

REGIONE BASILICATA

PROVINCIA DI MATERA

COMUNE DI MATERA

Oggetto:

PROGETTO DEFINITIVO PER LA COSTRUZIONE E L'ESERCIZIO DI UN IMPIANTO EOLICO NEL COMUNE DI MATERA IN LOCALITÀ "MASSERIA TERLECCHIA PICCOLA" COSTITUITO DA 7 AEROGENERATORI DI POTENZA TOTALE PARI A 50.4 MW E RELATIVE OPERE DI CONNESSIONE

Sezione:

SEZIONE A – PROGETTO DEFINITIVO DELL'IMPIANTO DELLE OPERE CONNESSE E DELLE INFRASTRUTTURE

Elaborato:

ANALISI DEGLI EFFETTI DELLA ROTTURA DEGLI ORGANI ROTANTI

Nome file stampa:

EO.MTR01.PD.A.7.pdf

Codifica regionale:

EO.MTR01.PD.A.7

Scala:

-

Formato di stampa:

A4

Nome elaborato:

EO.MTR01.PD.A.7

Tipologia:

R

Proponente:

E-WAY 7 S.r.l.

Piazza di San Lorenzo in Lucina, 4
00186 ROMA (RM)
P.IVA 16770971006



EWAY7
Gruppo E-WAY FINANCE S.p.A.

E-WAY 7 S.R.L.
Piazza di San Lorenzo in Lucina, 4
00186 - Roma
C.F./P.Iva 16770971006
PEC: e-way7srl@legalmail.it

Progettista:

E-WAY 7 S.r.l.

Piazza di San Lorenzo in Lucina, 4
00186 ROMA (RM)
P.IVA 16770971006



EWAY7
Gruppo E-WAY FINANCE S.p.A.



CODICE	REV. n.	DATA REV.	REDAZIONE	VERIFICA	VALIDAZIONE
EO.MTR01.PD.A.7	00	03/2024	F. Vegetale	A. Bottone	A. Bottone

E-WAY 7 S.r.l.

Sede legale
Piazza di San Lorenzo in Lucina, 4
00186 ROMA (RM)
PEC: e-way7srl@legalmail.it tel. +39 0694414500

CODICE	EO.MTR01.PD.A.7
REVISIONE n.	00
DATA REVISIONE	03/2024
PAGINA	1 di 17

INDICE

PREMESSA	4
1 RIFERIMENTI NORMATIVI	5
2 IPOTESI DI CALCOLO	6
3 ROTTURA DEGLI ORGANI ROTANTI: CALCOLO DELLA GITTATA MASSIMA	7
3.1 Calcolo della gittata massima per angolo compreso tra 0° e 90°	7
3.2 Calcolo della gittata massima per angolo compreso tra 270° e 360°	9
3.3 Risultati	11
4 CONCLUSIONI	12
5 ALLEGATI	13

CODICE	EO.MTR01.PD.A.7
REVISIONE n.	00
DATA REVISIONE	03/2024
PAGINA	2 di 17

INDICE DELLE FIGURE

<i>Figura 1 – Schema della gittata per angolo compreso tra 0° e 90°</i>	<i>9</i>
<i>Figura 2 – Schema della gittata per angolo compreso tra 270° e 360°</i>	<i>10</i>



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

CODICE	EO.MTR01.PD.A.7
REVISIONE n.	00
DATA REVISIONE	03/2024
PAGINA	3 di 17

INDICE DELLE TABELLE

<i>Tabella 1 – Caratteristiche degli aerogeneratori di progetto.</i>	<i>6</i>
<i>Tabella 2 – Calcolo della gittata settore 0° - 90°.....</i>	<i>13</i>
<i>Tabella 3 – Calcolo della gittata settore 270°- 360°</i>	<i>16</i>

CODICE	EO.MTR01.PD.A.7
REVISIONE n.	00
DATA REVISIONE	03/2024
PAGINA	4 di 17

PREMESSA

Il presente elaborato è riferito al progetto per la costruzione e l'esercizio di un impianto di produzione di energia elettrica da fonte eolica, ed opere di connessione annesse, denominato "Masseria Terlecchia Piccola", sito nel Comune di Matera (MT).

In particolare, il progetto è relativo ad un impianto eolico di potenza totale pari a 50.4 MW e costituito da:

- 7 aerogeneratori di potenza nominale 7.2 MW, diametro di rotore 162 m e altezza al mozzo 119 m (del tipo Vestas V162 o assimilabili);
- n. 1 cabina di raccolta e misura;
- linee elettriche in media tensione a 30 kV in cavo interrato necessarie per l'interconnessione degli aerogeneratori alla cabina di raccolta e misura e da questa alla stazione elettrica di trasformazione;
- una stazione elettrica utente di trasformazione 30/150 kV;
- una linea elettrica in alta tensione a 150 kV in cavo interrato per la connessione in antenna della sezione di impianto e lo stallo a 150 kV previsto all'interno della stazione elettrica della RTN "Matera 380/150/36 kV".
- tutte le apparecchiature elettromeccaniche in alta tensione di competenza utente da installare all'interno della stazione elettrica della RTN in corrispondenza dello stallo assegnato.

Titolare dell'iniziativa proposta è la società E-WAY 7 S.r.l., avente sede legale in Piazza di San Lorenzo in Lucina 4, 00186 Roma, P.IVA 16770971006, e partecipata per la totalità delle quote societaria dalla società E-WAY FINANCE S.p.a. avente sede legale in Piazza di San Lorenzo in Lucina 4, 00186 Roma, P.IVA 15773121007, del gruppo Banca del Fucino S.p.a.

CODICE	EO.MTR01.PD.A.7
REVISIONE n.	00
DATA REVISIONE	03/2024
PAGINA	5 di 17

1 RIFERIMENTI NORMATIVI

Si riportano di seguito i riferimenti normativi utilizzati per la redazione della seguente relazione:

- *Allegato 4, D. Lgs. n. 152/2006, Testo Unico in materia ambientale.* In particolare, al punto 7.1 "Analisi dei possibili incidenti" indica che andrebbe valutata la gittata massima in caso di rottura accidentale. La stessa inoltre suggerisce alcune possibili misure di mitigazione: "la distanza di ogni turbina eolica da una strada provinciale o nazionale deve essere superiore all'altezza massima dell'elica comprensiva del rotore e comunque non inferiore a 150 m dalla base della torre" (*punto 7.2, lett. a) Misure di mitigazione.*
- *Decreto Dirigenziale del 12 febbraio 2021, avente come oggetto il Decreto del Ministero dello sviluppo economico 10 settembre 2010 – Linee guida per l'autorizzazione degli impianti alimentati da fonti rinnovabili – Allegato 4 – punto 7 "Studio sulla gittata massima degli elementi rotanti nel caso di rottura accidentale"* per gli impianti di produzione di energia rinnovabile da fonte eolica.

CODICE	EO.MTR01.PD.A.7
REVISIONE n.	00
DATA REVISIONE	03/2024
PAGINA	6 di 17

2 IPOTESI DI CALCOLO

Ai fini del calcolo della gittata massima sono state prese in considerazione le condizioni al contorno ritenute più gravose, in modo tale da ottenere dei risultati quanto più cautelativi possibili. Il calcolo della gittata massima è stato condotto non considerando la massima riduzione della velocità periferica dovuta all'effetto d'attrito dell'area così da non ridurre la velocità angolare.

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);
- Il calcolo della gittata è stato determinato per diversi valori dell'angolo α ;
- La velocità massima del rotore sarà limitata elettronicamente.

I dati geometrici e cinematici sui quali è basato il calcolo sono riportati in Tabella 1:

Tabella 1 – Caratteristiche degli aerogeneratori di progetto.

Altezza al mozzo "H" [m]	119
Diametro di rotore "D" [m]	162
Limite di velocità [rpm]	12,1

Nel caso in esame si suppone che l'eventuale rottura della pala avvenga alle peggiori condizioni possibili ovvero:

- alla velocità massima del rotore, pari a circa 12,1 giri/minuto;
- nel punto di ascissa e ordinata in cui la gittata è massima;
- con il centro di massa posizionato ad $1/3$ della lunghezza della pala, in prossimità del mozzo.

3 ROTTURA DEGLI ORGANI ROTANTI: CALCOLO DELLA GITTATA MASSIMA

Il calcolo della gittata è stato condotto in funzione dell'angolo di inclinazione della pala rispetto all'orizzontale, nello specifico ponendolo in senso orario ed in modo tale da ottenere che lo 0° sia fra il 3° ed il 4° quadrante, con ciò sostanzialmente si considerano quegli angoli che restituiscono i casi più sfavorevoli.

L'ipotesi che considera è di un caso notevole di un proiettile non puntiforme. Le equazioni che governano il moto sono rispettivamente la prima e la seconda equazione della dinamica:

$$M_G = M a_G$$

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

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 afferma 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 giungere al valore della gittata espresso dalla seguente formula:

$$G = \frac{v_{x_0} \left(v_{y_0} + \sqrt{v_{y_0}^2 + 2gH_g} \right)}{g} \pm x_g$$

3.1 Calcolo della gittata massima per angolo compreso tra 0° e 90°

I parametri necessari per il calcolo della gittata nel 1° quadrante sono:

- il baricentro (r_g), pari ad 1/3 della lunghezza della pala più raggio mozzo:

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

- la proiezione del baricentro sull'asse verticale (H_g):

$$H_g = H_{torre} + y_g$$

dove:

$$y_g = r_g \sin \alpha$$

- la posizione del baricentro della pala rispetto all'asse della torre:

$$x_g = r_g \cos \alpha$$

- la velocità periferica che rappresenta la velocità di un punto situato sulla periferia di un corpo in movimento circolare. Nel moto circolare uniforme (approssimazione utilizzata per la descrizione in esame) essa è direttamente proporzionale al raggio e al numero di giri al secondo. Si avrà dunque:

$$v_{x_0} = v_0 \cos(90 - \alpha) = v_0 \sin \alpha$$

$$v_{y_0} = v_0 \sin(90 - \alpha) = v_0 \cos \alpha$$

dove:

$$v_0 = \omega r_g = 2\pi \frac{n}{60} r_g$$

$$G = \frac{v_{x_0} \left(v_{y_0} + \sqrt{v_{y_0}^2 + 2gH_g} \right)}{g} - x_g$$

Prendendo in considerazione 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 G_{\max} per ogni tipo di aerogeneratore rispettivamente i due 2/3 della pala, si ottiene:

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

dove:

$$L_g = L - \frac{L}{3}$$

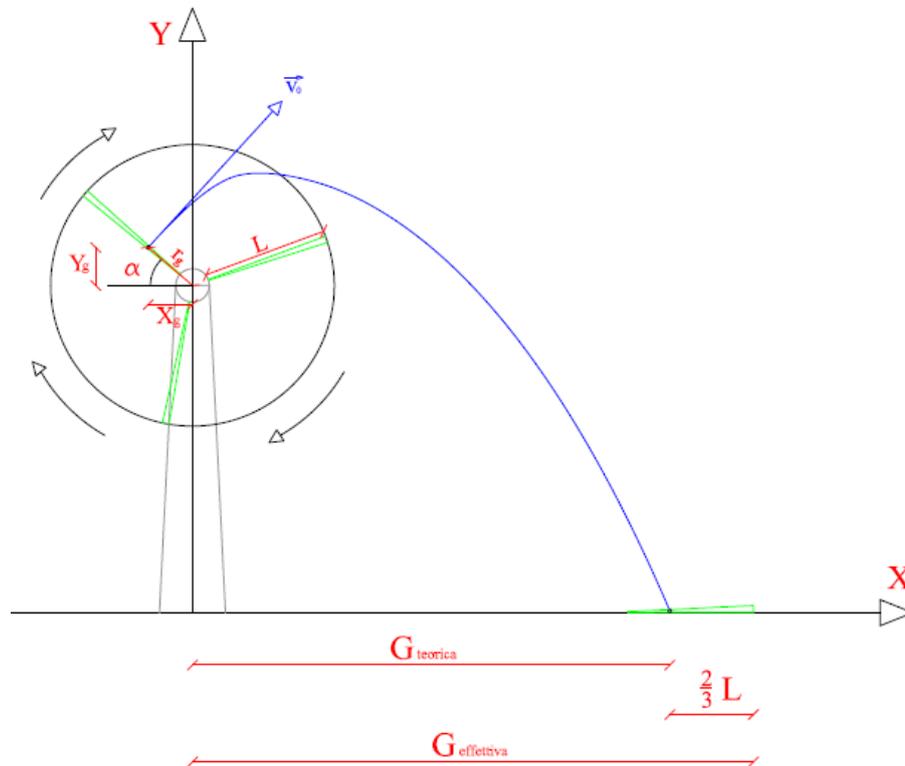


Figura 1 – Schema della gittata per angolo compreso tra 0° e 90°.

3.2 Calcolo della gittata massima per angolo compreso tra 270° e 360°

Avendo posto l'angolo 0° tra il 3° ed il 4° quadrante, il segno di v_{x_0} e di x_g :

- baricentro (r_g), pari ad 1/3 della lunghezza della pala più raggio mozzo:

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

- proiezione del baricentro sull'asse verticale (Hg):

$$H_g = H_{torre} - y_g$$

dove:

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

- posizione del baricentro della pala rispetto all'asse della torre

$$x_g = -r_g \cos \alpha$$

- velocità periferica che rappresenta la velocità di un punto situato sulla periferia di un corpo in movimento circolare. Nel moto circolare uniforme (approssimazione utilizzata per la descrizione in esame) essa è direttamente proporzionale al raggio e al numero di giri al secondo. Si avrà dunque:

$$v_{x_0} = v_0 \sin \alpha$$

$$v_{y_0} = v_0 \cos \alpha$$

dove:

$$v_0 = \omega r_g = 2\pi \frac{n}{60} r_g$$

$$G = \frac{v_{x_0} \left(v_{y_0} + \sqrt{v_{y_0}^2 + 2gH_g} \right)}{g} + x_g$$

Prendendo in considerazione 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 G_{max} per ogni tipo di aerogeneratore rispettivamente i due $\frac{2}{3}$ della pala, si ottiene:

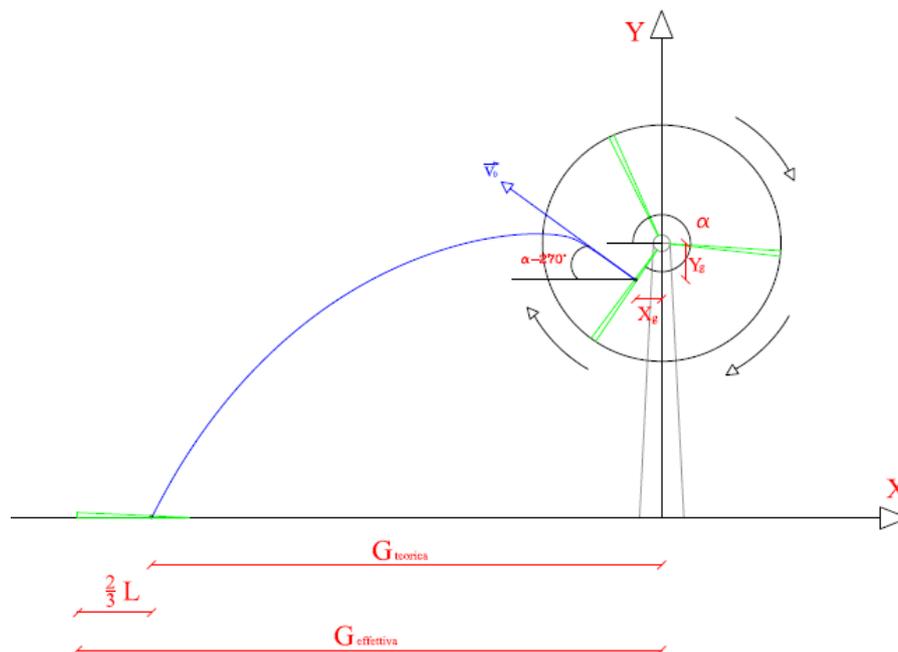


Figura 2 – Schema della gittata per angolo compreso tra 270° e 360°

$$G_{eff} = G - L_g$$

dove:

$$L_g = L - \frac{L}{3}$$

CODICE	EO.MTR01.PD.A.7
REVISIONE n.	00
DATA REVISIONE	03/2024
PAGINA	11 di 17

3.3 Risultati

Effettuando i calcoli in modo iterativo, al variare dell'angolo α , risulta che il valore massimo di gittata nel settore $270^\circ - 360^\circ$ si ottiene per α pari a 306° per il quale risulta un valore di gittata effettiva pari a circa 262,23 m. Questi valori di gittata verranno approssimati a 263 m. Tale valore rappresenta il punto più distante di caduta della pala, è comunque presumibile che il valore reale, ossia quello calcolato tenendo conto della resistenza dell'aria sia inferiore. Per ulteriori approfondimenti, in allegato, si riportano le tabelle di calcolo complete dei valori di gittata effettiva ottenuti in corrispondenza di valori diversi dell'angolo α .

CODICE	EO.MTR01.PD.A.7
REVISIONE n.	00
DATA REVISIONE	03/2024
PAGINA	12 di 17

4 CONCLUSIONI

Dai calcoli eseguiti si evince che nelle condizioni più gravose il vertice della pala del rotore può raggiungere una distanza di circa 262,23 m dalla base di ogni aerogeneratore. In maniera cautelativa la distanza di gittata è stata considerata pari a 263 m.

Si precisa che la distanza di gittata risulta verificata da tutti gli elementi del territorio che ne richiedono la verifica.

5 ALLEGATI

Tabella 2 – Calcolo della gittata settore 0° - 90°

Angolo α	n	L	Hhub	v0	vx0	vy0	Hg	D	rg	g	Gittata teorica	Xg	Lg	Gittata Effettiva
0	12,1	81	119	34,21	0,00	34,21	119,00	162,00	27,00	9,81	-27,00	27,00	54	27,00
1	12,1	81	119	34,21	0,60	34,21	119,47	162,00	27,00	9,81	-21,31	27,00	54	32,69
2	12,1	81	119	34,21	1,19	34,19	119,94	162,00	27,00	9,81	-15,60	26,98	54	38,40
3	12,1	81	119	34,21	1,79	34,17	120,41	162,00	27,00	9,81	-9,88	26,96	54	44,12
4	12,1	81	119	34,21	2,39	34,13	120,88	162,00	27,00	9,81	-4,16	26,93	54	49,84
5	12,1	81	119	34,21	2,98	34,08	121,35	162,00	27,00	9,81	1,55	26,90	54	55,55
6	12,1	81	119	34,21	3,58	34,02	121,82	162,00	27,00	9,81	7,26	26,85	54	61,26
7	12,1	81	119	34,21	4,17	33,96	122,29	162,00	27,00	9,81	12,97	26,80	54	66,97
8	12,1	81	119	34,21	4,76	33,88	122,76	162,00	27,00	9,81	18,65	26,74	54	72,65
9	12,1	81	119	34,21	5,35	33,79	123,22	162,00	27,00	9,81	24,32	26,67	54	78,32
10	12,1	81	119	34,21	5,94	33,69	123,69	162,00	27,00	9,81	29,96	26,59	54	83,96
11	12,1	81	119	34,21	6,53	33,58	124,15	162,00	27,00	9,81	35,57	26,50	54	89,57
12	12,1	81	119	34,21	7,11	33,46	124,61	162,00	27,00	9,81	41,15	26,41	54	95,15
13	12,1	81	119	34,21	7,70	33,34	125,07	162,00	27,00	9,81	46,69	26,31	54	100,69
14	12,1	81	119	34,21	8,28	33,20	125,53	162,00	27,00	9,81	52,18	26,20	54	106,18
15	12,1	81	119	34,21	8,85	33,05	125,99	162,00	27,00	9,81	57,63	26,08	54	111,63
16	12,1	81	119	34,21	9,43	32,89	126,44	162,00	27,00	9,81	63,03	25,95	54	117,03
17	12,1	81	119	34,21	10,00	32,72	126,89	162,00	27,00	9,81	68,38	25,82	54	122,38
18	12,1	81	119	34,21	10,57	32,54	127,34	162,00	27,00	9,81	73,66	25,68	54	127,66
19	12,1	81	119	34,21	11,14	32,35	127,79	162,00	27,00	9,81	78,88	25,53	54	132,88
20	12,1	81	119	34,21	11,70	32,15	128,23	162,00	27,00	9,81	84,04	25,37	54	138,04
21	12,1	81	119	34,21	12,26	31,94	128,68	162,00	27,00	9,81	89,12	25,21	54	143,12
22	12,1	81	119	34,21	12,82	31,72	129,11	162,00	27,00	9,81	94,13	25,03	54	148,13
23	12,1	81	119	34,21	13,37	31,49	129,55	162,00	27,00	9,81	99,06	24,85	54	153,06
24	12,1	81	119	34,21	13,92	31,25	129,98	162,00	27,00	9,81	103,91	24,67	54	157,91
25	12,1	81	119	34,21	14,46	31,01	130,41	162,00	27,00	9,81	108,67	24,47	54	162,67
26	12,1	81	119	34,21	15,00	30,75	130,84	162,00	27,00	9,81	113,35	24,27	54	167,35
27	12,1	81	119	34,21	15,53	30,48	131,26	162,00	27,00	9,81	117,93	24,06	54	171,93
28	12,1	81	119	34,21	16,06	30,21	131,68	162,00	27,00	9,81	122,42	23,84	54	176,42
29	12,1	81	119	34,21	16,59	29,92	132,09	162,00	27,00	9,81	126,82	23,61	54	180,82

30	12,1	81	119	34,21	17,11	29,63	132,50	162,00	27,00	9,81	131,11	23,38	54	185,11
31	12,1	81	119	34,21	17,62	29,33	132,91	162,00	27,00	9,81	135,30	23,14	54	189,30
32	12,1	81	119	34,21	18,13	29,01	133,31	162,00	27,00	9,81	139,39	22,90	54	193,39
33	12,1	81	119	34,21	18,63	28,69	133,71	162,00	27,00	9,81	143,36	22,64	54	197,36
34	12,1	81	119	34,21	19,13	28,36	134,10	162,00	27,00	9,81	147,23	22,38	54	201,23
35	12,1	81	119	34,21	19,62	28,02	134,49	162,00	27,00	9,81	150,99	22,12	54	204,99
36	12,1	81	119	34,21	20,11	27,68	134,87	162,00	27,00	9,81	154,64	21,84	54	208,64
37	12,1	81	119	34,21	20,59	27,32	135,25	162,00	27,00	9,81	158,16	21,56	54	212,16
38	12,1	81	119	34,21	21,06	26,96	135,62	162,00	27,00	9,81	161,58	21,28	54	215,58
39	12,1	81	119	34,21	21,53	26,59	135,99	162,00	27,00	9,81	164,87	20,98	54	218,87
40	12,1	81	119	34,21	21,99	26,21	136,36	162,00	27,00	9,81	168,05	20,68	54	222,05
41	12,1	81	119	34,21	22,45	25,82	136,71	162,00	27,00	9,81	171,11	20,38	54	225,11
42	12,1	81	119	34,21	22,89	25,42	137,07	162,00	27,00	9,81	174,04	20,06	54	228,04
43	12,1	81	119	34,21	23,33	25,02	137,41	162,00	27,00	9,81	176,85	19,75	54	230,85
44	12,1	81	119	34,21	23,77	24,61	137,76	162,00	27,00	9,81	179,54	19,42	54	233,54
45	12,1	81	119	34,21	24,19	24,19	138,09	162,00	27,00	9,81	182,11	19,09	54	236,11
46	12,1	81	119	34,21	24,61	23,77	138,42	162,00	27,00	9,81	184,55	18,76	54	238,55
47	12,1	81	119	34,21	25,02	23,33	138,75	162,00	27,00	9,81	186,87	18,41	54	240,87
48	12,1	81	119	34,21	25,42	22,89	139,06	162,00	27,00	9,81	189,07	18,07	54	243,07
49	12,1	81	119	34,21	25,82	22,45	139,38	162,00	27,00	9,81	191,14	17,71	54	245,14
50	12,1	81	119	34,21	26,21	21,99	139,68	162,00	27,00	9,81	193,09	17,36	54	247,09
51	12,1	81	119	34,21	26,59	21,53	139,98	162,00	27,00	9,81	194,92	16,99	54	248,92
52	12,1	81	119	34,21	26,96	21,06	140,28	162,00	27,00	9,81	196,62	16,62	54	250,62
53	12,1	81	119	34,21	27,32	20,59	140,56	162,00	27,00	9,81	198,20	16,25	54	252,20
54	12,1	81	119	34,21	27,68	20,11	140,84	162,00	27,00	9,81	199,66	15,87	54	253,66
55	12,1	81	119	34,21	28,02	19,62	141,12	162,00	27,00	9,81	201,00	15,49	54	255,00
56	12,1	81	119	34,21	28,36	19,13	141,38	162,00	27,00	9,81	202,23	15,10	54	256,23
57	12,1	81	119	34,21	28,69	18,63	141,64	162,00	27,00	9,81	203,33	14,71	54	257,33
58	12,1	81	119	34,21	29,01	18,13	141,90	162,00	27,00	9,81	204,32	14,31	54	258,32
59	12,1	81	119	34,21	29,33	17,62	142,14	162,00	27,00	9,81	205,19	13,91	54	259,19
60	12,1	81	119	34,21	29,63	17,11	142,38	162,00	27,00	9,81	205,95	13,50	54	259,95
61	12,1	81	119	34,21	29,92	16,59	142,61	162,00	27,00	9,81	206,59	13,09	54	260,59
62	12,1	81	119	34,21	30,21	16,06	142,84	162,00	27,00	9,81	207,13	12,68	54	261,13
63	12,1	81	119	34,21	30,48	15,53	143,06	162,00	27,00	9,81	207,56	12,26	54	261,56

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

CODICE	EO.MTR01.PD.A.7
REVISIONE n.	00
DATA REVISIONE	03/2024
PAGINA	15 di 17

64	12,1	81	119	34,21	30,75	15,00	143,27	162,00	27,00	9,81	207,88	11,84	54	261,88
65	12,1	81	119	34,21	31,01	14,46	143,47	162,00	27,00	9,81	208,10	11,41	54	262,10
66	12,1	81	119	34,21	31,25	13,92	143,67	162,00	27,00	9,81	208,21	10,98	54	262,21
67	12,1	81	119	34,21	31,49	13,37	143,85	162,00	27,00	9,81	208,23	10,55	54	262,23
68	12,1	81	119	34,21	31,72	12,82	144,03	162,00	27,00	9,81	208,14	10,11	54	262,14
69	12,1	81	119	34,21	31,94	12,26	144,21	162,00	27,00	9,81	207,96	9,68	54	261,96
70	12,1	81	119	34,21	32,15	11,70	144,37	162,00	27,00	9,81	207,69	9,23	54	261,69
71	12,1	81	119	34,21	32,35	11,14	144,53	162,00	27,00	9,81	207,33	8,79	54	261,33
72	12,1	81	119	34,21	32,54	10,57	144,68	162,00	27,00	9,81	206,88	8,34	54	260,88
73	12,1	81	119	34,21	32,72	10,00	144,82	162,00	27,00	9,81	206,34	7,89	54	260,34
74	12,1	81	119	34,21	32,89	9,43	144,95	162,00	27,00	9,81	205,72	7,44	54	259,72
75	12,1	81	119	34,21	33,05	8,85	145,08	162,00	27,00	9,81	205,02	6,99	54	259,02
76	12,1	81	119	34,21	33,20	8,28	145,20	162,00	27,00	9,81	204,24	6,53	54	258,24
77	12,1	81	119	34,21	33,34	7,70	145,31	162,00	27,00	9,81	203,39	6,07	54	257,39
78	12,1	81	119	34,21	33,46	7,11	145,41	162,00	27,00	9,81	202,46	5,61	54	256,46
79	12,1	81	119	34,21	33,58	6,53	145,50	162,00	27,00	9,81	201,47	5,15	54	255,47
80	12,1	81	119	34,21	33,69	5,94	145,59	162,00	27,00	9,81	200,40	4,69	54	254,40
81	12,1	81	119	34,21	33,79	5,35	145,67	162,00	27,00	9,81	199,28	4,22	54	253,28
82	12,1	81	119	34,21	33,88	4,76	145,74	162,00	27,00	9,81	198,09	3,76	54	252,09
83	12,1	81	119	34,21	33,96	4,17	145,80	162,00	27,00	9,81	196,84	3,29	54	250,84
84	12,1	81	119	34,21	34,02	3,58	145,85	162,00	27,00	9,81	195,53	2,82	54	249,53
85	12,1	81	119	34,21	34,08	2,98	145,90	162,00	27,00	9,81	194,17	2,35	54	248,17
86	12,1	81	119	34,21	34,13	2,39	145,93	162,00	27,00	9,81	192,76	1,88	54	246,76
87	12,1	81	119	34,21	34,17	1,79	145,96	162,00	27,00	9,81	191,30	1,41	54	245,30
88	12,1	81	119	34,21	34,19	1,19	145,98	162,00	27,00	9,81	189,79	0,94	54	243,79
89	12,1	81	119	34,21	34,21	0,60	146,00	162,00	27,00	9,81	188,24	0,47	54	242,24
90	12,1	81	119	34,21	34,21	0,00	146,00	162,00	27,00	9,81	186,65	0,00	54	240,65

Tabella 3 – Calcolo della gittata settore 270°- 360°

Angolo α	n	L	Hhub	v0	vx0	vy0	Hg	D	rg	g	Gittata teorica	Xg	Lg	Gittata Effettiva
270	12,1	81	119	34,21	-34,21	0,00	92,00	162,00	27,00	9,81	-148,17	0,00	54,00	-202,17
271	12,1	81	119	34,21	-34,21	0,60	92,00	162,00	27,00	9,81	-150,72	0,47	54,00	-204,72
272	12,1	81	119	34,21	-34,19	1,19	92,02	162,00	27,00	9,81	-153,25	0,94	54,00	-207,25
273	12,1	81	119	34,21	-34,17	1,79	92,04	162,00	27,00	9,81	-155,77	1,41	54,00	-209,77
274	12,1	81	119	34,21	-34,13	2,39	92,07	162,00	27,00	9,81	-158,28	1,88	54,00	-212,28
275	12,1	81	119	34,21	-34,08	2,98	92,10	162,00	27,00	9,81	-160,76	2,35	54,00	-214,76
276	12,1	81	119	34,21	-34,02	3,58	92,15	162,00	27,00	9,81	-163,22	2,82	54,00	-217,22
277	12,1	81	119	34,21	-33,96	4,17	92,20	162,00	27,00	9,81	-165,65	3,29	54,00	-219,65
278	12,1	81	119	34,21	-33,88	4,76	92,26	162,00	27,00	9,81	-168,05	3,76	54,00	-222,05
279	12,1	81	119	34,21	-33,79	5,35	92,33	162,00	27,00	9,81	-170,42	4,22	54,00	-224,42
280	12,1	81	119	34,21	-33,69	5,94	92,41	162,00	27,00	9,81	-172,75	4,69	54,00	-226,75
281	12,1	81	119	34,21	-33,58	6,53	92,50	162,00	27,00	9,81	-175,04	5,15	54,00	-229,04
282	12,1	81	119	34,21	-33,46	7,11	92,59	162,00	27,00	9,81	-177,28	5,61	54,00	-231,28
283	12,1	81	119	34,21	-33,34	7,70	92,69	162,00	27,00	9,81	-179,48	6,07	54,00	-233,48
284	12,1	81	119	34,21	-33,20	8,28	92,80	162,00	27,00	9,81	-181,62	6,53	54,00	-235,62
285	12,1	81	119	34,21	-33,05	8,85	92,92	162,00	27,00	9,81	-183,71	6,99	54,00	-237,71
286	12,1	81	119	34,21	-32,89	9,43	93,05	162,00	27,00	9,81	-185,74	7,44	54,00	-239,74
287	12,1	81	119	34,21	-32,72	10,00	93,18	162,00	27,00	9,81	-187,70	7,89	54,00	-241,70
288	12,1	81	119	34,21	-32,54	10,57	93,32	162,00	27,00	9,81	-189,60	8,34	54,00	-243,60
289	12,1	81	119	34,21	-32,35	11,14	93,47	162,00	27,00	9,81	-191,43	8,79	54,00	-245,43
290	12,1	81	119	34,21	-32,15	11,70	93,63	162,00	27,00	9,81	-193,18	9,23	54,00	-247,18
291	12,1	81	119	34,21	-31,94	12,26	93,79	162,00	27,00	9,81	-194,85	9,68	54,00	-248,85
292	12,1	81	119	34,21	-31,72	12,82	93,97	162,00	27,00	9,81	-196,45	10,11	54,00	-250,45
293	12,1	81	119	34,21	-31,49	13,37	94,15	162,00	27,00	9,81	-197,95	10,55	54,00	-251,95
294	12,1	81	119	34,21	-31,25	13,92	94,33	162,00	27,00	9,81	-199,37	10,98	54,00	-253,37
295	12,1	81	119	34,21	-31,01	14,46	94,53	162,00	27,00	9,81	-200,70	11,41	54,00	-254,70
296	12,1	81	119	34,21	-30,75	15,00	94,73	162,00	27,00	9,81	-201,92	11,84	54,00	-255,92
297	12,1	81	119	34,21	-30,48	15,53	94,94	162,00	27,00	9,81	-203,05	12,26	54,00	-257,05
298	12,1	81	119	34,21	-30,21	16,06	95,16	162,00	27,00	9,81	-204,08	12,68	54,00	-258,08
299	12,1	81	119	34,21	-29,92	16,59	95,39	162,00	27,00	9,81	-205,00	13,09	54,00	-259,00
300	12,1	81	119	34,21	-29,63	17,11	95,62	162,00	27,00	9,81	-205,81	13,50	54,00	-259,81
301	12,1	81	119	34,21	-29,33	17,62	95,86	162,00	27,00	9,81	-206,51	13,91	54,00	-260,51
302	12,1	81	119	34,21	-29,01	18,13	96,10	162,00	27,00	9,81	-207,09	14,31	54,00	-261,09
303	12,1	81	119	34,21	-28,69	18,63	96,36	162,00	27,00	9,81	-207,56	14,71	54,00	-261,56
304	12,1	81	119	34,21	-28,36	19,13	96,62	162,00	27,00	9,81	-207,91	15,10	54,00	-261,91
305	12,1	81	119	34,21	-28,02	19,62	96,88	162,00	27,00	9,81	-208,13	15,49	54,00	-262,13
306	12,1	81	119	34,21	-27,68	20,11	97,16	162,00	27,00	9,81	-208,23	15,87	54,00	-262,23
307	12,1	81	119	34,21	-27,32	20,59	97,44	162,00	27,00	9,81	-208,20	16,25	54,00	-262,20
308	12,1	81	119	34,21	-26,96	21,06	97,72	162,00	27,00	9,81	-208,04	16,62	54,00	-262,04
309	12,1	81	119	34,21	-26,59	21,53	98,02	162,00	27,00	9,81	-207,75	16,99	54,00	-261,75
310	12,1	81	119	34,21	-26,21	21,99	98,32	162,00	27,00	9,81	-207,33	17,36	54,00	-261,33
311	12,1	81	119	34,21	-25,82	22,45	98,62	162,00	27,00	9,81	-206,77	17,71	54,00	-260,77
312	12,1	81	119	34,21	-25,42	22,89	98,94	162,00	27,00	9,81	-206,07	18,07	54,00	-260,07
313	12,1	81	119	34,21	-25,02	23,33	99,25	162,00	27,00	9,81	-205,24	18,41	54,00	-259,24
314	12,1	81	119	34,21	-24,61	23,77	99,58	162,00	27,00	9,81	-204,27	18,76	54,00	-258,27
315	12,1	81	119	34,21	-24,19	24,19	99,91	162,00	27,00	9,81	-203,16	19,09	54,00	-257,16
316	12,1	81	119	34,21	-23,77	24,61	100,24	162,00	27,00	9,81	-201,91	19,42	54,00	-255,91

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

CODICE	EO.MTR01.PD.A.7
REVISIONE n.	00
DATA REVISIONE	03/2024
PAGINA	17 di 17

317	12,1	81	119	34,21	-23,33	25,02	100,59	162,00	27,00	9,81	-200,52	19,75	54,00	-254,52
318	12,1	81	119	34,21	-22,89	25,42	100,93	162,00	27,00	9,81	-198,99	20,06	54,00	-252,99
319	12,1	81	119	34,21	-22,45	25,82	101,29	162,00	27,00	9,81	-197,32	20,38	54,00	-251,32
320	12,1	81	119	34,21	-21,99	26,21	101,64	162,00	27,00	9,81	-195,51	20,68	54,00	-249,51
321	12,1	81	119	34,21	-21,53	26,59	102,01	162,00	27,00	9,81	-193,55	20,98	54,00	-247,55
322	12,1	81	119	34,21	-21,06	26,96	102,38	162,00	27,00	9,81	-191,46	21,28	54,00	-245,46
323	12,1	81	119	34,21	-20,59	27,32	102,75	162,00	27,00	9,81	-189,22	21,56	54,00	-243,22
324	12,1	81	119	34,21	-20,11	27,68	103,13	162,00	27,00	9,81	-186,85	21,84	54,00	-240,85
325	12,1	81	119	34,21	-19,62	28,02	103,51	162,00	27,00	9,81	-184,33	22,12	54,00	-238,33
326	12,1	81	119	34,21	-19,13	28,36	103,90	162,00	27,00	9,81	-181,68	22,38	54,00	-235,68
327	12,1	81	119	34,21	-18,63	28,69	104,29	162,00	27,00	9,81	-178,89	22,64	54,00	-232,89
328	12,1	81	119	34,21	-18,13	29,01	104,69	162,00	27,00	9,81	-175,97	22,90	54,00	-229,97
329	12,1	81	119	34,21	-17,62	29,33	105,09	162,00	27,00	9,81	-172,91	23,14	54,00	-226,91
330	12,1	81	119	34,21	-17,11	29,63	105,50	162,00	27,00	9,81	-169,72	23,38	54,00	-223,72
331	12,1	81	119	34,21	-16,59	29,92	105,91	162,00	27,00	9,81	-166,40	23,61	54,00	-220,40
332	12,1	81	119	34,21	-16,06	30,21	106,32	162,00	27,00	9,81	-162,95	23,84	54,00	-216,95
333	12,1	81	119	34,21	-15,53	30,48	106,74	162,00	27,00	9,81	-159,38	24,06	54,00	-213,38
334	12,1	81	119	34,21	-15,00	30,75	107,16	162,00	27,00	9,81	-155,68	24,27	54,00	-209,68
335	12,1	81	119	34,21	-14,46	31,01	107,59	162,00	27,00	9,81	-151,86	24,47	54,00	-205,86
336	12,1	81	119	34,21	-13,92	31,25	108,02	162,00	27,00	9,81	-147,93	24,67	54,00	-201,93
337	12,1	81	119	34,21	-13,37	31,49	108,45	162,00	27,00	9,81	-143,88	24,85	54,00	-197,88
338	12,1	81	119	34,21	-12,82	31,72	108,89	162,00	27,00	9,81	-139,71	25,03	54,00	-193,71
339	12,1	81	119	34,21	-12,26	31,94	109,32	162,00	27,00	9,81	-135,44	25,21	54,00	-189,44
340	12,1	81	119	34,21	-11,70	32,15	109,77	162,00	27,00	9,81	-131,06	25,37	54,00	-185,06
341	12,1	81	119	34,21	-11,14	32,35	110,21	162,00	27,00	9,81	-126,57	25,53	54,00	-180,57
342	12,1	81	119	34,21	-10,57	32,54	110,66	162,00	27,00	9,81	-121,99	25,68	54,00	-175,99
343	12,1	81	119	34,21	-10,00	32,72	111,11	162,00	27,00	9,81	-117,31	25,82	54,00	-171,31
344	12,1	81	119	34,21	-9,43	32,89	111,56	162,00	27,00	9,81	-112,54	25,95	54,00	-166,54
345	12,1	81	119	34,21	-8,85	33,05	112,01	162,00	27,00	9,81	-107,68	26,08	54,00	-161,68
346	12,1	81	119	34,21	-8,28	33,20	112,47	162,00	27,00	9,81	-102,73	26,20	54,00	-156,73
347	12,1	81	119	34,21	-7,70	33,34	112,93	162,00	27,00	9,81	-97,71	26,31	54,00	-151,71
348	12,1	81	119	34,21	-7,11	33,46	113,39	162,00	27,00	9,81	-92,61	26,41	54,00	-146,61
349	12,1	81	119	34,21	-6,53	33,58	113,85	162,00	27,00	9,81	-87,43	26,50	54,00	-141,43
350	12,1	81	119	34,21	-5,94	33,69	114,31	162,00	27,00	9,81	-82,19	26,59	54,00	-136,19
351	12,1	81	119	34,21	-5,35	33,79	114,78	162,00	27,00	9,81	-76,88	26,67	54,00	-130,88
352	12,1	81	119	34,21	-4,76	33,88	115,24	162,00	27,00	9,81	-71,52	26,74	54,00	-125,52
353	12,1	81	119	34,21	-4,17	33,96	115,71	162,00	27,00	9,81	-66,10	26,80	54,00	-120,10
354	12,1	81	119	34,21	-3,58	34,02	116,18	162,00	27,00	9,81	-60,63	26,85	54,00	-114,63
355	12,1	81	119	34,21	-2,98	34,08	116,65	162,00	27,00	9,81	-55,11	26,90	54,00	-109,11
356	12,1	81	119	34,21	-2,39	34,13	117,12	162,00	27,00	9,81	-49,55	26,93	54,00	-103,55
357	12,1	81	119	34,21	-1,79	34,17	117,59	162,00	27,00	9,81	-43,96	26,96	54,00	-97,96
358	12,1	81	119	34,21	-1,19	34,19	118,06	162,00	27,00	9,81	-38,33	26,98	54,00	-92,33
359	12,1	81	119	34,21	-0,60	34,21	118,53	162,00	27,00	9,81	-32,68	27,00	54,00	-86,68
360	12,1	81	119	34,21	0,00	34,21	119,00	162,00	27,00	9,81	-27,00	27,00	54,00	-81,00