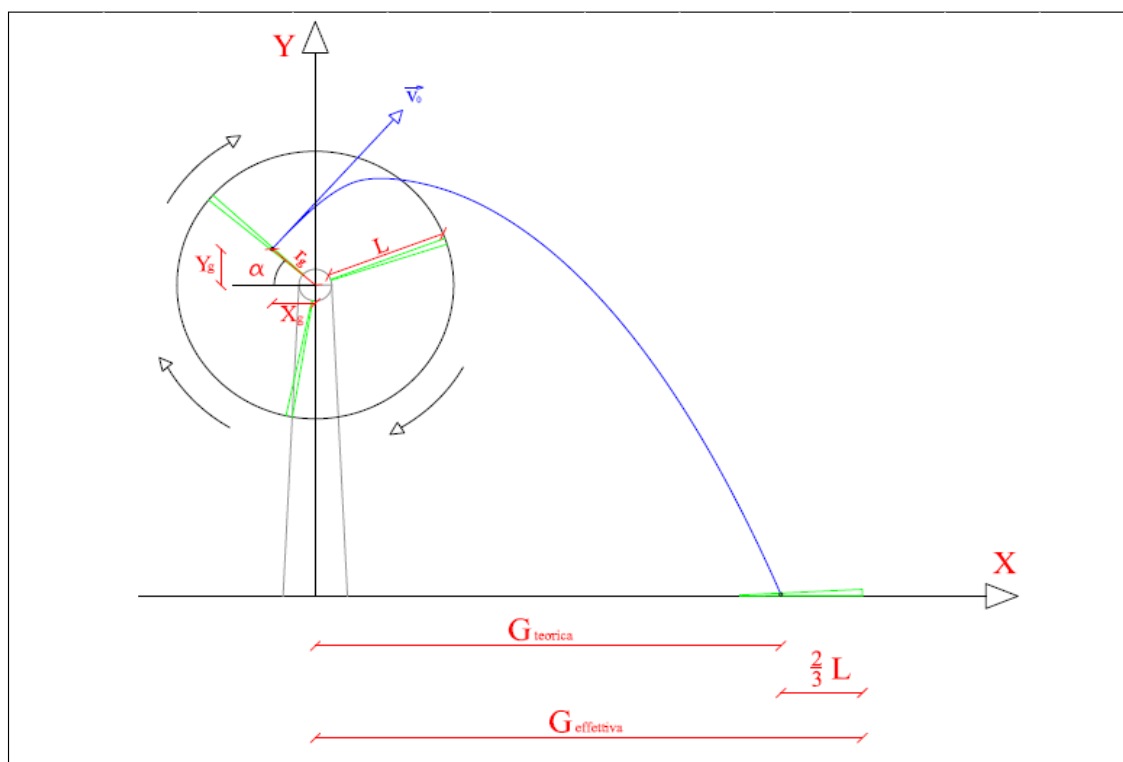


Fig. 3: Schema della gittata per angolo compreso tra 0° e 90°

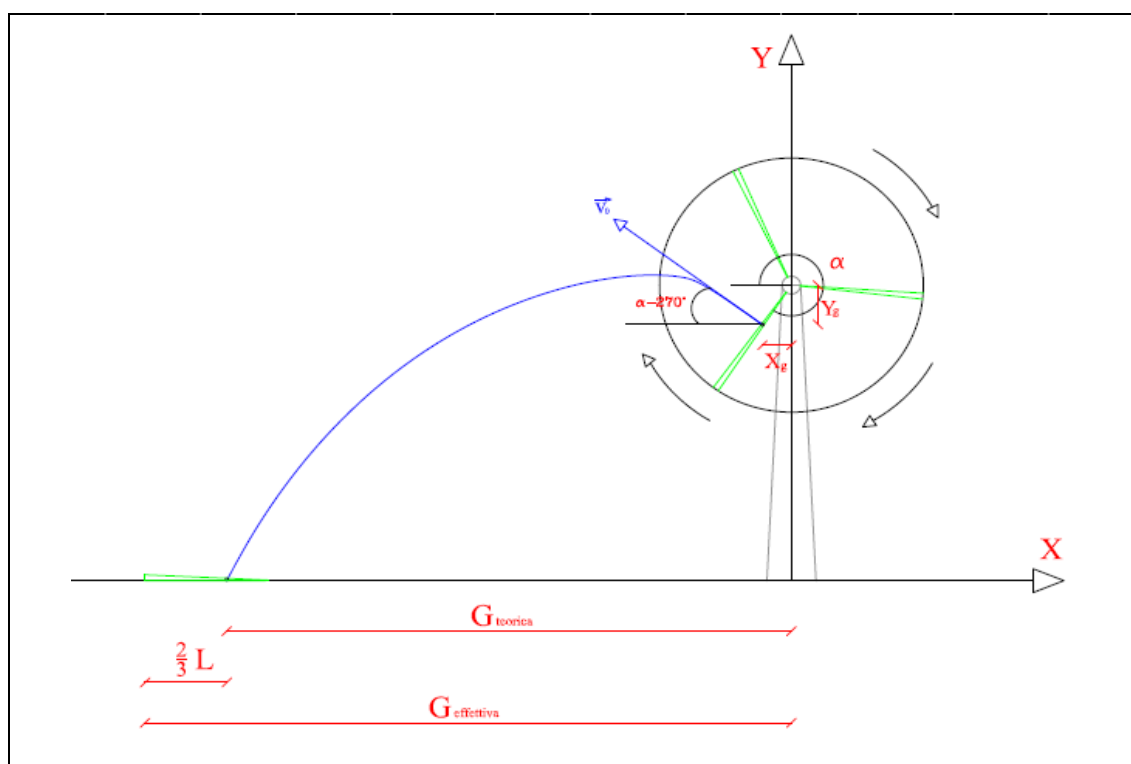


Fig. 4: Schema della gittata per angolo compreso tra 270° e 360°

<b>Formula della Gittata Massima per angolo compreso tra 270° e 260°</b>
$G = \frac{V_{x0}(V_{y0} + \sqrt{V_{y0}^2 + 2 * g * HG})}{g} + X_g$

Dato che abbiamo posto l'angolo 0° tra il 3° e 4° quadrante invertiamo il segno di  $V_{x0}$  e  $X_g$

$$HG = H_{torre} + Y_g$$

$$Y_g = r_g \sin \alpha$$

$$Y_g = r_g \sin (360 - \alpha) = - r_g \sin \alpha$$

$r_g$  = posizione del baricentro pari ad 1/3 della lunghezza della pala più raggio mozzo, ovvero

$$r_g = \frac{D}{2} - L + \frac{L}{3}$$

$X_g$  = posizione del baricentro della pala rispetto all'asse della torre

$$X_g = r_g \cos (360 - \alpha) = r_g \cos \alpha = - r_g \cos \alpha$$

$$V_{x0} = V_0 \cos (\alpha - 270) = - V_0 \sin \alpha = V_0 \sin \alpha$$

$$V_{y0} = V_0 \sin (\alpha - 270) = V_0 \cos \alpha$$

$$V_0 = \omega r_g = (2\pi n r_g) / 60$$

$n$  = numero di giri al minuto del rotore. NB:  $V_{x0}$  è un valore negativo perché verso sinistra

La gittata effettiva risulta dall'applicazione della seguente formula:

<b>Gittata Effettiva</b>
$G_{eff} = G - L_g$

NB:  $G$  è un valore negativo perché verso sinistra.

L'applicazione del modello di calcolo in funzione di ogni grado dell'angolo  $\alpha$  = angolo della pala rispetto all'orizzontale tra 0° e 90° è riportato in Tab.2: Valori della massima gittata della pala per angolo di distacco compreso tra 0° e 90°.

L'applicazione del modello di calcolo in funzione di ogni grado dell'angolo  $\alpha$  = angolo della pala rispetto all'orizzontale tra 270° e 360° è riportato in Tab.2: Valori della massima gittata della pala per angolo di distacco compreso tra 270° e 360°.

I due valori massimi della gittata sono:

$$D_{max} = 228,80 \text{ m per l'angolo di distacco } 75-76^\circ$$

$$D_{max} = 228,80 \text{ m per l'angolo di distacco } 302-303^\circ$$

## 8. CONCLUSIONI

Il calcolo illustrato nei paragrafi precedenti porta ad un valore massimo di gittata arrotondato a 229 m. Pertanto, la gittata massima calcolata garantisce la distanza di sicurezza sia dalle strade Statali, Provinciali e Comunali che dagli immobili con frequentazione diurna presenti nell'area di progetto. Tutti i recettori si trovano ad una distanza superiore ai 229 m.

PARCO EOLICO SU CASTEDDU		
Aerogeneratore	Distanza da Strada Statale, Provinciale (m)	Distanza da recettore significativo (m)
200	942	562
201	1060	758
202	1405	896
203	1552	919
204	940	234
205	1263	718

Tab. 1: Distanze di rispetto per la gittata massima delle pale

Si riportano di seguito le tabelle di calcolo:

Angolo $\alpha$	n	L	H <sub>torre</sub>	v <sub>0</sub>	v <sub>x0</sub>	v <sub>y0</sub>	H <sub>g</sub>	D	r <sub>g</sub>	g	Gittata teorica	X <sub>g</sub>	L <sub>g</sub>	Gittata Effettiva
0	9,50	81,00	166,00	26,86	0,00	26,86	166,00	162	27,00	9,81	-27,00	27,00	54,00	27,00
1	9,50	81,00	166,00	26,86	0,47	26,86	166,47	162	27,00	9,81	-22,70	27,00	54,00	31,30
2	9,50	81,00	166,00	26,86	0,94	26,84	166,94	162	27,00	9,81	-18,38	26,98	54,00	35,62
3	9,50	81,00	166,00	26,86	1,41	26,82	167,41	162	27,00	9,81	-14,05	26,96	54,00	39,95
4	9,50	81,00	166,00	26,86	1,87	26,80	167,88	162	27,00	9,81	-9,72	26,93	54,00	44,28
5	9,50	81,00	166,00	26,86	2,34	26,76	168,35	162	27,00	9,81	-5,38	26,90	54,00	48,62
6	9,50	81,00	166,00	26,86	2,81	26,71	168,82	162	27,00	9,81	-1,05	26,85	54,00	52,95
7	9,50	81,00	166,00	26,86	3,27	26,66	169,29	162	27,00	9,81	3,29	26,80	54,00	57,29
8	9,50	81,00	166,00	26,86	3,74	26,60	169,76	162	27,00	9,81	7,61	26,74	54,00	61,61
9	9,50	81,00	166,00	26,86	4,20	26,53	170,22	162	27,00	9,81	11,93	26,67	54,00	65,93
10	9,50	81,00	166,00	26,86	4,66	26,45	170,69	162	27,00	9,81	16,24	26,59	54,00	70,24
11	9,50	81,00	166,00	26,86	5,13	26,37	171,15	162	27,00	9,81	20,53	26,50	54,00	74,53
12	9,50	81,00	166,00	26,86	5,58	26,27	171,61	162	27,00	9,81	24,81	26,41	54,00	78,81
13	9,50	81,00	166,00	26,86	6,04	26,17	172,07	162	27,00	9,81	29,06	26,31	54,00	83,06
14	9,50	81,00	166,00	26,86	6,50	26,06	172,53	162	27,00	9,81	33,30	26,20	54,00	87,30
15	9,50	81,00	166,00	26,86	6,95	25,95	172,99	162	27,00	9,81	37,50	26,08	54,00	91,50
16	9,50	81,00	166,00	26,86	7,40	25,82	173,44	162	27,00	9,81	41,68	25,95	54,00	95,68
17	9,50	81,00	166,00	26,86	7,85	25,69	173,89	162	27,00	9,81	45,82	25,82	54,00	99,82

Angolo $\alpha$	n	L	H <sub>torre</sub>	v <sub>0</sub>	v <sub>x0</sub>	v <sub>y0</sub>	H <sub>g</sub>	D	r <sub>g</sub>	g	Gittata teorica	X <sub>g</sub>	L <sub>g</sub>	Gittata Effettiva
18	9,50	81,00	166,00	26,86	8,30	25,55	174,34	162	27,00	9,81	49,94	25,68	54,00	103,94
19	9,50	81,00	166,00	26,86	8,74	25,40	174,79	162	27,00	9,81	54,01	25,53	54,00	108,01
20	9,50	81,00	166,00	26,86	9,19	25,24	175,23	162	27,00	9,81	58,05	25,37	54,00	112,05
21	9,50	81,00	166,00	26,86	9,63	25,08	175,68	162	27,00	9,81	62,04	25,21	54,00	116,04
22	9,50	81,00	166,00	26,86	10,06	24,90	176,11	162	27,00	9,81	65,99	25,03	54,00	119,99
23	9,50	81,00	166,00	26,86	10,50	24,73	176,55	162	27,00	9,81	69,90	24,85	54,00	123,90
24	9,50	81,00	166,00	26,86	10,93	24,54	176,98	162	27,00	9,81	73,75	24,67	54,00	127,75
25	9,50	81,00	166,00	26,86	11,35	24,34	177,41	162	27,00	9,81	77,55	24,47	54,00	131,55
26	9,50	81,00	166,00	26,86	11,77	24,14	177,84	162	27,00	9,81	81,30	24,27	54,00	135,30
27	9,50	81,00	166,00	26,86	12,19	23,93	178,26	162	27,00	9,81	85,00	24,06	54,00	139,00
28	9,50	81,00	166,00	26,86	12,61	23,72	178,68	162	27,00	9,81	88,64	23,84	54,00	142,64
29	9,50	81,00	166,00	26,86	13,02	23,49	179,09	162	27,00	9,81	92,21	23,61	54,00	146,21
30	9,50	81,00	166,00	26,86	13,43	23,26	179,50	162	27,00	9,81	95,73	23,38	54,00	149,73
31	9,50	81,00	166,00	26,86	13,83	23,02	179,91	162	27,00	9,81	99,18	23,14	54,00	153,18
32	9,50	81,00	166,00	26,86	14,23	22,78	180,31	162	27,00	9,81	102,57	22,90	54,00	156,57
33	9,50	81,00	166,00	26,86	14,63	22,53	180,71	162	27,00	9,81	105,89	22,64	54,00	159,89
34	9,50	81,00	166,00	26,86	15,02	22,27	181,10	162	27,00	9,81	109,14	22,38	54,00	163,14
35	9,50	81,00	166,00	26,86	15,41	22,00	181,49	162	27,00	9,81	112,32	22,12	54,00	166,32
36	9,50	81,00	166,00	26,86	15,79	21,73	181,87	162	27,00	9,81	115,43	21,84	54,00	169,43
37	9,50	81,00	166,00	26,86	16,17	21,45	182,25	162	27,00	9,81	118,47	21,56	54,00	172,47
38	9,50	81,00	166,00	26,86	16,54	21,17	182,62	162	27,00	9,81	121,43	21,28	54,00	175,43
39	9,50	81,00	166,00	26,86	16,90	20,87	182,99	162	27,00	9,81	124,32	20,98	54,00	178,32
40	9,50	81,00	166,00	26,86	17,27	20,58	183,36	162	27,00	9,81	127,13	20,68	54,00	181,13
41	9,50	81,00	166,00	26,86	17,62	20,27	183,71	162	27,00	9,81	129,87	20,38	54,00	183,87
42	9,50	81,00	166,00	26,86	17,97	19,96	184,07	162	27,00	9,81	132,52	20,06	54,00	186,52
43	9,50	81,00	166,00	26,86	18,32	19,64	184,41	162	27,00	9,81	135,10	19,75	54,00	189,10
44	9,50	81,00	166,00	26,86	18,66	19,32	184,76	162	27,00	9,81	137,60	19,42	54,00	191,60
45	9,50	81,00	166,00	26,86	18,99	18,99	185,09	162	27,00	9,81	140,01	19,09	54,00	194,01
46	9,50	81,00	166,00	26,86	19,32	18,66	185,42	162	27,00	9,81	142,35	18,76	54,00	196,35
Angolo $\alpha$	n	L	H <sub>torre</sub>	v <sub>0</sub>	v <sub>x0</sub>	v <sub>y0</sub>	H <sub>g</sub>	D	r <sub>g</sub>	g	Gittata teorica	X <sub>g</sub>	L <sub>g</sub>	Gittata Effettiva
47	9,50	81,00	166,00	26,86	19,64	18,32	185,75	162	27,00	9,81	144,60	18,41	54,00	198,60
48	9,50	81,00	166,00	26,86	19,96	17,97	186,06	162	27,00	9,81	146,77	18,07	54,00	200,77
49	9,50	81,00	166,00	26,86	20,27	17,62	186,38	162	27,00	9,81	148,86	17,71	54,00	202,86
50	9,50	81,00	166,00	26,86	20,58	17,27	186,68	162	27,00	9,81	150,87	17,36	54,00	204,87
51	9,50	81,00	166,00	26,86	20,87	16,90	186,98	162	27,00	9,81	152,79	16,99	54,00	206,79
52	9,50	81,00	166,00	26,86	21,17	16,54	187,28	162	27,00	9,81	154,63	16,62	54,00	208,63
53	9,50	81,00	166,00	26,86	21,45	16,17	187,56	162	27,00	9,81	156,38	16,25	54,00	210,38

54	9,50	81,00	166,00	26,86	21,73	15,79	187,84	162	27,00	9,81	158,05	15,87	54,00	212,05
55	9,50	81,00	166,00	26,86	22,00	15,41	188,12	162	27,00	9,81	159,64	15,49	54,00	213,64
56	9,50	81,00	166,00	26,86	22,27	15,02	188,38	162	27,00	9,81	161,15	15,10	54,00	215,15
57	9,50	81,00	166,00	26,86	22,53	14,63	188,64	162	27,00	9,81	162,58	14,71	54,00	216,58
58	9,50	81,00	166,00	26,86	22,78	14,23	188,90	162	27,00	9,81	163,92	14,31	54,00	217,92
59	9,50	81,00	166,00	26,86	23,02	13,83	189,14	162	27,00	9,81	165,18	13,91	54,00	219,18
60	9,50	81,00	166,00	26,86	23,26	13,43	189,38	162	27,00	9,81	166,36	13,50	54,00	220,36
61	9,50	81,00	166,00	26,86	23,49	13,02	189,61	162	27,00	9,81	167,45	13,09	54,00	221,45
62	9,50	81,00	166,00	26,86	23,72	12,61	189,84	162	27,00	9,81	168,47	12,68	54,00	222,47
63	9,50	81,00	166,00	26,86	23,93	12,19	190,06	162	27,00	9,81	169,41	12,26	54,00	223,41
64	9,50	81,00	166,00	26,86	24,14	11,77	190,27	162	27,00	9,81	170,27	11,84	54,00	224,27
65	9,50	81,00	166,00	26,86	24,34	11,35	190,47	162	27,00	9,81	171,05	11,41	54,00	225,05
66	9,50	81,00	166,00	26,86	24,54	10,93	190,67	162	27,00	9,81	171,76	10,98	54,00	225,76
67	9,50	81,00	166,00	26,86	24,73	10,50	190,85	162	27,00	9,81	172,39	10,55	54,00	226,39
68	9,50	81,00	166,00	26,86	24,90	10,06	191,03	162	27,00	9,81	172,94	10,11	54,00	226,94
69	9,50	81,00	166,00	26,86	25,08	9,63	191,21	162	27,00	9,81	173,42	9,68	54,00	227,42
70	9,50	81,00	166,00	26,86	25,24	9,19	191,37	162	27,00	9,81	173,82	9,23	54,00	227,82
71	9,50	81,00	166,00	26,86	25,40	8,74	191,53	162	27,00	9,81	174,16	8,79	54,00	228,16
72	9,50	81,00	166,00	26,86	25,55	8,30	191,68	162	27,00	9,81	174,42	8,34	54,00	228,42
73	9,50	81,00	166,00	26,86	25,69	7,85	191,82	162	27,00	9,81	174,62	7,89	54,00	228,62
74	9,50	81,00	166,00	26,86	25,82	7,40	191,95	162	27,00	9,81	174,74	7,44	54,00	228,74
75	9,50	81,00	166,00	26,86	25,95	6,95	192,08	162	27,00	9,81	174,80	6,99	54,00	228,80
Angolo $\alpha$	n	L	H <sub>torre</sub>	v <sub>0</sub>	v <sub>x0</sub>	v <sub>y0</sub>	H <sub>g</sub>	D	r <sub>g</sub>	g	Gittata teorica	X <sub>g</sub>	L <sub>g</sub>	Gittata Effettiva
76	9,50	81,00	166,00	26,86	26,06	6,50	192,20	162	27,00	9,81	174,79	6,53	54,00	228,79
77	9,50	81,00	166,00	26,86	26,17	6,04	192,31	162	27,00	9,81	174,72	6,07	54,00	228,72
78	9,50	81,00	166,00	26,86	26,27	5,58	192,41	162	27,00	9,81	174,58	5,61	54,00	228,58
79	9,50	81,00	166,00	26,86	26,37	5,13	192,50	162	27,00	9,81	174,38	5,15	54,00	228,38
80	9,50	81,00	166,00	26,86	26,45	4,66	192,59	162	27,00	9,81	174,12	4,69	54,00	228,12
81	9,50	81,00	166,00	26,86	26,53	4,20	192,67	162	27,00	9,81	173,80	4,22	54,00	227,80
82	9,50	81,00	166,00	26,86	26,60	3,74	192,74	162	27,00	9,81	173,42	3,76	54,00	227,42
83	9,50	81,00	166,00	26,86	26,66	3,27	192,80	162	27,00	9,81	172,99	3,29	54,00	226,99
84	9,50	81,00	166,00	26,86	26,71	2,81	192,85	162	27,00	9,81	172,50	2,82	54,00	226,50
85	9,50	81,00	166,00	26,86	26,76	2,34	192,90	162	27,00	9,81	171,96	2,35	54,00	225,96
86	9,50	81,00	166,00	26,86	26,80	1,87	192,93	162	27,00	9,81	171,36	1,88	54,00	225,36
87	9,50	81,00	166,00	26,86	26,82	1,41	192,96	162	27,00	9,81	170,72	1,41	54,00	224,72
88	9,50	81,00	166,00	26,86	26,84	0,94	192,98	162	27,00	9,81	170,02	0,94	54,00	224,02
89	9,50	81,00	166,00	26,86	26,86	0,47	193,00	162	27,00	9,81	169,28	0,47	54,00	223,28
90	9,50	81,00	166,00	26,86	26,86	0,00	193,00	162	27,00	9,81	168,49	0,00	54,00	222,49



Per un angolo compreso tra 270° e 360° il valore della Gittata sarà negativo perché verso sinistra														
Angolo $\alpha$	n	L	H <sub>torre</sub>	v <sub>0</sub>	v <sub>x0</sub>	v <sub>y0</sub>	H <sub>g</sub>	D	r <sub>g</sub>	g	Gittata teorica	X <sub>g</sub>	L <sub>g</sub>	Gittata Effettiva
270	9,50	81,00	166,00	26,86	-26,86	0,00	139,00	162	27,00	9,81	-142,99	0,00	54,00	-196,99
271	9,50	81,00	166,00	26,86	-26,86	0,47	139,00	162	27,00	9,81	-144,73	0,47	54,00	-198,73
272	9,50	81,00	166,00	26,86	-26,84	0,94	139,02	162	27,00	9,81	-146,44	0,94	54,00	-200,44
273	9,50	81,00	166,00	26,86	-26,82	1,41	139,04	162	27,00	9,81	-148,12	1,41	54,00	-202,12
274	9,50	81,00	166,00	26,86	-26,80	1,87	139,07	162	27,00	9,81	-149,77	1,88	54,00	-203,77
275	9,50	81,00	166,00	26,86	-26,76	2,34	139,10	162	27,00	9,81	-151,38	2,35	54,00	-205,38
276	9,50	81,00	166,00	26,86	-26,71	2,81	139,15	162	27,00	9,81	-152,95	2,82	54,00	-206,95
277	9,50	81,00	166,00	26,86	-26,66	3,27	139,20	162	27,00	9,81	-154,49	3,29	54,00	-208,49
278	9,50	81,00	166,00	26,86	-26,60	3,74	139,26	162	27,00	9,81	-155,99	3,76	54,00	-209,99
Angolo $\alpha$	n	L	H <sub>torre</sub>	v <sub>0</sub>	v <sub>x0</sub>	v <sub>y0</sub>	H <sub>g</sub>	D	r <sub>g</sub>	g	Gittata teorica	X <sub>g</sub>	L <sub>g</sub>	Gittata Effettiva
279	9,50	81,00	166,00	26,86	-26,53	4,20	139,33	162	27,00	9,81	-157,44	4,22	54,00	-211,44
280	9,50	81,00	166,00	26,86	-26,45	4,66	139,41	162	27,00	9,81	-158,85	4,69	54,00	-212,85
281	9,50	81,00	166,00	26,86	-26,37	5,13	139,50	162	27,00	9,81	-160,21	5,15	54,00	-214,21
282	9,50	81,00	166,00	26,86	-26,27	5,58	139,59	162	27,00	9,81	-161,53	5,61	54,00	-215,53
283	9,50	81,00	166,00	26,86	-26,17	6,04	139,69	162	27,00	9,81	-162,79	6,07	54,00	-216,79
284	9,50	81,00	166,00	26,86	-26,06	6,50	139,80	162	27,00	9,81	-164,00	6,53	54,00	-218,00
285	9,50	81,00	166,00	26,86	-25,95	6,95	139,92	162	27,00	9,81	-165,16	6,99	54,00	-219,16
286	9,50	81,00	166,00	26,86	-25,82	7,40	140,05	162	27,00	9,81	-166,26	7,44	54,00	-220,26
287	9,50	81,00	166,00	26,86	-25,69	7,85	140,18	162	27,00	9,81	-167,31	7,89	54,00	-221,31
288	9,50	81,00	166,00	26,86	-25,55	8,30	140,32	162	27,00	9,81	-168,29	8,34	54,00	-222,29
289	9,50	81,00	166,00	26,86	-25,40	8,74	140,47	162	27,00	9,81	-169,22	8,79	54,00	-223,22
290	9,50	81,00	166,00	26,86	-25,24	9,19	140,63	162	27,00	9,81	-170,07	9,23	54,00	-224,07
291	9,50	81,00	166,00	26,86	-25,08	9,63	140,79	162	27,00	9,81	-170,87	9,68	54,00	-224,87
292	9,50	81,00	166,00	26,86	-24,90	10,06	140,97	162	27,00	9,81	-171,59	10,11	54,00	-225,59
293	9,50	81,00	166,00	26,86	-24,73	10,50	141,15	162	27,00	9,81	-172,25	10,55	54,00	-226,25
294	9,50	81,00	166,00	26,86	-24,54	10,93	141,33	162	27,00	9,81	-172,83	10,98	54,00	-226,83
295	9,50	81,00	166,00	26,86	-24,34	11,35	141,53	162	27,00	9,81	-173,35	11,41	54,00	-227,35
296	9,50	81,00	166,00	26,86	-24,14	11,77	141,73	162	27,00	9,81	-173,78	11,84	54,00	-227,78
297	9,50	81,00	166,00	26,86	-23,93	12,19	141,94	162	27,00	9,81	-174,15	12,26	54,00	-228,15
298	9,50	81,00	166,00	26,86	-23,72	12,61	142,16	162	27,00	9,81	-174,43	12,68	54,00	-228,43
299	9,50	81,00	166,00	26,86	-23,49	13,02	142,39	162	27,00	9,81	-174,64	13,09	54,00	-228,64
300	9,50	81,00	166,00	26,86	-23,26	13,43	142,62	162	27,00	9,81	-174,76	13,50	54,00	-228,76
301	9,50	81,00	166,00	26,86	-23,02	13,83	142,86	162	27,00	9,81	-174,80	13,91	54,00	-228,80
302	9,50	81,00	166,00	26,86	-22,78	14,23	143,10	162	27,00	9,81	-174,76	14,31	54,00	-228,76
303	9,50	81,00	166,00	26,86	-22,53	14,63	143,36	162	27,00	9,81	-174,63	14,71	54,00	-228,63
304	9,50	81,00	166,00	26,86	-22,27	15,02	143,62	162	27,00	9,81	-174,42	15,10	54,00	-228,42

305	9,50	81,00	166,00	26,86	-22,00	15,41	143,88	162	27,00	9,81	-174,12	15,49	54,00	-228,12
306	9,50	81,00	166,00	26,86	-21,73	15,79	144,16	162	27,00	9,81	-173,73	15,87	54,00	-227,73
307	9,50	81,00	166,00	26,86	-21,45	16,17	144,44	162	27,00	9,81	-173,25	16,25	54,00	-227,25
Angolo $\alpha$	n	L	H <sub>torre</sub>	v <sub>0</sub>	v <sub>x0</sub>	v <sub>y0</sub>	H <sub>g</sub>	D	r <sub>g</sub>	g	Gittata teorica	X <sub>g</sub>	L <sub>g</sub>	Gittata Effettiva
308	9,50	81,00	166,00	26,86	-21,17	16,54	144,72	162	27,00	9,81	-172,69	16,62	54,00	-226,69
309	9,50	81,00	166,00	26,86	-20,87	16,90	145,02	162	27,00	9,81	-172,03	16,99	54,00	-226,03
310	9,50	81,00	166,00	26,86	-20,58	17,27	145,32	162	27,00	9,81	-171,28	17,36	54,00	-225,28
311	9,50	81,00	166,00	26,86	-20,27	17,62	145,62	162	27,00	9,81	-170,43	17,71	54,00	-224,43
312	9,50	81,00	166,00	26,86	-19,96	17,97	145,94	162	27,00	9,81	-169,50	18,07	54,00	-223,50
313	9,50	81,00	166,00	26,86	-19,64	18,32	146,25	162	27,00	9,81	-168,47	18,41	54,00	-222,47
314	9,50	81,00	166,00	26,86	-19,32	18,66	146,58	162	27,00	9,81	-167,34	18,76	54,00	-221,34
315	9,50	81,00	166,00	26,86	-18,99	18,99	146,91	162	27,00	9,81	-166,12	19,09	54,00	-220,12
316	9,50	81,00	166,00	26,86	-18,66	19,32	147,24	162	27,00	9,81	-164,81	19,42	54,00	-218,81
317	9,50	81,00	166,00	26,86	-18,32	19,64	147,59	162	27,00	9,81	-163,40	19,75	54,00	-217,40
318	9,50	81,00	166,00	26,86	-17,97	19,96	147,93	162	27,00	9,81	-161,90	20,06	54,00	-215,90
319	9,50	81,00	166,00	26,86	-17,62	20,27	148,29	162	27,00	9,81	-160,30	20,38	54,00	-214,30
320	9,50	81,00	166,00	26,86	-17,27	20,58	148,64	162	27,00	9,81	-158,61	20,68	54,00	-212,61
321	9,50	81,00	166,00	26,86	-16,90	20,87	149,01	162	27,00	9,81	-156,82	20,98	54,00	-210,82
322	9,50	81,00	166,00	26,86	-16,54	21,17	149,38	162	27,00	9,81	-154,94	21,28	54,00	-208,94
323	9,50	81,00	166,00	26,86	-16,17	21,45	149,75	162	27,00	9,81	-152,97	21,56	54,00	-206,97
324	9,50	81,00	166,00	26,86	-15,79	21,73	150,13	162	27,00	9,81	-150,91	21,84	54,00	-204,91
325	9,50	81,00	166,00	26,86	-15,41	22,00	150,51	162	27,00	9,81	-148,75	22,12	54,00	-202,75
326	9,50	81,00	166,00	26,86	-15,02	22,27	150,90	162	27,00	9,81	-146,50	22,38	54,00	-200,50
327	9,50	81,00	166,00	26,86	-14,63	22,53	151,29	162	27,00	9,81	-144,16	22,64	54,00	-198,16
328	9,50	81,00	166,00	26,86	-14,23	22,78	151,69	162	27,00	9,81	-141,73	22,90	54,00	-195,73
329	9,50	81,00	166,00	26,86	-13,83	23,02	152,09	162	27,00	9,81	-139,21	23,14	54,00	-193,21
330	9,50	81,00	166,00	26,86	-13,43	23,26	152,50	162	27,00	9,81	-136,61	23,38	54,00	-190,61
331	9,50	81,00	166,00	26,86	-13,02	23,49	152,91	162	27,00	9,81	-133,91	23,61	54,00	-187,91
332	9,50	81,00	166,00	26,86	-12,61	23,72	153,32	162	27,00	9,81	-131,14	23,84	54,00	-185,14
333	9,50	81,00	166,00	26,86	-12,19	23,93	153,74	162	27,00	9,81	-128,28	24,06	54,00	-182,28
334	9,50	81,00	166,00	26,86	-11,77	24,14	154,16	162	27,00	9,81	-125,34	24,27	54,00	-179,34
335	9,50	81,00	166,00	26,86	-11,35	24,34	154,59	162	27,00	9,81	-122,32	24,47	54,00	-176,32
336	9,50	81,00	166,00	26,86	-10,93	24,54	155,02	162	27,00	9,81	-119,22	24,67	54,00	-173,22
Angolo $\alpha$	n	L	H <sub>torre</sub>	v <sub>0</sub>	v <sub>x0</sub>	v <sub>y0</sub>	H <sub>g</sub>	D	r <sub>g</sub>	g	Gittata teorica	X <sub>g</sub>	L <sub>g</sub>	Gittata Effettiva
337	9,50	81,00	166,00	26,86	-10,50	24,73	155,45	162	27,00	9,81	-116,04	24,85	54,00	-170,04
338	9,50	81,00	166,00	26,86	-10,06	24,90	155,89	162	27,00	9,81	-112,79	25,03	54,00	-166,79
339	9,50	81,00	166,00	26,86	-9,63	25,08	156,32	162	27,00	9,81	-109,47	25,21	54,00	-163,47
340	9,50	81,00	166,00	26,86	-9,19	25,24	156,77	162	27,00	9,81	-106,07	25,37	54,00	-160,07
341	9,50	81,00	166,00	26,86	-8,74	25,40	157,21	162	27,00	9,81	-102,61	25,53	54,00	-156,61

342	9,50	81,00	166,00	26,86	-8,30	25,55	157,66	162	27,00	9,81	-99,08	25,68	54,00	-153,08
343	9,50	81,00	166,00	26,86	-7,85	25,69	158,11	162	27,00	9,81	-95,48	25,82	54,00	-149,48
344	9,50	81,00	166,00	26,86	-7,40	25,82	158,56	162	27,00	9,81	-91,83	25,95	54,00	-145,83
345	9,50	81,00	166,00	26,86	-6,95	25,95	159,01	162	27,00	9,81	-88,11	26,08	54,00	-142,11
346	9,50	81,00	166,00	26,86	-6,50	26,06	159,47	162	27,00	9,81	-84,34	26,20	54,00	-138,34
347	9,50	81,00	166,00	26,86	-6,04	26,17	159,93	162	27,00	9,81	-80,51	26,31	54,00	-134,51
348	9,50	81,00	166,00	26,86	-5,58	26,27	160,39	162	27,00	9,81	-76,63	26,41	54,00	-130,63
349	9,50	81,00	166,00	26,86	-5,13	26,37	160,85	162	27,00	9,81	-72,70	26,50	54,00	-126,70
350	9,50	81,00	166,00	26,86	-4,66	26,45	161,31	162	27,00	9,81	-68,72	26,59	54,00	-122,72
351	9,50	81,00	166,00	26,86	-4,20	26,53	161,78	162	27,00	9,81	-64,70	26,67	54,00	-118,70
352	9,50	81,00	166,00	26,86	-3,74	26,60	162,24	162	27,00	9,81	-60,64	26,74	54,00	-114,64
353	9,50	81,00	166,00	26,86	-3,27	26,66	162,71	162	27,00	9,81	-56,54	26,80	54,00	-110,54
354	9,50	81,00	166,00	26,86	-2,81	26,71	163,18	162	27,00	9,81	-52,41	26,85	54,00	-106,41
355	9,50	81,00	166,00	26,86	-2,34	26,76	163,65	162	27,00	9,81	-48,24	26,90	54,00	-102,24
356	9,50	81,00	166,00	26,86	-1,87	26,80	164,12	162	27,00	9,81	-44,04	26,93	54,00	-98,04
357	9,50	81,00	166,00	26,86	-1,41	26,82	164,59	162	27,00	9,81	-39,81	26,96	54,00	-93,81
358	9,50	81,00	166,00	26,86	-0,94	26,84	165,06	162	27,00	9,81	-35,56	26,98	54,00	-89,56
359	9,50	81,00	166,00	26,86	-0,47	26,86	165,53	162	27,00	9,81	-31,29	27,00	54,00	-85,29
360	9,50	81,00	166,00	26,86	0,00	26,86	166,00	162	27,00	9,81	-27,00	27,00	54,00	-81,00

Tabella 2: Valori della massima gittata per angolo di distacco compreso tra 0° e 360°

## Indice delle figure

*Fig. 1: Dimensioni e senso di rotazione dell'aerogeneratore Vestas, serie EnVentus modello V162-6.0MW*

*Fig.2: Struttura della pala eolica*

*Fig. 3: Schema della gittata per angolo compreso tra 0° e 90*

*Fig. 4: Schema della gittata per angolo compreso tra 270° e 360°*

## Indice delle tabelle

*Tab. 1: Distanze di rispetto per la gittata massima delle pale*

*Tab. 2: Valori della massima gittata per angolo di distacco compreso tra 270° e 360°*