

Via Diocleziano, 107 - 80125 Napoli  
 Tel. 081.19566613 - Fax. 081.7618640  
 www.newgreen.it

**cogein** energy







REGIONE PUGLIA

Comune principale impianto



COMUNE DI ACQUAVIVA  
 DELLE FONTI  
 PROVINCIA DI BARI

Opere connesse

	COMUNE DI GIOIA DEL COLLE PROVINCIA DI BARI		COMUNE DI SANTERAMO IN COLLE PROVINCIA DI BARI
	COMUNE DI LATERZA PROVINCIA DI TARANTO		COMUNE DI CASTELLANETA PROVINCIA DI TARANTO



PROGETTO PER LA REALIZZAZIONE DI UN IMPIANTO PER LA PRODUZIONE DI ENERGIA ELETTRICA DA FONTE EOLICA, AI SENSI DEL D.LGS N. 387 DEL 2003, COMPOSTO DA N° 12 AEREOGENERATORI, PER UNA POTENZA COMPLESSIVA DI 72 MW, SITO NEL COMUNE DI ACQUAVIVA DELLE FONTI (BA) E OPERE CONNESSE NEI COMUNI DI GIOIA DEL COLLE (BA), SANTERAMO IN COLLE (BA), LATERZA (TA) E CASTELLANETA (TA)

COD.REG.	DESCRIZIONE
<input type="text"/>	<b>STUDIO SUGLI EFFETTI DI SHADOW FLICKERING</b>
COD. INT.	
<b>Elab. 27</b>	


REDATTO	VERIFICATO	APPROVATO	REVISIONE
dott. Rino Castaldo	ing. Giuliana Faella ing. Federica Mallozzi dott. Rino Castaldo	ing. Giuseppe De Masi	Rev.0
			<b>DATA</b>
			06/2021

# Shadow flickering

---

## *Indice*

1	<i>Introduzione allo shadow flickering.....</i>	2
2	<i>Principali parametri richiesti per il calcolo dello shadow flickering e software utilizzati .....</i>	4
3	<i>Aspetti normativi per il calcolo dello Shadow Flickering .....</i>	5
4	<i>Modello calcolo degli effetti di Shadow Flickering del parco eolico .....</i>	6
5	<i>Individuazione dei recettori sensibili.....</i>	8
6	<i>Risultati delle elaborazioni e conclusioni .....</i>	10

## 1 *Introduzione allo shadow flickering*

Lo shadow flickering (letteralmente ombreggiamento intermittente) è l'espressione comunemente impegnata per descrivere l'effetto stroboscopico causato dal passaggio delle pale di una o più turbine eoliche attraverso i raggi del sole rispetto a recettori sensibili posti nelle loro immediate vicinanze. Il periodico cambiamento dell'intensità della luce in prossimità dei recettori sensibili deve essere calcolato in modo da determinare il potenziale periodo di ombreggiamento generato dalle turbine. Il fenomeno generato si traduce in una variazione alternativa dell'intensità luminosa, che a lungo andare, può provocare fastidio agli occupanti delle abitazioni, in seguito recettori, le cui finestre risultino esposte al fenomeno.

L'effetto sugli individui è simile a quello che si sperimenterebbe in seguito alle variazioni di intensità luminosa di una lampada ad incandescenza a causa di continui sbalzi della tensione della rete di alimentazione elettrica, in particolare le frequenze che possono provocare un senso di fastidio sono comprese tra i 2,5 Hz ed i 20 Hz (Verkujlen and Westra, 1984). A tal proposito è utile sottolineare, che i più recenti aerogeneratori tripala operano con un velocità di rotazione inferiore ai 25 giri al minuto (rpm), corrispondente ad una frequenza di passaggio di passaggio delle pale sulla verticale inferiore a 1,7 Hz, quindi minore della frequenza critica dei 2,5 Hz.

Nella fattispecie gli aerogeneratori utilizzati raggiungono una velocità di rotazione massima di 12,1 rpm quindi ampiamente inferiore di quelle ritenute fastidiose per la maggioranza degli individui.

La lunghezza dell'ombra, generata dal passaggio delle pale attraverso i raggi del sole, dipende non solo dall'altitudine, ma dalla posizione del sole.

Sebbene il fenomeno possa essere percepito anche all'esterno dalle abitazioni, esso risulta evidente e fastidioso in quegli ambienti con finestre rivolte verso le ombre. L'intensità del fenomeno, è definita come la differenza di luminosità che si percepisce in presenza ed in assenza di flickering in una data posizione. In generale si può affermare che:

- Avendo le pale una forma rastremata con spessore che cresce verso il mozzo, il fenomeno risulterà tanto più intenso quanto maggiore sarà la porzione di disco solare coperta dalla pala stessa e quanto minore la distanza dal recettore.
- L'intensità del flickering sarà minima quando l'ombra prodotta è generata all'estremità delle pale.
- Maggiori distanze tra generatore e ricettore determinano ombre meno nette, in tal caso l'effetto risulterà meno intenso e distinto.
- La presenza di schermature locali (come alberi interposti tra il recettore e la sorgente d'ombra) favorisce una diminuzione dell'effetto.

Il calcolo del potenziale periodo di ombreggiamento consiste nel determinare, attraverso software specifici, *le ore di intermittenza annue* cui ciascun recettore è sottoposto. Queste informazioni possono essere utilizzate per progettare e gestire la centrale eolica in modo da ridurre al minimo il disturbo causato alle persone.

Le condizioni per cui si formi l'ombra, e il recettore sia interessato da quest'ultima sono mostrate in Figura 1. Da questa figura si evince che, affinché il recettore sia interessato dall'ombra, si necessita che quest'ultimo abbia una finestra in direzione del campo eolico, il sole sia relativamente basso nel cielo e sia posizionato dietro la torre.

L'analisi dello studio dell'ombreggiamento dei parchi eolici ha lo scopo di ridurre al minimo il disturbo causato dalle turbine ai recettori sensibili e consente di fornire al controller delle turbine o allo SCADA system la data e le ore in cui lo shadow flicker si manifesta così da poter, in caso di effetti prolungati nel tempo, di fermare le turbine durante questi momenti.

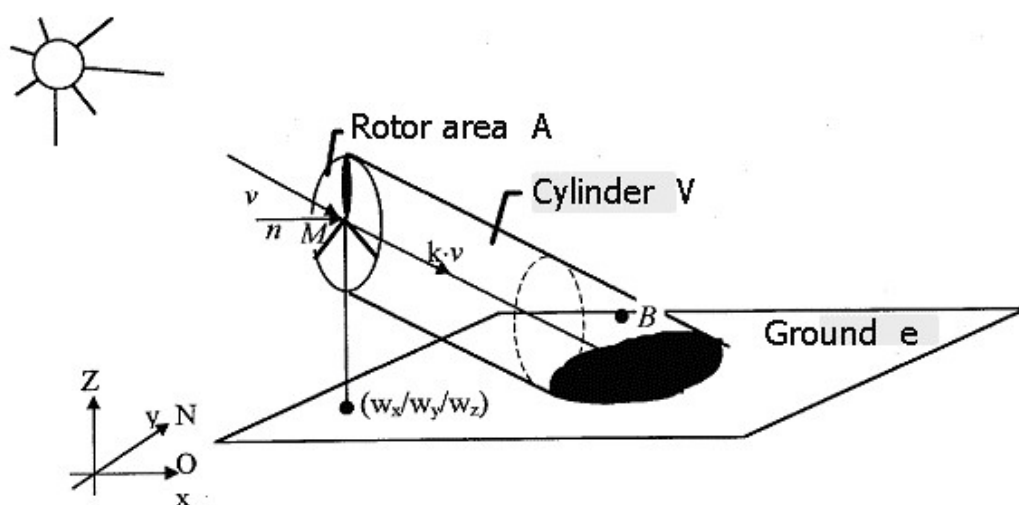
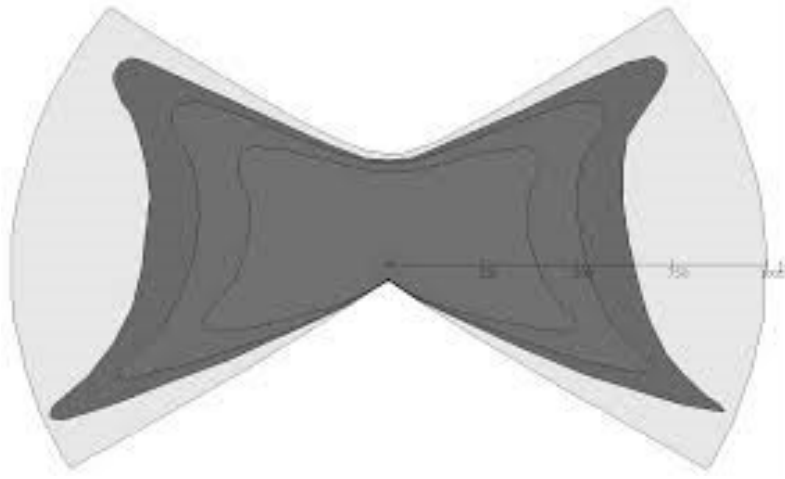


Figura 1 - Formazione dell'ombra sul terreno

La figura successiva riporta l'evoluzione annuale dell'ombra di una turbina considerando il caso peggiore di pale sempre in rotazione intorno al mozzo, e orientate sempre ortogonalmente al sole durante la sua evoluzione giornaliera. Come si può evincere dal grafico, le ore annue di ombra sono sempre minori con l'aumentare della distanza dal pilone secondo una particolare geometria dettata dalla posizione geografica; da osservare che l'ombra arriva a proiettarsi anche sino ad una distanza di 1000 m, anche se solo per pochi minuti all'anno.



**Figura 2** - Evoluzione annuale tipo dell'ombra di una pala

## ***2 Principali parametri richiesti per il calcolo dello shadow flickering e software utilizzati***

I pacchetti software impegnati per la progettazione di un parco eolico contengono moduli specifici per il calcolo e l'analisi del fenomeno di flickering. I parametri principali richiesti dai modelli di calcolo per la determinazione degli effetti dovuti allo shadow flickering del parco eolico sono:

1. La posizione delle turbine (coordinate x, y, z).
2. L'altezza al mozzo e il diametro del rotore della turbina scelta.
3. La posizione dei recettori sensibili (coordinate x, y, z).
4. Le dimensioni delle finestre dei recettori ed il loro orientamento.
5. L'orientamento rispetto al sud e l'angolo di tilt delle finestre dei recettori.
6. La posizione geografica (latitudine e longitudine), il fuso orario e l'ora legale della zona di interesse.
7. Un modello di simulazione contenente informazioni riguardo l'orbita della terra e la rotazione rispetto al sole .
8. Statistica di probabilità mensile di presenza del sole.
9. Un modello digitale del terreno.
10. L'angolo minimo del sole rispetto all'orizzonte da cui calcolare l'ombreggiamento
11. La distanza massima di estensione dell'ombra dietro la turbina
12. Percentuale di copertura del sole dalla pala
13. Intervallo di tempo per il calcolo dell'ombreggiamento.
14. Scelta della rappresentazione del sole come 'punto' o come "disco".

Questi parametri vengono usati per determinare l'accuratezza del calcolo e/o per specificare alcune restrizioni ai calcoli nel caso dei parametri relativi ai recettori.

I software utilizzati per il calcolo dello shadow flickering sono molteplici, sviluppati da diversi sviluppatori.

Per questo studio viene considerato il software WindFarmer di Garrad Hassan and Partners Ltd. Questo software, tramite il modulo “*intermittenza dell'ombra*”, consente di creare mappe per l'intermittenza dell'ombra e di analizzare l'intermittenza in punti specifici (recettori) attraverso la generazione di isolinee. Inoltre il software genera un *calendario* per ogni specifico recettore, il quale indica l'esatto giorno e l'ora in cui il recettore sarà interessato dall'ombreggiamento.

La procedura di calcolo dell'intermittenza dell'ombra impostata come *predefinita*, assume che il sole possa essere approssimato come un punto. E' possibile selezionare l'opzione per modellare il sole come un disco. Questo caso peggiorativo, porta ad un numero di eventi di intermittenza d'ombra più alto, specialmente in prossimità delle turbine.

Nel presente studio verrà analizzato per primo, il **worst-case** (il caso peggiore) impostando tutti i parametri del software su tale condizione. Il caso peggiore si ottiene considerando, innanzitutto, **il rotore** assimilato ad una vera e propria sfera con un off-set tra asse e rotore, **il sole** come disco e con l'asse del rotore allineato col sole e col punto recettore. Statisticamente questa potrebbe non essere la migliore rappresentazione della realtà, in quanto la distribuzione del vento, nei diversi settori della rosa dei venti, fa sì che il rotore non sia sempre orientato in corrispondenza dei recettori e soprattutto non sia sempre in movimento. Tali aspetti ci posizionano in un caso ideale di massima sicurezza ma comunque mai verificabile date le variazioni costanti della direzione del vento e le variazioni di velocità e calma della turbina nell'arco di una singola giornata ed ora.

### ***3 Aspetti normativi per il calcolo dello Shadow Flickering***

Il presente documento si riferisce al progetto di una centrale eolica nel Comune di Acquaviva Delle Fonti nel territorio della Regione Puglia, in provincia di Bari. La normativa Regionale in materia di calcolo dell'ombreggiamento provocato da turbine eoliche risulta essere estremamente carente. Le linee guida Regionali che regolano l'inserimento degli impianti eolici richiedono di presentare come elaborato tecnico 'Effetti di Shadow Flickering' senza però precisare i parametri indispensabili per il calcolo dello stesso, né i limiti definiti come ore/anno di ombreggiamento per singolo recettore.

Se ci riferissimo all'Europa, ad oggi, solo la Germania ha emesso dettagliate linee guida contenenti limiti e condizioni per il calcolo dell'impatto derivante dallo Shadow Flickering.

Le linee guida Tedesche fissano i parametri per il calcolo dell'ombreggiamento, come di seguito riportati:

- L'angolo minimo del sole rispetto all'orizzonte da cui calcolare l'ombreggiamento deve essere almeno 3°
- La percentuale di copertura del sole dalla pala deve essere almeno del 20%

Inoltre vengono definiti, anche i valori limite espressi in ore/anno di ombreggiamento presso un recettore prossimo ad una centrale eolica:

- Massimo 30 ore/annue di massima ombra astronomica (caso peggiore)
- Massimo 30 min/giorno di massima ombra astronomica (caso peggiore)
- Se è utilizzata una regolazione automatica sono previste come impatto d'ombra massimo 8 ore/annue

Pertanto, anche nel caso del calcolo in esame, affinché sia possibile effettuare uno studio dello Shadow Flickering abbastanza preciso, la normativa italiana dovrebbe fornire i seguenti parametri principali:

- L'angolo minimo del sole rispetto all'orizzonte da cui calcolare l'ombreggiamento
- La distanza limite fino a cui calcolare l'ombreggiamento dalla turbina
- Percentuale di copertura del sole dalla pala
- Intervallo di tempo per il calcolo dell'ombreggiamento

Sulla base di quanto descritto, si evidenzia la carenza della Normativa Italiana e, nel caso in esame, di quella Campana, per la definizione dei parametri necessari al calcolo dell'ombreggiamento.

Pertanto, per lo studio dell'effetto di ombreggiamento del parco eolico di Acquaviva Delle Fonti, si utilizzeranno i parametri definiti dal metodo di calcolo tedesco, che oltretutto, come spiegato in dettaglio successivamente, risultano essere tra i più restrittivi che si possano considerare.

In ogni caso può considerarsi pienamente accettabile come valore limite di ore/anno di ombreggiamento, un valore massimo di 50 ore di ombreggiamento presso un singolo ricettore, tale da non arrecare nessun disturbo.

#### ***4 Modello calcolo degli effetti di Shadow Flickering del parco eolico***

La presente relazione è stata redatta con lo scopo di analizzare l'effetto flickering indotto dagli aerogeneratori sui singoli recettori, rappresentati da edifici di categoria catastale B e D ed abitazioni, fabbricati rurali.

Il calcolo degli effetti di shadow flickering per il parco eolico, è stato condotto grazie all'utilizzo del software WindFarmer di Garrad Hassan. Il modulo che ha permesso il calcolo è "Intermittenza dell'ombra".

L'analisi si basa sull'impegno di un modello digitale del terreno per la simulazione dell'orografia del suolo.

I parametri utilizzati per il calcolo e inseriti nel software sono i seguenti:

1. Angolo minimo del sole rispetto all'orizzonte da cui calcolare l'ombreggiamento pari a 3°
2. Distanza limite fino a cui calcolare l'ombreggiamento dalla turbina uguale a 1000 m.

3. Percentuale di copertura minima del sole dalla pala = 20%
4. Intervallo di tempo per il calcolo dell'ombreggiamento = 1 minuto
5. Statistica di probabilità mensile di presenza di sole dedotta (descritta in seguito)
6. Modello DTM del terreno
7. Modello delle turbine

In relazione al punto 1 il valore di 3° è stato desunto da bibliografia e risulta anche essere il parametro di default impostato dal software, nonché il dato imposto dalla normativa Tedesca. Si usa in genere questo valore poiché per angoli inferiori la luce, dovendo attraversare uno strato di atmosfera maggiore, diventa molto diffusa e non riesce quindi a formare un'ombra. Il parametro risulta molto restrittivo ai fini del calcolo.

In relazione al punto 2 la scelta di considerare un valore di 1000 m è stata fatta prendendo spunto dalle Linee guida Tedesche, che come da bibliografia, riportano che ad una distanza massima di 2 Km, in piano, gli effetti dell'ombreggiamento risultano trascurabili. Altre fonti citano che l'ombreggiamento dovrebbe diventare non percepibile a distanze prossime ai 1000 metri. Questa scelta arbitraria è stata fatta sulla base del fatto che non è ancora stabilito dalla normativa qual è la distanza massima dalla turbina a cui si risente ancora dell'ombreggiamento. La scelta di considerare 1 km in questo calcolo è stata fatta in relazione alla morfologia del territorio del sito in esame e alla diversa altitudine delle turbine rispetto ai recettori sensibili. In relazione al punto 3 il valore assunto, anch'esso, è stato dedotto dalle Linee guida Tedesche e risulta anche essere il parametro di default settato dal software, e risulta essere un valore restrittivo ai fini del calcolo.

In relazione al punto 4 l'intervallo di tempo per il calcolo dell'ombreggiamento risulta essere per tutte le linee guida di 1 minuto e quindi è stato assunto, anche in questo caso, come tale.

In relazione al punto 5 la statistica di probabilità mensile di presenza del sole è stata dedotta da una stazione meteorologica nei pressi del sito in cui sono state misurate le ore mensili di soleggiamento (tabella sottostante) da cui sono state dedotte le probabilità mensili di soleggiamento qui di seguito riportate:

Mesi	Valori medi mensili delle ore giornaliere di soleggiamento (ore/giorno)	ore di soleggiamento mensili	ore totali mensili	% di soleggiamento mensile
Gennaio	4,3	129	720	17,90
Febbraio	5,2	156	720	21,66
Marzo	6,2	186	720	25,83
Aprile	6,9	207	720	28,75
Maggio	9,1	273	720	37,90
Giugno	10,1	303	720	42,08
Luglio	11,2	336	720	46,66
Agosto	10,3	309	720	42,91
Settembre	7,7	231	720	32,08
Ottobre	6,2	186	720	22,36
Novembre	4,7	141	720	19,58
Dicembre	3,7	111	720	15,41

Tabella 1 - Ore di soleggiamento mensile zona di Acquaviva Delle Fonti



Il calcolo dell'ombreggiamento è stato fatto utilizzando le condizioni al contorno semplificate, che comportano una situazione quanto più peggiorativa possibile rispetto al caso reale (Worst-case), in particolare:

- Il cielo è considerato sempre chiaro e limpido e quindi non si considerano nubi, nebbia o qualsiasi ostacolo;
- Le turbine sono sempre in rotazione;
- Il rotore delle turbine è sempre orientato in direzione del recettore;
- Non sono considerati eventuali ostacoli come alberi o palazzi;
- Asse del rotore allineato con il sole.

Inoltre, per la simulazione, ogni singolo recettore viene considerato in modalità "green house", cioè come se tutte le pareti esterne fossero esposte al fenomeno, senza considerare la presenza di finestre e/o porte dalle quali l'effetto arriva realmente all'interno dell'abitazione. I calcoli effettuati per l'ombreggiamento rappresentano un approccio molto conservativo e peggiorativo, denominato "**worst case**", in cui la situazione reale risulterà ben al di sotto dei risultati ottenuti.

## ***5 Individuazione dei recettori sensibili***

Ai fini della previsione degli impatti indotti dell'impianto in oggetto sono stati individuati i "recettori sensibili" nelle immediate vicinanze del parco eolico che possono essere soggetti a tale fenomeno. In particolare, sono stati considerati tutti gli edifici rientranti nella distanza di 1000 m da ogni aerogeneratore e tutti quelli classificati alle categorie catastali da A1 a A10 e quelle classificate come B1-B2-B5-D4-D10.

Di seguito sono stati riportati i riferimenti geografici dei recettori individuati:

Comune	Ricettori potenziali	Coordinate UTM WGS84		Quota [m]
		Est [m]	Nord [m]	
ACQUAVIVA DELLE FONTI	R1	652744,6017	4524175,3988	379,0
	R2	652803,4294	4524002,3208	381,0
	R3	652485,9492	4523220,3114	416,0
	R4	653032,9447	4522475,8530	397,0
	R5	652889,6822	4521870,9642	405,0
	R6	652801,4654	4521653,5219	409,0
	R7	652973,9587	4521460,0446	403,0
	R8	653309,4938	4520898,7866	401,0
	R9	653341,1782	4520890,1750	401,0
	R10	653485,1771	4520493,1737	403,0
ACQUAVIVA DELLE FONTI	R11	653879,5333	4523864,5117	366,0
	R12	654378,6715	4523869,8740	362,0
	R13	653920,2929	4523339,6010	369,0
	R14	654215,0275	4522862,9502	368,0
	R15	653948,5978	4522305,3269	380,0
	R16	654038,4599	4522285,5958	376,0
	R17	655852,5233	4524084,7473	340,0
	R18	655756,5588	4523996,7554	343,0
	R19	655554,9500	4523795,9575	340,0
	R20	655554,5668	4523614,4298	345,0
	R21	655734,9665	4523633,2676	346,0
	R22	656198,9222	4523010,9884	348,0
	R23	655030,5447	4522771,3635	362,0
	R24	655084,7947	4522708,2802	360,0
	R25	655831,5813	4522600,0553	352,0
	R26	655540,1580	4522243,8580	357,0
	R27	655564,1806	4522227,4407	357,0
	R28	655796,7825	4522086,2042	357,0
	R29	655826,8022	4521989,8071	358,0
	R30	656148,3309	4522133,9175	353,0
	R31	656112,8036	4522082,9859	355,0
	R32	656090,7516	4522045,6024	356,0
	R33	656246,2641	4521861,9999	358,0
	R34	656247,9830	4521807,0521	359,0
	R35	656257,9182	4521638,2964	363,0
	R36	656176,5261	4521430,0109	366,0
	R37	656333,1930	4521425,9911	367,0
	R38	656248,8563	4521287,7284	367,0
	R39	656386,5578	4521252,0145	366,0
	R40	656643,7017	4521204,4525	362,0
	R41	656336,7036	4521146,3870	367,0
	R42	656303,4679	4521058,6957	366,0
	R43	656255,5941	4520984,6459	367,0
	R44	656367,5885	4520820,1005	365,0
	R45	655624,2486	4520893,1414	372,0

Comune	Ricettori potenziali	Coordinate UTM WGS84		Quota [m]
		Est [m]	Nord [m]	
SANTERAMO IN COLLE	R46	655508,5788	4520938,5960	372,0
	R47	655327,0045	4520964,7042	373,0
	R48	655329,0271	4520993,6111	372,0
	R49	655292,4743	4521008,8030	373,0
	R50	655278,6931	4520972,1844	374,0
	R51	655249,6710	4520962,0220	374,0
	R52	655210,2983	4520986,0274	373,0
	R53	655142,6206	4520961,9565	374,0
ACQUAVIVA DELLE FONTI	R54	655172,0556	4520626,8681	377,0
SANTERAMO IN COLLE	R55	654908,9235	4520524,7685	384,0
ACQUAVIVA DELLE FONTI	R56	652068,1699	4525128,8744	372,0

**Tabella 2** - Tabella riepilogativa dei ricettori sensibili

## 6 Risultati delle elaborazioni e conclusioni

Le elaborazioni per il calcolo dell'ombreggiamento provocato dalle turbine del parco eolico è stato condotto considerando 56 recettori sensibili posti nell'area circostante il parco.

Al di là di una certa distanza, l'ombra smette di essere un problema perché il rapporto tra lo spessore della pala e il diametro del sole diventa piccolo. Siccome non vi è un valore, generalmente accettato, per questa distanza massima, il modulo utilizzato permette di specificare il limite in metri o multipli del diametro della turbina.

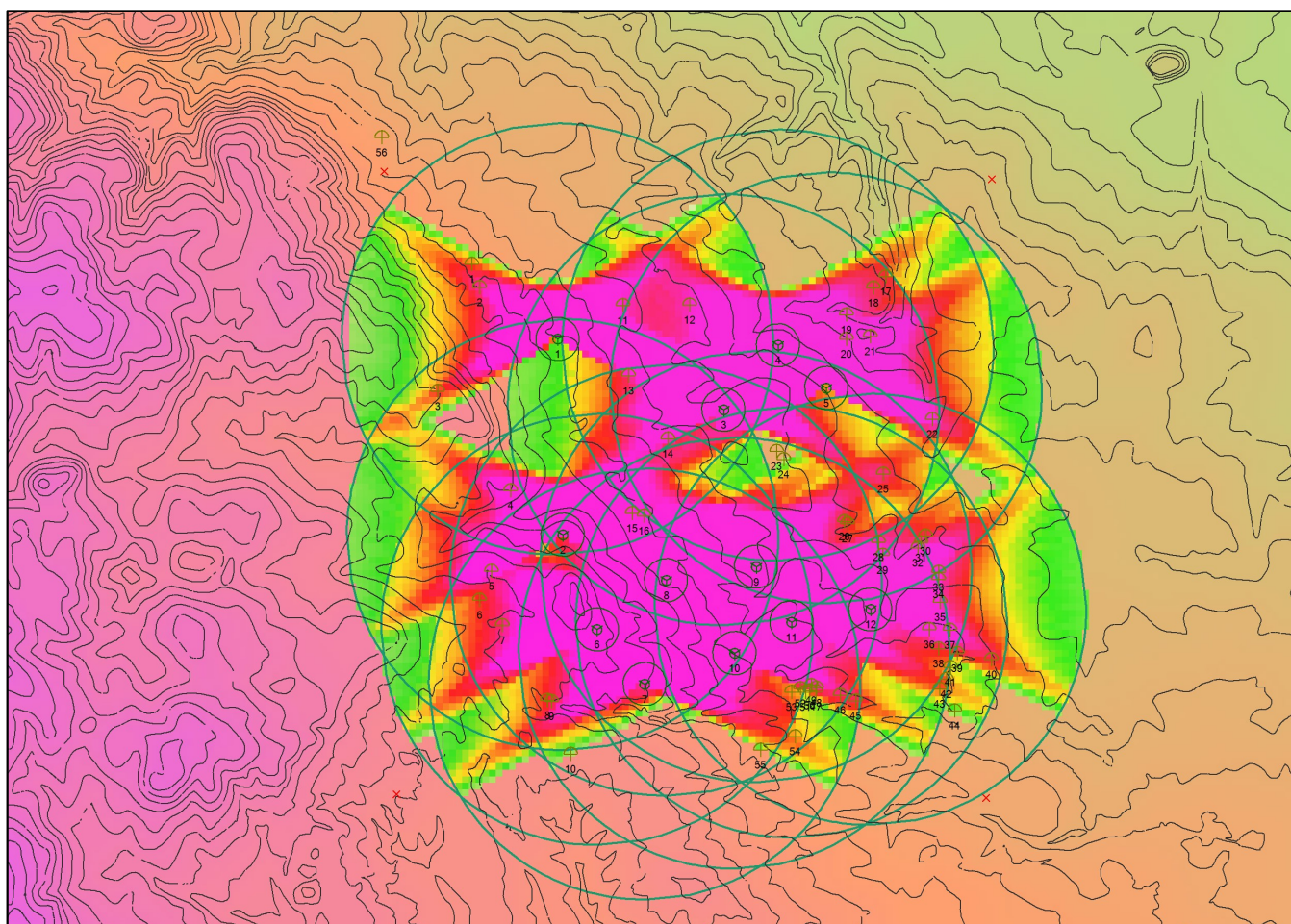
Nel caso specifico è stata considerata una distanza dalla turbina di 1000 m.

Il modello numerico utilizzato, al pari di altri presenti sul mercato, produce in output una mappa dell'impatto dell'ombra sul terreno, nel caso più penalizzante denominato "worst case", corrispondente alle ore in cui il sole permane al di sopra dell'orizzonte nell'arco dell'anno (**circa 4380h/a di luce**), indipendentemente dalla presenza o meno di nubi, le quali inficerebbero il fenomeno stesso di shadow flickering per impossibilità che si generino le ombre, oltre agli input specificati precedentemente, che rendono il caso in oggetto nettamente peggiorativo portano ad un risultato come in tabella.

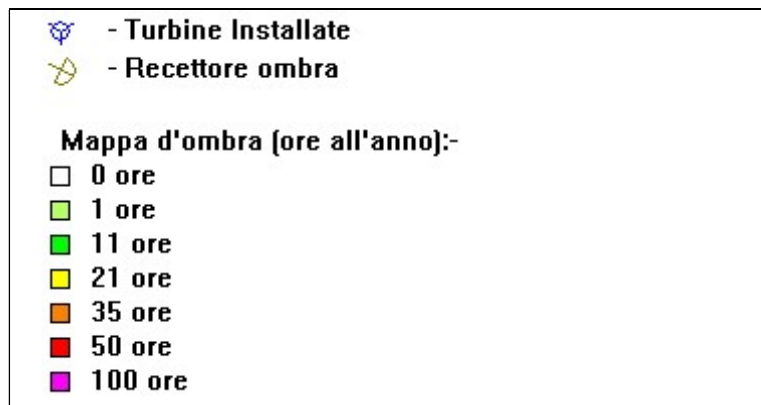
RICETTORE	Worst case INTERMITTENZA OMBRE DI TUTTE LE TURBINE h/yr
1	42
2	84
3	47
4	130
5	69
6	27
7	46
8	49
9	56
10	4
11	81
12	50
13	43
14	73
15	73
16	56
17	40
18	47
19	73
20	99
21	108
22	71
23	0
24	0
25	40
26	47
27	43
28	47
29	63
30	27
31	44
32	60
33	77
34	76
35	79
36	123
37	109
38	25
39	35
40	47
41	20
42	35

RICETTORE	Worst case INTERMITTENZA OMBRE DI TUTTE LE TURBINE h/yr
43	33
44	5
45	53
46	60
47	49
48	66
49	69
50	38
51	16
52	22
53	20
54	34
55	0
56	0

**Tabella 3** - Risultati di calcolo dello shadow flickering - worst case



**Figura 3** - Evoluzione annuale dell'ombra del campo eolico in progetto



**Figura 4** – Legenda evoluzione annuale dell’ombra del campo eolico in progetto

I calcoli effettuati hanno determinato che 4 recettori non subiscono alcun effetto di ombreggiamento, come riportato nella tabella sopra. Mentre 29 recettori evidenziano un valore inferiore alle 50h/yr, soltanto 23 recettori presentano nel caso peggiorativo valori al di sopra della soglia stabilita.

Allo scopo di pervenire a valori più realistici di impatto, prossimi al caso reale denominato "**real case**", si è impiegato il valore di eliofania locale. Tale valore definisce il numero di ore di cielo libero da nubi durante la fase diurna di una giornata.

Per l'area di interesse tale valore corrisponde a circa **2568 h/yr** (rispetto alle 4380 h/yr considerate nel worst - case). Pertanto i risultati possono, ragionevolmente, essere abbattuti di circa il 42%, pari al complemento ad 1 del rapporto  $2568/4380=58\%$ ; in altri termini rispetto al worst - case la probabilità di occorrenza del fenomeno di shadow flickering si riduce al 42% . Tale valore corrisponde proprio alla probabilità che il disco solare risulti libero da nubi.

Bisogna tenere presente che tale riduzione si è ottenuta solo ed esclusivamente considerando le condizioni meteorologiche assimilabili a quelle reali della zona in esame. In ogni caso, il calcolo nel real-case, è comunque da considerarsi molto cautelativo in quanto nel calcolo vengono comunque utilizzate le condizioni al contorno del worst - case indicate nel capitolo 4.

RICETTORE	Real case INTERMITTENZA OMBRE DI TUTTE LE TURBINE h/yr
1	24
2	49
3	27
4	75
5	40
6	16
7	27
8	28
9	32
10	2
11	47
12	29
13	25
14	42
15	42
16	32
17	23
18	27
19	42
20	57
21	63
22	41
23	0
24	0
25	23
26	27
27	25
28	27
29	37
30	16
31	26
32	35
33	45
34	44
35	46
36	71
37	63
38	15
39	20
40	27
41	12
42	20

RICETTORE	Real case INTERMITTENZA OMBRE DI TUTTE LE TURBINE h/yr
43	19
44	3
45	31
46	35
47	28
48	38
49	4
50	22
51	9
52	13
53	12
54	20
55	0
56	0

**Tabella 4** - Risultati di calcolo dello shadow flickering - real case

Alla luce di quanto descritto e dei calcoli effettuati, dei 23 recettori che superavano la soglia delle 50h/yr, soltanto 5 recettori subiscono un valore maggiore di ombreggiamento tale da determinare approfondimenti specifici.

Ulteriori indagini potranno essere condotte su ogni singolo ricettore al fine di verificare che non si presentino schermature naturali, quali alberi o costruzioni varie che riducono l'impatto stesso, e che la diposizione delle finestre non sia in corrispondenza del rotore della pala; in tal caso l'impatto potrebbe addirittura annullarsi rispetto all'analisi del real-case.