

Comune di : ROTELLO

Provincia di : CAMPOBASSO

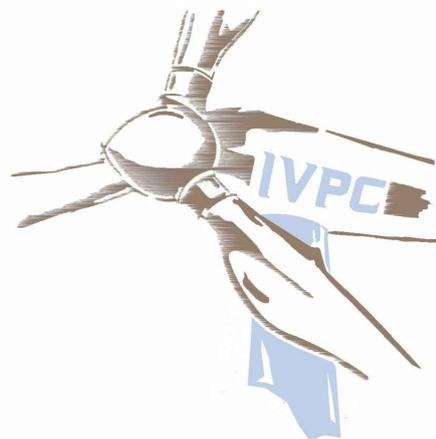
Regione : MOLISE



PROPONENTE



IVPC Power 8 S.p.A.
Società Unipersonale
Sede legale : 80121 Napoli (NA) - Vico Santa Maria a Cappella Vecchia 11
Sede Operativa : 83100 Avellino - Via Circumvallazione 108
Indirizzo email ivpcpower8@pec.ivpc.com
P.I. 02523350649
Amministratore Unico : Avv. Oreste Vigorito
Società del Gruppo IVPC



OPERA

PROGETTO PER LA REALIZZAZIONE DI UN IMPIANTO DI PRODUZIONE DI ENERGIA ELETTRICA DA FONTE EOLICA DI POTENZA PARI A 42 MW

OGGETTO

TITOLO ELABORATO :

STUDIO DELLO SHADOW-FLICKERING

DATA : GENNAIO 2020

N°/CODICE ELABORATO :

R14

SCALA :

Folder :

Tipologia : R (relazione)
D (disegno)

Lingua : ITALIANO

I TECNICI

ing. Alfonso Letizia



IVPC EOLICA S.r.l.
Società Unipersonale
Sede legale : 80121 Napoli (NA) -
Vico Santa Maria a Cappella Vecchia 11
Sede Operativa : 83100 Avellino -
Via Circumvallazione 108
GRUPPO IVPC



00	GENNAIO 2020	Emissione per Progetto Definitivo - Richiesta V.I.A. e A.U.	--	--	IVPC Power 8
N° REVISIONE	DATA	OGGETTO DELLA REVISIONE	ELABORAZIONE	VERIFICA	APPROVAZIONE

Proprietà e diritto del presente documento sono riservati - la riproduzione è vietata.

Indice

1	PREMESSA	3
2	CENNI SUL FENOMENO DELLO SHADOW FLICKERING	3
3	CALCOLO DELLO SHASOW FLICKERING	3
3.1	Configurazione d'impianto	3
3.2	Individuazione dei recettori	4
3.3	Metodologia di calcolo	5
3.4	Risultati	6
4	CONCLUSIONI	9
5	ALLEGATI	10

Informazioni documento

Categoria documento	Relazione Tecnica
Progetto	Parco Eolico nel Comune di Rotello (CB)
Titolo documento	Studio dello shadow-flickering
Cliente	I.V.P.C. Power 8 SpA
Numero di pagine	10
Data Registrazione	28/01/2020

1 PREMESSA

La Società I.V.P.C. Power 8 SpA intende realizzare un Parco Eolico nel Comune di Rotello (CB). L'iniziativa da realizzarsi è costituita da dieci aerogeneratori del tipo Vestas V150-4.2MW, con altezza mozzo a 155 metri e diametro rotore di 150 m.

La presente analisi ha lo scopo di valutare in maniera tecnica l'eventuale impatto generato dall'evoluzione dell'ombra derivante dai dieci aerogeneratori previsti per l'installazione sull'area di progetto.

2 CENNI SUL FENOMENO DELLO SHADOW FLICKERING

Le turbine eoliche, come altre strutture fortemente sviluppate in altezza, proiettano un'ombra sulle aree adiacenti in presenza della luce solare diretta. Il cosiddetto fenomeno del "flickering", indica l'effetto di lampeggiamento che si verifica quando le pale del rotore in movimento "tagliano" la luce solare in maniera intermittente. Tale variazione alternata di intensità luminosa, a lungo andare, può provocare fastidio agli occupanti delle abitazioni le cui finestre risultano esposte al fenomeno stesso.

Studi condotti sui possibili effetti dello shadow flickering sulla salute umana raccomandano, al fine di ridurre al minimo i fastidi, una velocità di flickering non superiore a 3 tagli al secondo¹. Poiché si tratta di aerogeneratori tripala, tale frequenza si traduce in una velocità massima di rotazione del rotore di 60 rpm (rotazioni per minuto).

La turbina Vestas V150-4.2 MW prevista per l'installazione ha una velocità di rotazione massima di 12 rpm che corrisponde ad una velocità massima di flickering di 0,6 tagli al secondo, nettamente inferiore alla frequenza massima raccomandata. Tuttavia, una progettazione attenta è fondamentale al fine di evitare questo spiacevole fenomeno e in relazione a ciò, si fa presente che già in fase di scelta delle aree sulle quali ubicare l'impianto si è cercato di allontanarsi il più possibile dall'area urbana e dalle masserie adibite ad abitazione.

3 CALCOLO DELLO SHADOW FLICKERING

3.1 Configurazione d'impianto

Il progetto prevede l'installazione di 10 aerogeneratori Vestas V150-4.2 MW. La disposizione prevista per le turbine è riportata nella tabella sottostante.

¹ G. Harding et al.: "Wind turbines, flicker, and photosensitive epilepsy: Characterizing the flashing that may precipitate seizures and optimizing guidelines to prevent them", 4 aprile 2008

Turbina	Comune	UTM – WGS84		Altitudine [m]
		Long. E [m]	Lat. N [m]	
Rot01	Rotello (CB)	508868	4626769	113
Rot02	Rotello (CB)	508486	4626238	122
Rot03	Rotello (CB)	507988	4625747	125
Rot04	Rotello (CB)	506538	4623906	164
Rot05	Rotello (CB)	506435	4623336	171
Rot06	Rotello (CB)	508413	4622785	171
Rot07	Rotello (CB)	509145	4622043	197
Rot08	Rotello (CB)	504405	4620388	224
Rot09	Rotello (CB)	505420	4620263	210
Rot10	Rotello (CB)	506061	4619441	189

Tab. 3.1 Coordinate geografiche puntuali turbine d'impianto

Di seguito è riportata una scheda riassuntiva delle principali caratteristiche della turbina Vestas V150-4.2.

Potenza nominale	4200 kW
n° pale	3
Diametro rotore	150 m
Area spazzata	17 671 m ²
Altezza mozzo rotore	155.0 m
Tipologia torre	tubolare
larghezza massima della pala	4.2 m
Velocità di rotazione del rotore	4.9 - 12.0 rpm
Velocità vento di avvio	3.0 m/s
Velocità vento di stacco	24.5 m/s

Tab. 3.2 Estratto delle specifiche tecniche della turbina Vestas V150-4.2MW

3.2 Individuazione dei recettori

Ai fini della previsione degli impatti indotti dall'impianto eolico in progetto sono stati individuati i fabbricati presenti nei pressi degli aerogeneratori. Di seguito sono riportati i riferimenti geografici dei ricettori sensibili individuati.

Cod.	Comune	Destinazione d'uso	UTM – WGS84		Riferimento catastale
			Long. E [m]	Lat. N [m]	
R 01	San Martino in Pensilis (CB)	Abitazione	507491	4627102	F.77 P.IIa 51
R 02	Serracapriola (FG)	Abitazione	510037	4625586	F.42 P.IIa 139
R 03	Serracapriola (FG)	Abitazione	510497	4625023	F.43 P.IIa 145
R 04	Serracapriola (FG)	Abitazione	510522	4624961	F.43 P.IIa 56
R 05	Rotello (CB)	Abitazione	507629	4624833	F.20 P.IIa 63
R 06	Rotello (CB)	Abitazione	507639	4623616	F.31 P.IIa 130
R 07	Rotello (CB)	Abitazione	508186	4622159	F.31 P.IIa 129
R 08	Rotello (CB)	Abitazione	507414	4623149	F.20 P.IIa 62
R 09	Rotello (CB)	Abitazione	508197	4622080	F.31 P.IIe 124-132
R 10	Rotello (CB)	Abitazione	508094	4622073	F.31 P.IIa 126
R 11	Rotello (CB)	Abitazione	507406	4621854	F.46 P.IIa 220
R 12	Rotello (CB)	Abitazione	505838	4621617	F.45 P.IIa 199
R 13	Rotello (CB)	Abitazione	505389	4621191	F.45 P.IIa 176
R 14	Rotello (CB)	Abitazione	505433	4621105	F.45 P.IIa 177
R 15	Rotello (CB)	Abitazione	505862	4621051	F.45 P.IIa 184
R 16	Rotello (CB)	Abitazione	506556	4621121	F.46 P.IIa 219
R 17	Rotello (CB)	Abitazione	507300	4620876	F.56 P.IIa 162
R 18	Rotello (CB)	Abitazione	506225	4620174	F.46 P.IIa 176
R 19	Rotello (CB)	Abitazione	503765	4620627	F.51 P.IIe 159-160-162-166
R 20	Rotello (CB)	Abitazione	506203	4620158	F.46 P.IIa 37
R 21	Rotello (CB)	Abitazione	506198	4620153	F.46 P.IIa 38
R 22	Rotello (CB)	Abitazione	505107	4619956	F.53 P.IIa 87
R 23	Rotello (CB)	Abitazione	504989	4619933	F.53 P.IIa 23
R 24	Rotello (CB)	Abitazione	506494	4619117	F.55 P.IIa 129
R 25	Rotello (CB)	Abitazione	506537	4619107	F.55 P.IIa 117
R 26	Rotello (CB)	Abitazione	506583	4619125	F.55 P.IIa 118
R 27	Rotello (CB)	Abitazione	504551	4619788	F.52 P.IIa 31
R 28	Rotello (CB)	Abitazione	504522	4619725	F.52 P.IIa 33
R 29	Santa Croce di Magliano (CB)	Abitazione	502855	4619978	F.8 P.IIa 153
R 30	Santa Croce di Magliano (CB)	Abitazione	503139	4619845	F.8 P.IIa 169

Tab. 3.3 Coordinate geografiche puntuali dei ricettori sensibili

Sebbene il fenomeno possa essere percepito anche all'esterno, esso risulta evidente e fastidioso in quegli ambienti con finestrature rivolte verso le ombre, per questo si è considerato nella simulazione, la presenza di finestre di altezza 2 m e larghezza 1 m disposte sulle facciate degli edifici e orientate verso i 4 punti cardinali, ad altezza sul suolo di 2 m.

3.3 Metodologia di calcolo

La valutazione tecnica è stata eseguita con l'ausilio del software WindFarm 4.2.5.3 della ReSoft Ltd, software di simulazione specifico per la progettazione di impianti eolici.

Il software utilizza una serie di dati di input caratterizzanti quali:

- l'altimetria della zona simulata;
- la disposizione geografica delle turbine e dimensione geometrica dei loro componenti (torre e pale);
- la disposizione geografica dei "recettori sensibili" (abitazioni e relative finestre);
- la latitudine e longitudine dell'area interessata.

Sulla base di questi dati il software calcola il numero di ore annue di esposizione allo shadow flickering per ciascun nodo del grigliato che copre l'intera area, nonché il numero di ore di esposizione per gli ambienti abitativi attraverso le finestre.

Per l'esecuzione della simulazione sono stati fissati i seguenti parametri:

- coordinate geografiche baricentriche (UTM-WGS84): 503450E, 4621300N;
- coordinate geografiche delle turbine considerate (vedi tabella 3.1);
- coordinate geografiche delle turbine considerate (vedi tabella 3.3);
- estensione area simulata: 35 km x 32 km (1120 km²);
- risoluzione di calcolo: 50 m;
- raggio d'influenza massimo: 2.3 km dal punto di installazione dell'aerogeneratore;
- altezza del punto di vista dell'osservatore: 2,0 m sls;
- parametri turbina:
 - diametro rotore: 150,0 m
 - altezza torre: 155,0 m
 - larghezza media della pala: 3 m

Il calcolo viene effettuato dal software nella condizione più sfavorevole possibile (*caso peggiore*), in quanto si considera che:

- il sole splende per tutta la giornata, dall'alba al tramonto (cioè si è sempre in assenza di copertura nuvolosa);
- il piano di rotazione delle pale è sempre perpendicolare alla direttrice sole-aerogeneratore (l'aerogeneratore "insegue" il sole);
- gli aerogeneratori sono sempre operativi;
- non sono presenti alberi o altri ostacoli che, intercettando l'ombra degli aerogeneratori, riducano o annullino il fastidio del flickering.

Ciò considerato si evince che i risultati ai quali si perverrà sono estremamente cautelativi, trattandosi di una stima puramente teorica. Allo scopo di pervenire a valori più realistici, prossimi al caso reale, si può tener conto dell'eliofania locale, ovvero del numero di ore di cielo libero da nubi durante il giorno.

Il valore di eliofania locale è di circa 2384 h/anno²; che corrispondono a circa il 53% del tempo in cui il sole permane al di sopra dell'orizzonte.

3.4 Risultati

La tabella 3.4 riporta i risultati del calcolo eseguito come descritto nel paragrafo precedente.

² *La radiazione solare globale e la durata del soleggiamento in Italia dal 1991 al 2010* (Aeronautica Militare - Reparto di Sperimentazioni di Meteorologia Aeronautica)

Recettore	Giorni l'anno	Caso peggiore [h/anno]	Caso reale [h/anno]
R 01	100	39,0	20,7
R 02	74	21,3	11,3
R 03	0	0	0
R 04	0	0	0
R 05	43	14,4	7,6
R 06	140	55,9	29,6
R 07	67	26,2	13,9
R 08	139	58,1	30,8
R 09	51	25,6	13,6
R 10	46	21,2	11,2
R 11	31	8,9	4,7
R 12	47	9,2	4,9
R 13	64	26,6	14,1
R 14	85	34,7	18,4
R 15	39	12,2	6,5
R 16	114	34,0	18,0
R 17	29	6,6	3,5
R 18	69	42,8	22,7
R 19	71	58,4	31,0
R 20	75	46,3	24,5
R 21	77	47,3	25,1
R 22	54	24,7	13,1
R 23	46	19,4	10,3
R 24	31	6,0	3,2
R 25	35	7,5	4,0
R 26	45	11,0	5,8
R 27	43	11,5	6,1
R 28	31	9,9	5,2
R 29	61	17,5	9,3
R 30	99	38,1	20,2

Tab. 3.4 Risultati del calcolo

In particolare, in tabella 3.4 vengono riportati il numero di giorni e di ore in cui è fisicamente possibile che il fenomeno si presenti (*caso peggiore*) e il valore più realistico atteso di ore l'anno in cui il fenomeno potrebbe presentarsi (*caso reale*). A tal proposito è importante sottolineare che anche il caso reale, calcolato tenendo conto dell'eliofania locale, è comunque un valore cautelativo in quanto nella stima non si è tenuto conto degli effetti mitigativi dovuti al piano di rotazione delle pale non sempre ortogonale alla direttrice sole-finestra, al funzionamento discontinuo degli aerogeneratori e all'eventuale presenza di ostacoli e/o vegetazione interposti tra il sole e la finestra.

Dalla tabella 3.4 si evince che presso le abitazioni identificate come ricettori potrebbe verificarsi l'effetto di shadow flickering, tuttavia tale effetto si può considerare trascurabile per via della scarsa durata del fenomeno che si riduce, nel caso reale, a poche ore l'anno. Per i fabbricati R 02 e R 19, presso i quali l'effetto di shadow flickering può verificarsi per 30,8 e 31 ore/anno rispettivamente, è stato elaborato, a titolo esemplificativo, un calendario dell'ombra che riporta in maniera grafica i periodi dell'anno in cui è possibile il verificarsi il fenomeno nelle condizioni del *caso peggiore*. Le curve di colore blu indicano l'ora dell'alba e del tramonto e le macchie colorate indicano il periodo in cui è possibile che il verificarsi del

fenomeno. Sull'asse delle ordinate sono riportati i giorni dell'anno e sull'asse delle ascisse l'ora del giorno (ora solare).

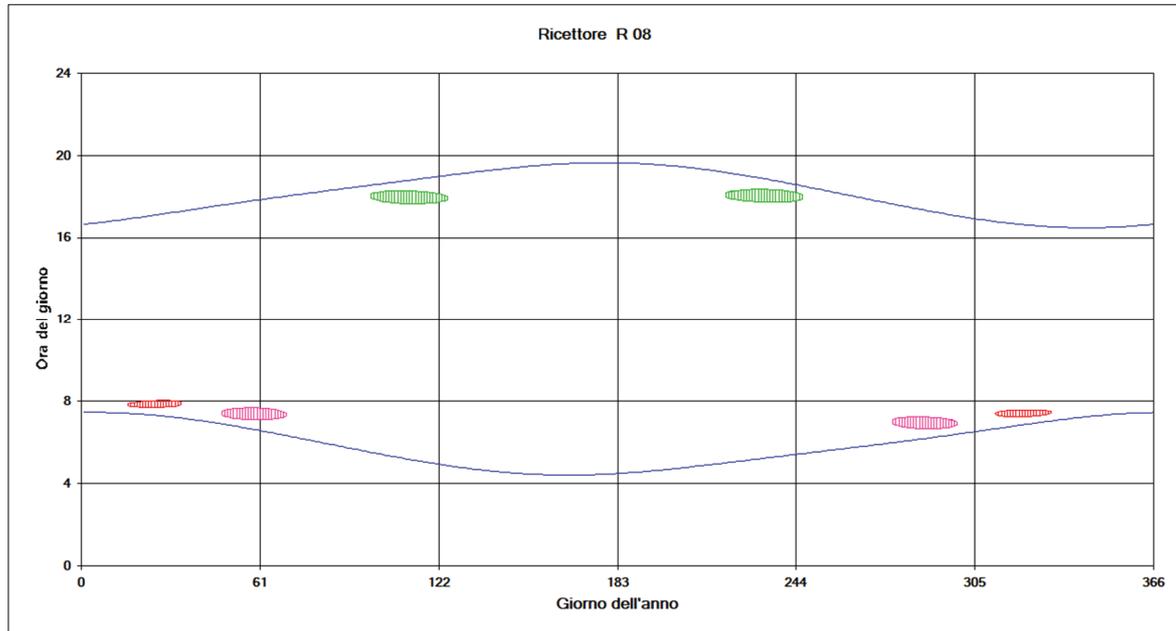


Fig. 3.1 Calendario dell'ombra presso il ricettore R 08

Dalla lettura del calendario in figura 3.1, si comprende che, presso il fabbricato R 08, il fenomeno dell'ombreggiamento si può verificare a causa delle turbine:

- Rot 05, dal 8 aprile al 4 maggio e dal 7 agosto al 2 settembre tra le 17:35 e le 18:20 (macchia verde);
- Rot 06, dal 17 febbraio al 10 marzo e dal 3 al 25 ottobre tra le 6:40 e le 7:40 (macchia magenta);
- Rot 07, dal 16 gennaio al 3 febbraio e dal 7 al 26 novembre tra le 7:15 e le 8:00 (macchia rossa).

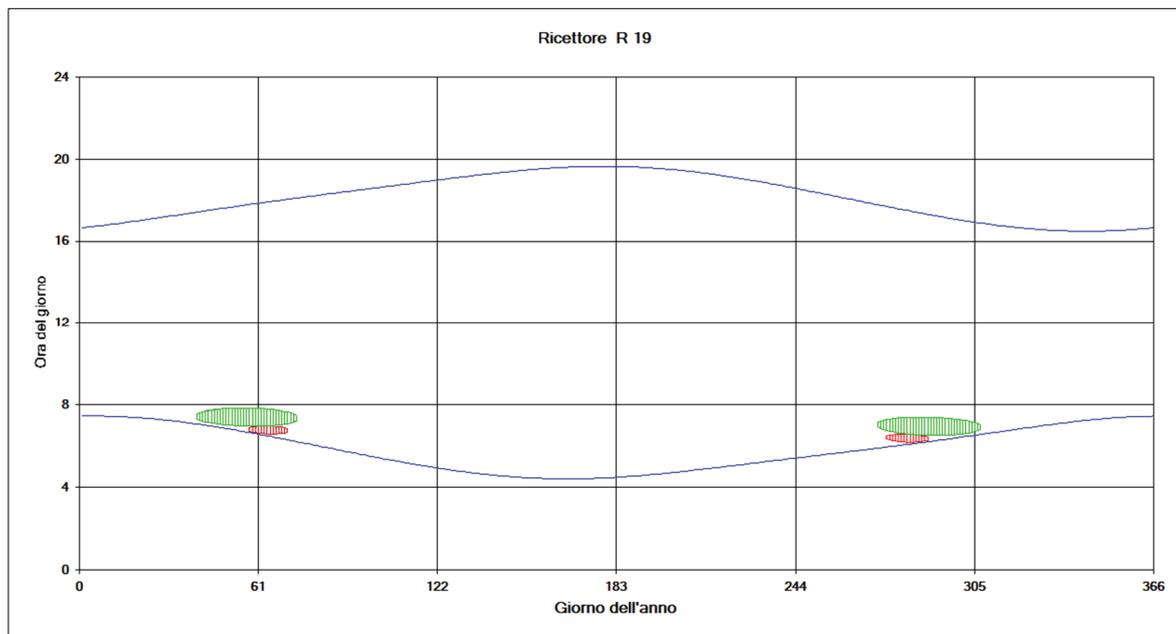


Fig. 3.2. Calendario dell'ombra presso il ricettore R 19

Dalla lettura del calendario in figura 3.2, si comprende che, presso il fabbricato R 19, il fenomeno dell'ombreggiamento si può verificare a causa delle turbine:

- Rot 08, dal 9 febbraio al 14 marzo e dal 28 settembre al 2 novembre tra le 6:30 e le 7:50 (macchia verde);
- Rot 09, dal 27 febbraio al 11 marzo e dal 1 al 15 ottobre tra le 6:10 e le 7:00 (macchia rossa).

4 CONCLUSIONI

A seguito di quanto descritto nei paragrafi precedenti si può concludere che, pur considerando una stima cautelativa, in quanto non si è tenuto conto degli effetti mitigativi dovuti al piano di rotazione delle pale non sempre ortogonale alla direttrice sole-finestra, del funzionamento discontinuo degli aerogeneratori e all'eventuale presenza di ostacoli e/o vegetazione interposti tra il sole e la finestra, il fenomeno dello shadow flickering si verifica su 28 abitazioni (vedi tabella 3.4), incidendo in maniera molto limitata, in quanto il valore massimo atteso è per tutti i recettori inferiore a 31 ore l'anno.

Va altresì sottolineato che:

- la velocità di rotazione della turbina Vestas V150-4.2MW è di 12 rotazioni al minuto, quindi nettamente inferiore alla frequenza massima raccomandata (60 rpm), escludendo quindi la possibilità di qualsiasi danno per la salute;
- oltre una certa distanza, l'ombra smette di essere un problema in quanto, all'aumentare della distanza tra turbina e ricettore, le pale coprono una porzione sempre più piccola del sole, inducendo un ombreggiamento di minore entità. Ciò premesso, si può concludere che per i ricettori presi in esame, l'effetto dell'ombra può considerarsi trascurabile, trovandosi tutti ad una distanza superiore a 430 m dalle turbine interferenti.

5 ALLEGATI

- *Mapa delle ore di ombreggiamento*



- 0 ore l'anno
- 50 ore l'anno
- 100 ore l'anno
- 150 ore l'anno
- 200 ore l'anno
- 250 ore l'anno
- 300 ore l'anno
- 350 ore l'anno
- 400 ore l'anno
- 450 ore l'anno
- 500 ore l'anno
- 550 ore l'anno
- 600 ore l'anno
- 650 ore l'anno