



PROGETTO PER LA COSTRUZIONE E L'ESERCIZIO DI UN  
IMPIANTO EOLICO DELLA POTENZA DI 99.2 MW  
DENOMINATO "BOREANO" DA REALIZZARSI NEL  
COMUNE DI VENOSA (PZ) CON LE RELATIVE OPERE DI  
CONNESSIONE ELETTRICHE

## RELAZIONE SULLO SHADOW FLICKERING

Rev. 0.0

Data: 6 maggio 2024

QQR-WND-015

Committente:

**Repsol Venosa S.r.l.**  
via Michele Mercati n. 39  
00197 Roma (RM)  
C. F. e P. IVA: 16699281008  
PEC: repsolvenosa@pec.it

Progetto e sviluppo:

**Queequeg Renewables, Ltd**  
2nd Floor, the Works,  
14 Turnham Green Terrace Mews,  
W41QU London (UK)  
Company number: 11780524  
email: mail@quren.co.uk

## **SOMMARIO**

1	Introduzione .....	3
2	Cenni sullo Shadow Flickering .....	4
3	Normativa di riferimento.....	9
4	Analisi del progetto .....	10

---

## 1 Introduzione

Questo documento riporta un'analisi dell'ombreggiamento intermittente (*Shadow Flickering*) del progetto di parco eolico da realizzarsi nel comune di Venosa (PZ), situato a nord della regione Basilicata.

L'effetto dello *Shadow Flickering*, tradotto letteralmente dall'inglese: "ombreggiamento intermittente", rappresenta lo sfarfallio che si produce a causa del "taglio ripetuto" della luce solare, in seguito al moto rotatorio delle pale di una turbina eolica.

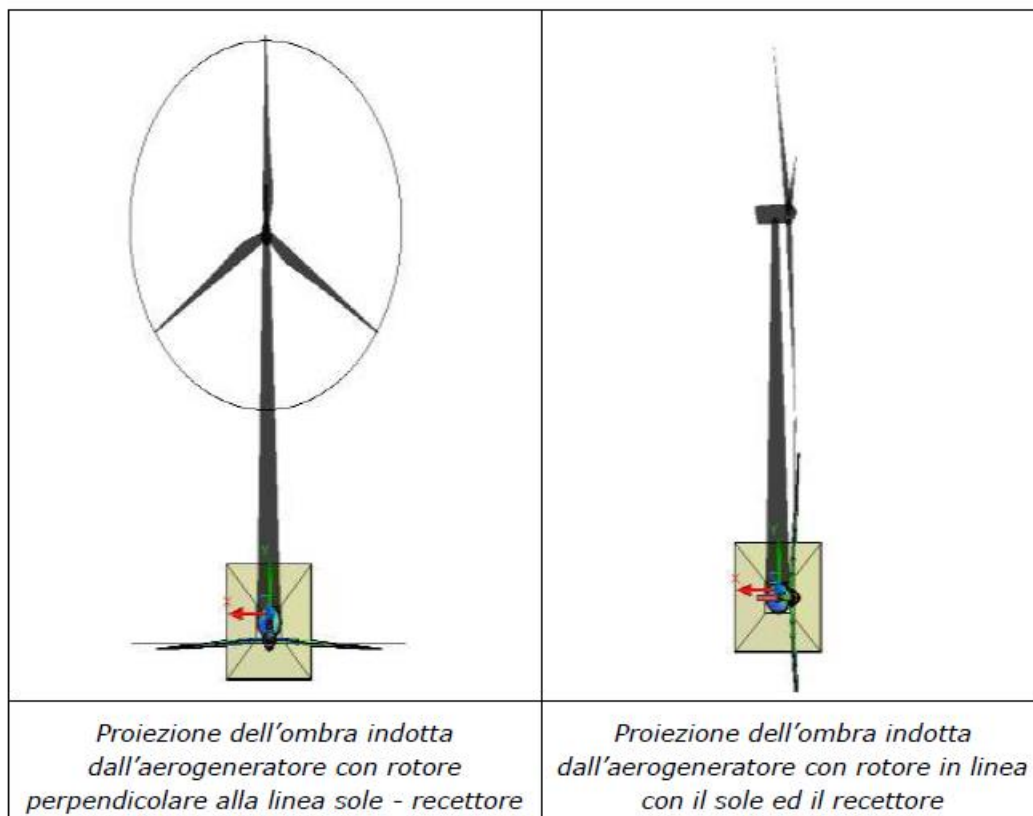
Questo effetto stroboscopico viene ad intensificarsi quando il sole è in grado di generare ombre più consistenti, ovverosia negli intervalli di tempo giornalieri particolarmente vicini all'alba o al tramonto.

Constatata l'assenza di normativa specifica di riferimento in materia, in Italia, considerato però che, con il passare del tempo, questa alternanza luce-ombra potrebbe infastidire gli occupanti di edifici posti nelle vicinanze dell'impianto, è utile stimare a livello temporale (ad esempio con l'unità di misura di ore nell'anno solare) l'esposizione per ciascun recettore sensibile, in modo da poter dare una valutazione sulla qualità ambientale risultante.

## 2 Cenni sullo Shadow Flickering

L'ombreggiamento intermittente consiste in una variazione periodica dell'intensità luminosa solare causata dalla proiezione sulla superficie terrestre dell'ombra indotta da oggetti in movimento.

Per quanto concerne un impianto eolico, tale fenomeno è generato dalla proiezione a terra dell'ombra prodotta dalle pale in rotazione degli aerogeneratori.



Dal punto di vista di un recettore posto dove tale fenomeno si verifica vi sarà una variazione ciclica dell'intensità luminosa solare corrispondente a momenti intermittenti di luce solare diretta ed ombra, causati dalla proiezione delle ombre delle pale in movimento.

Tale fenomeno se vissuto dal recettore per periodi di tempo prolungato può esacerbarsi in un disturbo o in un fastidio.

Affinché quanto sopra si manifesti in maniera consistente si devono verificare alcune condizioni:

- si sia in presenza di un livello sufficiente di intensità luminosa (cielo piuttosto sereno, sgombro da nubi, in assenza di nebbia o foschia);
- il sole sia alto rispetto all'orizzonte;
- l'ipotetica linea congiungente recettore-turbina-sole non incontri ostacoli come vegetazione, edifici, caratteristiche geomorfologiche del territorio (considerato infatti che il fenomeno si accentua all'interno di edifici, le finestre dovrebbero essere orientate perpendicolarmente alla suddetta linea e non incontrare ostacoli come altri edifici, alberi, rilievi, eccetera);
- la turbina sia orientata verso la provenienza del sole (quando il piano del rotore è perpendicolare alla linea sole-recettore, l'ombra proiettata dalle pale risulta muoversi all'interno di un'ellisse (proiezione della circonferenza del rotore) inducendo uno *Shadow Flickering* non trascurabile, quando invece il piano del rotore è allineato con il sole ed il recettore, l'ombra proiettata è sottile, caratterizzata da un rapido movimento di bassa intensità, risultando pertanto il fenomeno di entità trascurabile.

Nota la posizione del sole e le caratteristiche geometriche delle turbine (altezza della navicella, diametro del rotore), è possibile definire l'area in cui si osserverà il fenomeno dello *Shadow Flickering*.

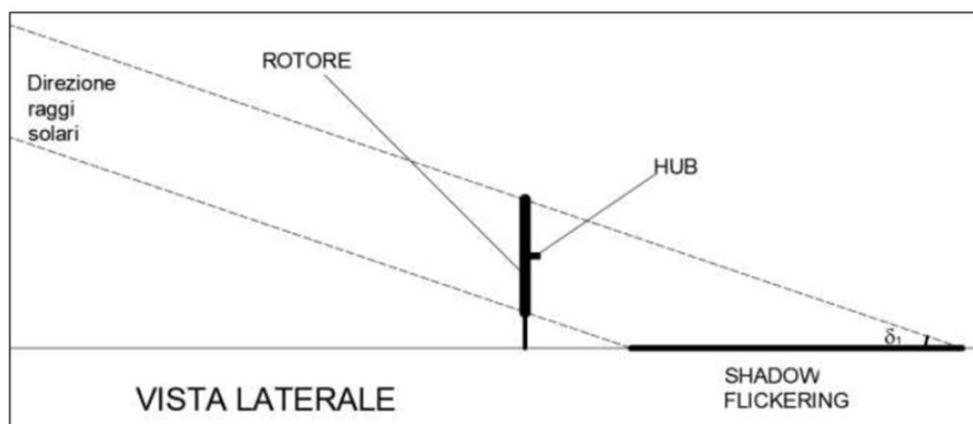


Figura 1 - Vista laterale, rispetto al rotore della turbina, del fenomeno dell'ombreggiamento intermittente. Per comprendere meglio il fenomeno, si consideri che nelle ipotesi di:

- piano del rotore perfettamente perpendicolare alla direzione di provenienza dei raggi solari;
- terreno orizzontale;

l'area su cui avviene il fenomeno è data dall'ellisse i cui estremi si ricavano, mediante semplici considerazioni geometriche, dalle immagini seguenti.

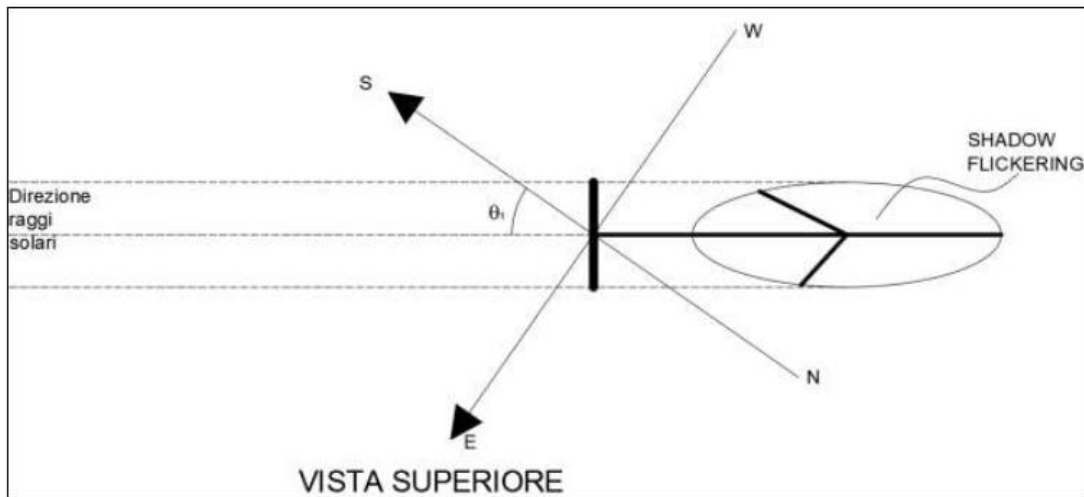


Figura 2 - Vista superiore, rispetto al rotore della turbina, del fenomeno dell'ombreggiamento intermittente. La posizione (e quindi l'orientamento) della turbina è soltanto esemplificativa.

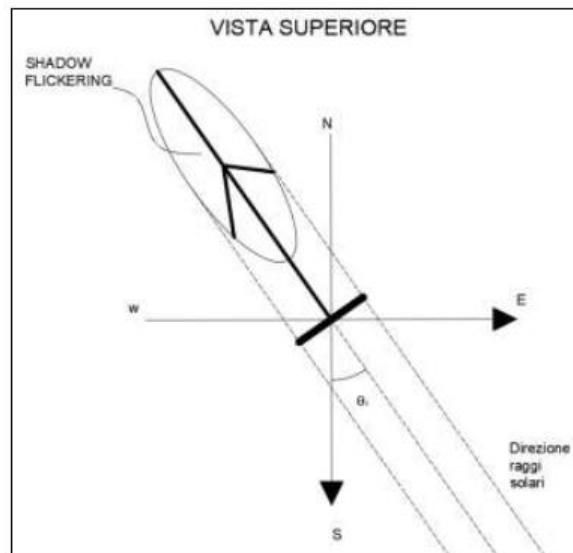


Figura 3 - Vista superiore del fenomeno dell'ombreggiamento intermittente con gli assi N-S E-O disposti rispettivamente in verticale e orizzontale.

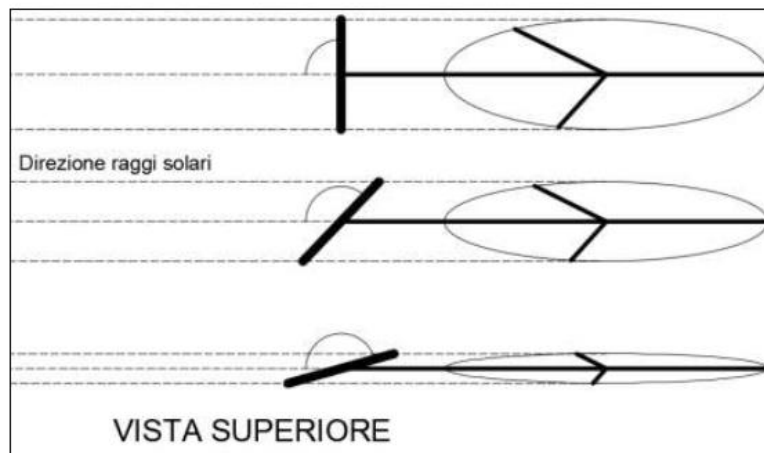


Figura 4 - Vista superiore del fenomeno dell'ombreggiamento intermittente, quando cambia l'angolo di orientamento della turbina rispetto ai raggi solari, l'ellisse di Shadow Flickering diminuisce.

L'ipotesi di perfetta perpendicolarità del rotore con la direzione di provenienza dei raggi solari è fortemente cautelativa. Il rotore è infatti orientato rispetto alla direzione di provenienza del vento che non è detto coincida con la direzione di provenienza dei raggi solari. Facendo riferimento agli schemi riportati nella figura qui sopra, infatti, si può osservare che ruotando di 45° il rotore rispetto alla direzione ortogonale ai raggi solari, l'area di ombreggiamento si riduce (approssimativamente del 30%), e portando la rotazione a 75°, l'area spazzata è appena il 25% circa di quella originaria.

Questa dipendenza si può esprimere secondo quanto espresso nel grafico seguente.



Se si ipotizza, per semplicità, che la direzione del sole e la direzione del vento siano completamente prive di correlazione, e che quindi qualunque angolo tra le due direzioni può osservarsi con uguale frequenza, si ottiene un'area media dell'ellisse di *Shadow Flickering* compresa tra il 60 e il 70% dell'area di ombreggiamento massima.

Nei calcoli, tuttavia, si utilizzerà comunque l'area di *Shadow Flickering* massima. Il parametro sovraesposto sarà da tenere in considerazione nel momento delle conclusioni; in particolare, in riferimento a quello che verrà definito "caso reale / *Real Case*" si terrà in considerazione, nei confronti del vento, soltanto l'ipotetico fermo macchina e non la disposizione della stessa.

Il fenomeno, ovviamente, risulta assente sia quando il sole è oscurato da nuvole, nebbia o foschia, sia quando, in assenza di vento o in presenza di vento eccessivo (superiore al valore di *Cut-Off* della turbina), le pale del generatore non sono in rotazione.

Le frequenze di intermittenza (al pari di una luce stroboscopica) che dovrebbero essere evitate (poiché possono provocare un senso di fastidio o problematiche relative alla salute su soggetti predisposti a sviluppare potenziali patologie legate al fenomeno) sono comprese tra i 2.5 ed i 20 Hz (*Verkuijlen and Westra C.A. - Shadow Hindrance by Wind Turbines - Proc. European Wind Energy Conference, European Wind Energy Association - October 1984*).

I più recenti aerogeneratori, compresi quelli oggetto di studio, operano a Rotazioni per Minuto inferiori con conseguenti frequenze nettamente al di sotto dei valori sopra citati (In particolare, gli aerogeneratori in progetto hanno un valore massimo di RPM pari a 12.2 che corrisponde a frequenze massime di 0,6 Hz).

Per distanze dell'ordine di 300 m dalla base dell'aerogeneratore, il fenomeno in esame potrebbe verificarsi all'alba oppure al tramonto, ovvero in quelle ore in cui le ombre risultano molto lunghe per effetto della piccola elevazione solare. (*Environmental Impacts of Wind Energy Projects, National Academies Press, 2007, p. 160*).

Al di là di una distanza più elevata, l'ombra smette di essere un problema perché il rapporto tra lo spessore della pala (che si assottiglia man mano si allontana dal centro del rotore) ed il diametro del sole diventa molto piccolo, tuttavia, come si riscontra in letteratura, è consuetudine considerare, come distanza di potenziale influenza, la misura di 10 volte il diametro del rotore per un approccio considerevolmente cautelativo.

Sebbene il fenomeno possa essere percepito anche all'esterno, esso risulta evidente in quegli edifici con finestrate rivolte verso le ombre.

In generale, si può affermare che, avendo le pale una forma rastremata con lo 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 ricettore. 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 flickering risulterà meno intenso e distinto.

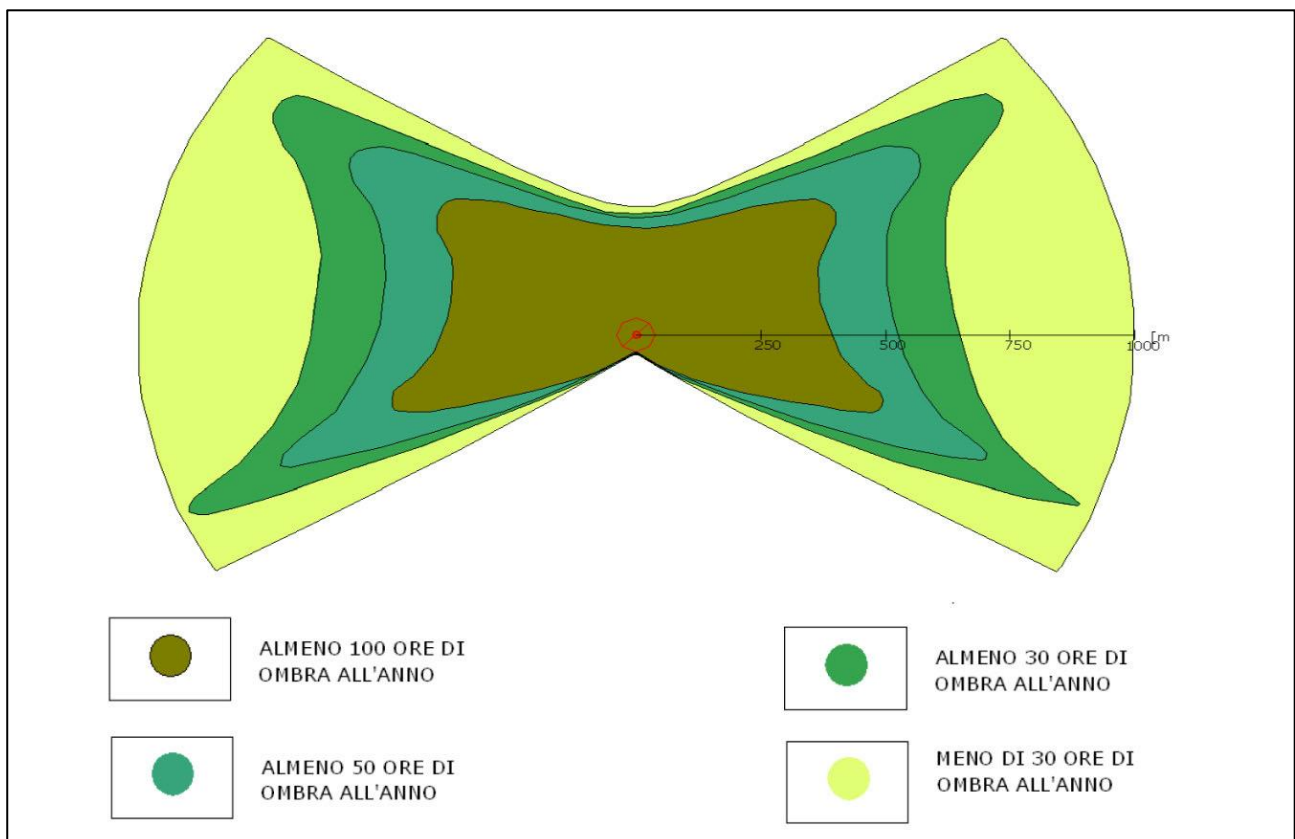


Figura 5 - Si riporta a titolo esemplificativo l'effetto Worst Case di una turbina eolica riguardo le ombre



### 3 Normativa di riferimento

L'effetto *Shadow Flickering* è più pronunciato alle latitudini settentrionali durante i mesi invernali. Alcuni paesi hanno pertanto adottato dei limiti di legge relativi all'esposizione.

La maggior parte dei paesi che hanno adottato specifiche linee guida o regolamenti in materia si sono basati sulle norme di riferimento tedesche e sui limiti di accettabilità da esse introdotti. In assenza di una specifica normativa o linea guida, nazioni quali Austria, Brasile, Canada, India, Giappone e Polonia, impiegano, come buona pratica, le indicazioni contenute nelle linee guida tedesche.

Nello specifico, tali linee guida sono state introdotte nel 2002 dal comitato statale per il controllo dell'inquinamento e, da allora, sono state adottate dalla maggior parte dei Länder e sono comunemente considerate buone pratiche nella valutazione dell'impatto prodotto da un parco eolico. In particolare, tali linee guida, stabiliscono che lo shadow flickering deve essere valutato:

- fino ad una distanza tale che il rotore copra il 20% del disco solare; a distanze superiori il fenomeno è considerato troppo diffuso da poter produrre fastidio;
- per angoli del sole sull'orizzonte superiori a 3 gradi; per angoli inferiori il fenomeno si ritiene schermato dalla presenza di edifici e/o vegetazione;
- ad un'altezza di 2 metri dal suolo;

I valori limite di accettabilità stabiliti dalle suddette linee guida sono un massimo di:

- 30 minuti al giorno;
- 30 ore all'anno.

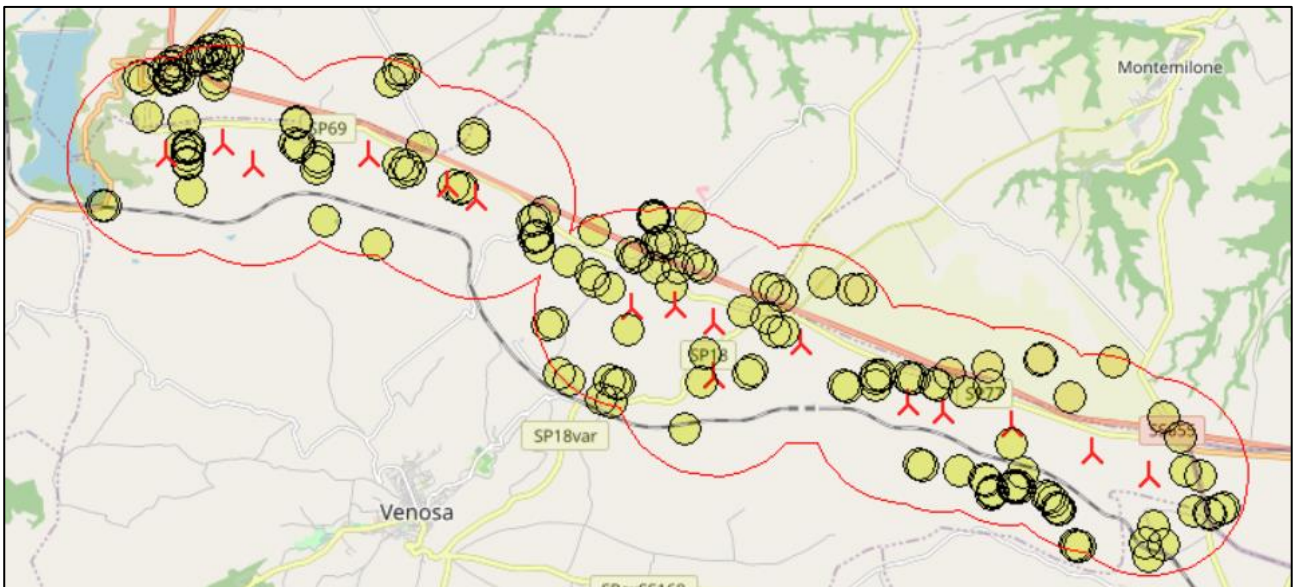
Con ombra astronomica o "*Worst Case*" (caso peggiore) si identifica appunto una situazione con le seguenti condizioni al contorno:

- Il cielo è considerato sempre chiaro e limpido e quindi non si considerano nubi, nebbia, foschia o altro aerosol o qualsiasi ostacolo;
- Le turbine sono sempre in rotazione durante tutta la giornata senza fermi macchina dovuti da assenza di vento, momenti di calma o di vento eccessivo che risulterebbero in mancate accensioni o fermi autoimposti;
- Il rotore delle turbine è sempre orientato in direzione del ricevitore, si considera pertanto che l'area ellittica di *Shadow Flickering* sia sempre massima;
- Non sono considerati eventuali ostacoli come alberature, vegetazione o palazzi che fornirebbero ostacolo naturale;
- Asse del rotore allineato con il sole.

## 4 Analisi del progetto

L'analisi del fenomeno per il progetto in questione è stata eseguita mediante il modulo Environment & Visual del software WindPRO versione 4.0 edito da EMD International ([www.emd-international.com](http://www.emd-international.com)). Tale software professionale è specifico per lo studio e la progettazione di parchi eolici. Nella fattispecie, per quanto riguarda lo *Shadow Flickering*, lo stesso è impostato con parametri ripresi in parte dalla normativa tedesca che è considerata una delle più restrittive nonché praticamente l'unica a fornire, come detto, valori di riferimento e conseguenti limiti (per la presente relazione è stato considerato come parametro di qualità il valore di ombreggiamento intermittente pari a 30 ore annue adattato al caso più prossimo alla realtà). Per eseguire una stima più cautelativa possibile, tutti i recettori (edifici) considerati sono stati impostati in modalità "serra" (*Green House*) ovvero con tutte le pareti trasparenti, questo per consentire al programma di valutare che l'ombra generata da tutte le turbine penetri all'interno da qualsiasi direzione. Il fenomeno, infatti, potrebbe essere molto meno evidente se si definissero in maniera puntuale posizione, orientamento e dimensione delle aperture (questo perché potrebbe esserci ombra da parte di una turbina ma in quella direzione l'edificio non avere aperture).

Analizzata geograficamente l'area in questione e viste le caratteristiche geometriche degli aerogeneratori (alte 135 metri e con un rotore di diametro pari a 170 metri) si è deciso di considerare inizialmente una distanza di analisi di potenziali recettori sensibili di 1,7 km (10 volte il diametro del rotore) dalla base di ogni aerogeneratore (buffer circolare).



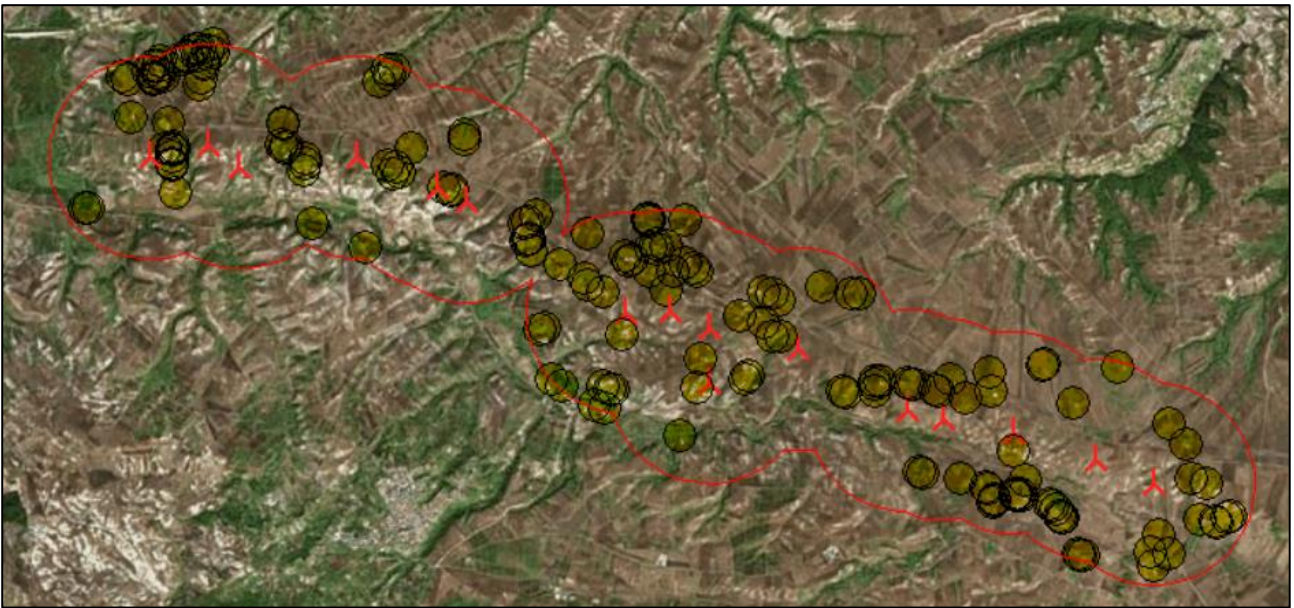
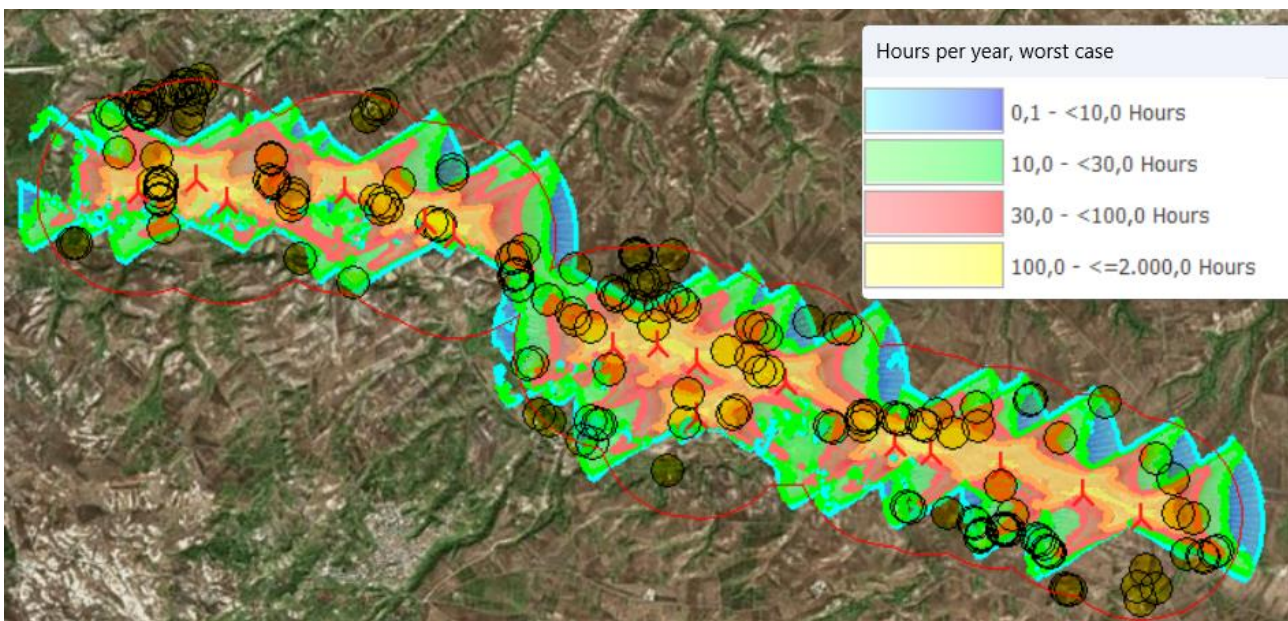


Figura 6 -posizione delle WTG, per le coordinate cartografiche di ricettori e pale eoliche si rimanda alla sezione di calcolo.

Il territorio ove è in progetto di sorgere il parco eolico si presenta collinare con porzioni agricole e zone circostanti constano di qualche edifici isolati.

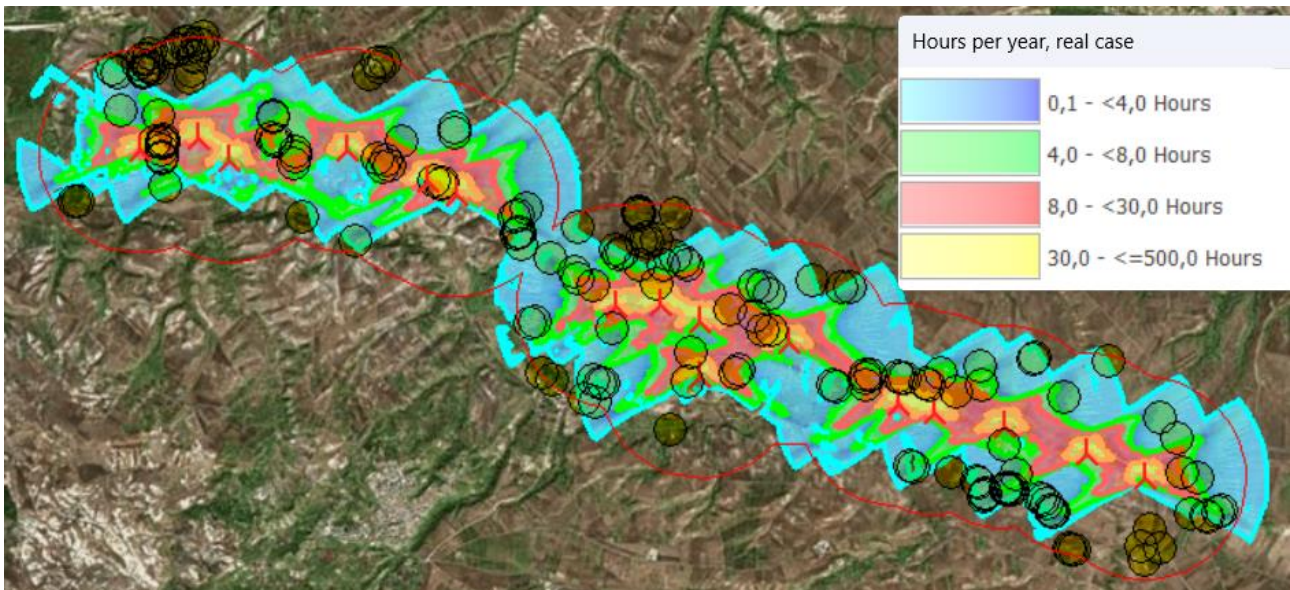
Sempre in via cautelativa, pertanto, si è proceduto ad analizzare con l'approccio Worst-Case il fenomeno e a produrne una mappa a zone di intensità, constatando che il centro urbano viene colpito soltanto in minima parte e che tale parte è a zero o bassissima intensità del caso peggiore (inferiore alle 30 ore annue).



È quindi stato ristretto il perimetro di analisi, ponendo l'attenzione su tutti quegli edifici (recettori) presenti all'interno della fascia di *Shadow Flickering* maggiore di 30 ore/anno (zone gialle e rosse della figura soprariportata).

Allo scopo di pervenire a valori più realistici di impatto prossimi al caso reale si è provveduto a considerare il valore di eliofania locale, ovvero il numero di ore di cielo libero da nubi durante il giorno. Inoltre, dal

momento che il fenomeno in esame è prodotto dalla contemporanea presenza di sole libero da nubi (potenzialità di generare ombre) e di velocità del vento superiori a quella di cut-in (rotore in moto), i valori calcolati dal modello (considerando la condizione più penalizzante di rotore permanentemente in moto) possono essere ulteriormente abbattuti di una percentuale corrispondente alle ore annue di effettivo funzionamento macchina (circa 2900 h come da relazione anemologica) rispetto al totale delle ore in un anno (8760 h). Il caso reale, pur mantenendo molte delle caratteristiche di caso ideale, come ad esempio la modalità del recettore cosiddetta *Green House* o il fatto che recettore - turbina - sole sono sempre allineati, ha messo in luce il fatto che il fenomeno è inferiore rispetto al caso peggiore.



Nella tabella seguente sono riportati i risultati di calcolo per tutti i recettori individuati:

No.	Longitude	Latitude	Z [m]	Shadow hours  per year Worst case	Shadow hours  per year Real case
A	15,765553° E	41,031060° N	330,2	00:00	00:00
B	15,765177° E	41,030105° N	330,5	00:00	00:00
C	15,763975° E	41,030218° N	333,2	00:00	00:00
D	15,763042° E	41,029384° N	334,7	00:00	00:00
E	15,765091° E	41,029012° N	330,8	00:00	00:00
F	15,765553° E	41,028858° N	329,2	00:00	00:00
G	15,766207° E	41,028543° N	325,1	00:00	00:00
H	15,764254° E	41,028348° N	332,4	00:00	00:00
I	15,763965° E	41,028462° N	333,2	00:00	00:00
J	15,764126° E	41,028146° N	332,5	00:00	00:00
K	15,758895° E	41,027992° N	335,4	14:33	01:12
L	15,757742° E	41,028656° N	336,2	11:21	00:56
M	15,759426° E	41,022383° N	345,7	17:42	01:37
N	15,750945° E	41,008637° N	219,4	00:00	00:00
O	15,750130° E	41,008569° N	219,8	0:00:00	00:00
P	15,768541° E	41,010900° N	225,2	33:41:00	04:21

Q	15,767028° E	41,021659° N	347,7	66:48:00	06:06
R	15,790229° E	41,021638° N	353,2	29:59:00	02:46
S	15,790186° E	41,021298° N	354,3	38:10:00	03:30
T	15,789623° E	41,018303° N	352,3	79:49:00	07:53
U	15,790942° E	41,017972° N	353,7	62:52:00	06:17
V	15,790422° E	41,017789° N	353,7	67:09:00	06:45
W	15,794719° E	41,016102° N	333,8	63:45:00	07:04
X	15,794601° E	41,015413° N	327,3	68:48:00	07:52
Y	15,794284° E	41,014321° N	324,8	86:18:00	10:12
Z	15,815812° E	41,017773° N	359,0	13:30	03:36
AA	15,812427° E	41,029514° N	340,7	00:00	00:00
AB	15,810984° E	41,029591° N	331,7	00:00	00:00
AC	15,811531° E	41,028850° N	338,0	00:00	00:00
AD	15,809476° E	41,027940° N	341,2	00:00	00:00
AE	15,826621° E	41,018951° N	350,9	05:59	00:35
AF	15,826439° E	41,019684° N	348,8	6:09:00	0:34:00
AG	15,806488° E	41,002828° N	275,3	21:05:00	2:45:00
AH	15,812920° E	41,014798° N	366,5	05:10	16:18
AI	15,813500° E	41,014070° N	365,2	142:06:00	15:37
AJ	15,811939° E	41,013863° N	365,7	103:16:00	11:26
AK	15,811048° E	41,015057° N	366,0	167:32:00	19:01
AL	15,839147° E	41,003966° N	365,1	3:13:00	00:24
AM	15,838739° E	41,003771° N	361,6	00:00	00:00
AN	15,839592° E	41,003933° N	365,8	14:44	01:26
AO	15,839952° E	41,002302° N	370,1	13:08	01:08
AP	15,851319° E	41,004905° N	364,7	00:00	00:00
AQ	15,850579° E	40,998152° N	370,8	14:41	05:26
AR	15,851383° E	40,996970° N	373,3	91:32:00	08:02
AS	15,842521° E	40,990528° N	332,1	15:34:00	01:49
AT	15,841577° E	40,990253° N	326,2	13:59	01:38
AU	15,844066° E	40,982709° N	275,2	00:00	00:00
AV	15,845895° E	40,981648° N	272,7	00:00	00:00
AW	15,852456° E	40,978926° N	281,0	07:51	00:54
AX	15,854591° E	40,978213° N	281,3	10:35	01:15
AY	15,854414° E	40,981680° N	322,9	08:02	00:52
AZ	15,855600° E	40,981190° N	327,3	09:08	01:01
BA	15,856200° E	40,981178° N	332,4	09:41	01:04
BB	15,873742° E	40,985859° N	352,4	04:44	09:33
BC	15,858207° E	40,989439° N	323,9	27:31:00	02:49
BD	15,860020° E	41,000840° N	367,8	1:19:00	00:06
BE	15,859601° E	41,000695° N	368,6	6:38:00	0:32:00
BF	15,858765° E	41,001383° N	366,6	02:04	00:10
BG	15,865331° E	41,002525° N	362,7	00:00	00:00
BH	15,863914° E	41,002824° N	362,9	00:00	00:00
BI	15,864784° E	41,003116° N	361,5	00:00	00:00
BJ	15,863721° E	41,006650° N	356,2	00:00	00:00

BK	15,863228° E	41,006743° N	356,1	00:00	00:00
BL	15,863593° E	41,007010° N	355,6	00:00	00:00
BM	15,863137° E	41,007079° N	355,5	00:00	00:00
BN	15,866919° E	41,002946° N	360,6	00:00	00:00
BO	15,870829° E	41,006783° N	356,7	00:00	00:00
BP	15,863448° E	40,999193° N	374,0	01:51	00:09
BQ	15,868340° E	40,998990° N	372,1	10:22	03:07
BR	15,870942° E	41,000395° N	367,4	21:43	01:57
BS	15,872471° E	40,999658° N	372,2	27:35:00	02:33
BT	15,873077° E	40,999019° N	372,7	18:27	01:45
BU	15,873029° E	40,981579° N	325,2	65:20:00	08:29
BV	15,883462° E	40,983170° N	328,5	04:35	05:34
BW	15,882829° E	40,982660° N	332,3	65:28:00	07:16
BX	15,902495° E	40,980854° N	387,5	20:53:00	01:54
BY	15,903075° E	40,980789° N	389,0	23:03:00	02:06
BZ	15,909877° E	40,982433° N	395,1	13:50	10:08
CA	15,908954° E	40,982409° N	395,2	02:27	11:41
CB	15,908836° E	40,982044° N	395,2	134:31:00	12:52
CC	15,898198° E	40,996796° N	372,3	4:56:00	00:28
CD	15,889664° E	40,994549° N	377,1	21:51:00	02:09
CE	15,888247° E	40,995666° N	376,0	05:16	02:49
CF	15,886477° E	40,995998° N	379,3	01:53	04:41
CG	15,881853° E	40,992387° N	387,0	128:23:00	12:39
CH	15,886719° E	40,991423° N	386,3	122:33:00	11:21
CI	15,889986° E	40,989192° N	378,0	240:55:00	23:22
CJ	15,888398° E	40,989269° N	363,9	160:40:00	15:50
CK	15,915515° E	40,982109° N	388,0	53:35:00	04:47
CL	15,916110° E	40,981996° N	389,4	62:29:00	05:41
CM	15,916765° E	40,981878° N	388,8	75:45:00	6:54:00
CN	15,908863° E	40,980834° N	396,5	101:31:00	9:42:00
CO	15,918481° E	40,968481° N	345,7	0:00:00	00:00
CP	15,917875° E	40,968817° N	337,8	0:00:00	0:00:00
CQ	15,926142° E	40,967739° N	375,1	0:00:00	0:00:00
CR	15,932944° E	40,964232° N	373,0	14:48:00	01:54
CS	15,932987° E	40,964645° N	370,9	13:25	01:42
CT	15,932493° E	40,964207° N	374,2	13:13	01:41
CU	15,931571° E	40,966249° N	374,1	08:20	00:58
CV	15,931259° E	40,966330° N	372,6	08:03	00:56
CW	15,936592° E	40,971798° N	361,3	04:59	06:18
CX	15,924168° E	40,982660° N	388,9	11:46	07:37
CY	15,927064° E	40,979922° N	392,3	23:26	19:55
CZ	15,921013° E	40,981097° N	390,6	15:50	12:54
DA	15,921657° E	40,980992° N	392,0	107:52:00	10:22
DB	15,931892° E	40,983753° N	385,0	21:23:00	01:59
DC	15,932311° E	40,981012° N	391,2	49:07:00	4:41:00
DD	15,942889° E	40,985098° N	381,2	6:40:00	0:37:00

DE	15,942482° E	40,984798° N	384,1	6:47:00	0:38:00
DF	15,948688° E	40,979044° N	393,0	23:08:00	2:14:00
DG	15,938555° E	40,965179° N	370,7	28:34:00	03:46
DH	15,938137° E	40,965260° N	371,8	31:56:00	04:11
DI	15,937428° E	40,965325° N	371,5	09:26	04:21
DJ	15,936956° E	40,965390° N	370,9	08:26	04:12
DK	15,937868° E	40,965058° N	371,5	05:51	03:55
DL	15,937557° E	40,965098° N	372,2	31:22:00	04:06
DM	15,937096° E	40,965123° N	372,3	32:00:00	04:10
DN	15,972254° E	40,967699° N	419,7	69:51:00	07:20
DO	15,965967° E	40,959192° N	380,2	0:00:00	00:00
DP	15,950738° E	40,956162° N	381,3	0:00:00	00:00
DQ	15,949842° E	40,956393° N	380,3	0:00:00	00:00
DR	15,950105° E	40,956162° N	380,7	0:00:00	00:00
DS	15,968091° E	40,956251° N	380,9	0:00:00	00:00
DT	15,964165° E	40,956462° N	380,0	00:00	00:00
DU	15,964959° E	40,954574° N	375,2	00:00	00:00
DV	15,974164° E	40,961445° N	378,9	04:06	00:30
DW	15,975414° E	40,966808° N	407,8	14:39	04:17
DX	15,980414° E	40,961987° N	388,9	10:27	04:15
DY	15,979727° E	40,961854° N	386,8	09:45	04:12
DZ	15,977200° E	40,961234° N	382,5	00:00	00:00
EA	15,977683° E	40,960958° N	381,8	00:00	00:00
EB	15,946677° E	40,961720° N	373,8	18:46:00	02:23
EC	15,946387° E	40,961623° N	375,4	17:53:00	02:16
ED	15,946044° E	40,961963° N	370,5	15:27:00	01:56
EE	15,945261° E	40,963057° N	370,4	11:40	01:22
EF	15,944488° E	40,963462° N	370,4	10:08	01:10
EG	15,944005° E	40,963762° N	366,8	09:30	01:06
EH	15,939209° E	40,967371° N	339,5	05:25	03:37
EI	15,904233° E	40,995618° N	368,9	00:00	00:00
EJ	15,968065° E	40,975893° N	412,3	13:35	01:17
EK	15,795985° E	41,006302° N	258,7	00:00	00:00
EL	15,839324° E	41,006573° N	367,8	20:31	05:24
EM	15,838594° E	41,006322° N	367,2	55:59:00	06:53
EN	15,840917° E	41,007731° N	365,8	03:44	03:12
EO	15,845574° E	41,000010° N	375,2	10:15	02:58
EP	15,854430° E	40,995946° N	371,0	163:18:00	14:21
EQ	15,869890° E	40,974236° N	298,9	00:00	00:00
ER	15,971519° E	40,972823° N	416,9	16:17	01:31
ES	15,957642° E	40,984466° N	402,7	00:00	00:00
ET	15,905768° E	40,995715° N	368,3	12:37	01:07
EU	15,867069° E	40,996338° N	378,7	236:03:00	22:15
EV	15,823842° E	41,011147° N	354,5	373:32:00	40:59:00
EW	15,824041° E	41,011596° N	359,2	563:19:00	61:34:00
EX	15,822528° E	41,011762° N	371,6	653:12:00	75:25:00

EY	15,767945° E	41,017810° N	332,7	232:40:00	25:03:00
EZ	15,766497° E	41,017761° N	342,0	300:19:00	31:31:00
FA	15,767945° E	41,017623° N	332,0	243:51:00	26:32:00
FB	15,767773° E	41,017405° N	332,1	265:28:00	29:08:00
FC	15,767956° E	41,018028° N	332,9	225:03:00	23:59
FD	15,767988° E	41,017437° N	330,5	264:03:00	29:06:00
FE	15,767730° E	41,016490° N	325,2	293:28:00	34:47:00
FF	15,767848° E	41,015065° N	308,2	131:40:00	15:43
FG	15,767698° E	41,015381° N	314,3	182:17:00	21:25
FH	15,773106° E	41,031675° N	325,7	00:00	00:00
FI	15,774350° E	41,030493° N	330,1	00:00	00:00
FJ	15,776110° E	41,032347° N	328,4	00:00	00:00
FK	15,775090° E	41,032565° N	327,2	00:00	00:00
FL	15,776035° E	41,033423° N	321,2	00:00	00:00
FM	15,772623° E	41,032686° N	320,8	00:00	00:00
FN	15,772043° E	41,032581° N	321,2	00:00	00:00
FO	15,769587° E	41,031278° N	319,3	00:00	00:00
FP	15,773889° E	41,030696° N	329,9	00:00	00:00
FQ	15,771035° E	41,031772° N	321,8	00:00	00:00
FR	15,771046° E	41,031448° N	322,7	00:00	00:00
FS	15,773331° E	41,032759° N	321,6	00:00	00:00
FT	15,773739° E	41,028308° N	335,0	00:00	00:00
FU	15,773277° E	41,027329° N	335,6	00:00	00:00

Si evidenzia che tra tali ricettori si sono considerate a scopo esaustivo anche le fabbriche e gli opifici, luoghi nei quali l'attività, non essendo sedentaria come quella che potrebbe essere esercitata in un ufficio, dovrebbe distogliere l'individuo da qualsiasi problematica inerente al fenomeno.

Sono stati quindi identificati sul catasto fabbricati i recettori all'interno della fascia con ombreggiamento maggiore a 30 h/anno e di seguito vengono riportati risultati:

No.	Longitude	Latitude	Z [m]	Shadow hours   per year Real case	Foglio	Particella	Sub.	Dest
EV	15,823842° E	41,011147° N	354,5	40:59:00	10	155	2	D10
						168		D10
						167		D10
EW	15,824041° E	41,011596° N	359,2	61:34:00	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.
EX	15,822528° E	41,011762° N	371,6	75:25:00	10	165		D10
						164		D10
EZ	15,766497° E	41,017761° N	342,0	31:31:00	5	370	2	C02
						371	1	D10
							2	A04
						362		D10
FE	15,767730° E	41,016490° N	325,2	34:47:00	5	360	2	A03



---

I valori indicati in tabella potrebbero essere inferiori se si tenesse in considerazione anche la presenza di vegetazione o di ostacoli naturali, se si identificasse posizione, dimensione e orientamento delle aperture dell'edificio; questi elementi, infatti, potrebbero inficiare il fenomeno dell'ombreggiamento, smorzandolo in maniera consistente. Qualora si volesse mitigare la problematica riguardante l'ombra intermittente, una soluzione potrebbe essere quella di infittire la vegetazione a ridosso delle finestre degli edifici che ne subiscono; e, se si volesse totalmente eliminare, si potrebbe considerare il fatto che le turbine eoliche in progetto di installazione possono essere dotate di *Shadow Detection System*, una innovativa tecnologia sviluppata da Vestas che, attraverso l'analisi della posizione del sole, del rotore della turbina e delle abitazioni circostanti, blocca la stessa nei periodi in cui si creano le condizioni favorevoli per il verificarsi dello *Shadow Flickering*.

Per ultimo, infine, si deve considerare il fatto che le turbine in progetto ruotano con una velocità massima pari a 12,2 RPM. La frequenza risultante è pari a 0,6 Hz e tale valore è stato provato non causare nessuna problematica o fastidio nella popolazione assoggettata.

## SHADOW - Main Result

Calculation: ShadowRC

### Assumptions for shadow calculations

Maximum distance for influence  
Calculate only when more than 20 % of sun is covered by the blade  
Please look in WTG table

Minimum sun height over horizon for influence 3 °  
Day step for calculation 1 days  
Time step for calculation 1 minutes

Sunshine probability S (Average daily sunshine hours) [AMENDOLA]  
Jan Feb Mar Apr May Jun Jul Aug Sep Oct Nov Dec  
4,12 4,66 5,30 6,72 8,25 9,35 10,16 9,45 7,64 5,82 4,65 3,82

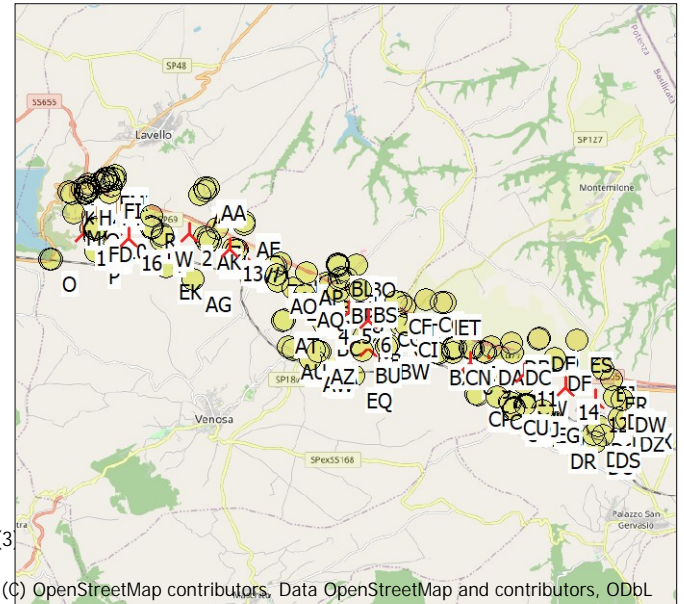
Operational time  
N NNE ENE E ESE SSE S SSW WSW W WNW NNW Sum  
410 128 105 130 79 49 182 437 450 298 247 385 2.900

Monthly aggregation of real case reduction  
A ZVI (Zones of Visual Influence) calculation is performed before flicker calculation so non visible WTG do not contribute to calculated flicker values. A WTG will be visible if it is visible from any part of the receiver window. The ZVI calculation is based on the following assumptions:  
Height contours used: Elevation Grid Data Object: Venosa\_EMDGrid\_3.wpg (3)  
Receptor grid resolution: 1,0 m

All coordinates are in  
Geo [deg]-WGS84

### WTGs

	Longitude	Latitude	Z	Row data/Description	WTG type		Type-generator	Power, rated [kW]	Rotor diameter [m]	Hub height [m]	Shadow data	
					Valid	Manufact.					Calculation distance [m]	RPM [RPM]
			[m]									
1	15,875449° E	40,982346° N	353,3	Siemens Gamesa SG ...	Yes	Siemens Gamesa	SG 6.2-170-6.200	6.200	170,0	135,0	2.040	8,8
2	15,804842° E	41,016447° N	360,8	Siemens Gamesa SG ...	Yes	Siemens Gamesa	SG 6.2-170-6.200	6.200	170,0	135,0	2.040	8,8
3	15,826946° E	41,009778° N	371,6	Siemens Gamesa SG ...	Yes	Siemens Gamesa	SG 6.2-170-6.200	6.200	170,0	135,0	2.040	8,8
4	15,858918° E	40,992837° N	361,9	Siemens Gamesa SG ...	Yes	Siemens Gamesa	SG 6.2-170-6.200	6.200	170,0	135,0	2.040	8,8
5	15,867690° E	40,993233° N	380,4	Siemens Gamesa SG ...	Yes	Siemens Gamesa	SG 6.2-170-6.200	6.200	170,0	135,0	2.040	8,8
6	15,875552° E	40,990639° N	374,5	Siemens Gamesa SG ...	Yes	Siemens Gamesa	SG 6.2-170-6.200	6.200	170,0	135,0	2.040	8,8
7	15,893447° E	40,987346° N	385,7	Siemens Gamesa SG ...	Yes	Siemens Gamesa	SG 6.2-170-6.200	6.200	170,0	135,0	2.040	8,8
8	15,915461° E	40,977976° N	392,4	Siemens Gamesa SG ...	Yes	Siemens Gamesa	SG 6.2-170-6.200	6.200	170,0	135,0	2.040	8,8
9	15,922477° E	40,976791° N	372,3	Siemens Gamesa SG ...	Yes	Siemens Gamesa	SG 6.2-170-6.200	6.200	170,0	135,0	2.040	8,8
10	15,774938° E	41,018323° N	350,5	Siemens Gamesa SG ...	Yes	Siemens Gamesa	SG 6.2-170-6.200	6.200	170,0	135,0	2.040	8,8
11	15,936547° E	40,974815° N	386,4	Siemens Gamesa SG ...	Yes	Siemens Gamesa	SG 6.2-170-6.200	6.200	170,0	135,0	2.040	8,8
12	15,964877° E	40,966917° N	411,0	Siemens Gamesa SG ...	Yes	Siemens Gamesa	SG 6.2-170-6.200	6.200	170,0	135,0	2.040	8,8
13	15,821125° E	41,011892° N	366,8	Siemens Gamesa SG ...	Yes	Siemens Gamesa	SG 6.2-170-6.200	6.200	170,0	135,0	2.040	8,8
14	15,953089° E	40,970484° N	395,9	Siemens Gamesa SG ...	Yes	Siemens Gamesa	SG 6.2-170-6.200	6.200	170,0	135,0	2.040	8,8
15	15,763161° E	41,016310° N	331,8	Siemens Gamesa SG ...	Yes	Siemens Gamesa	SG 6.2-170-6.200	6.200	170,0	135,0	2.040	8,8
16	15,781309° E	41,014864° N	316,7	Siemens Gamesa SG ...	Yes	Siemens Gamesa	SG 6.2-170-6.200	6.200	170,0	135,0	2.040	8,8



### Shadow receptor-Input

No.	Longitude	Latitude	Z	Width	Height	Elevation a.g.l.	Slope of window	Direction mode	Eye height (ZVI) a.g.l.
			[m]	[m]	[m]	[m]	[°]		[m]
A	15,765553° E	41,031060° N	330,2	1,0	1,0	2,0	90,0	"Green house mode"	3,0
B	15,765177° E	41,030105° N	330,5	1,0	1,0	2,0	90,0	"Green house mode"	3,0
C	15,763975° E	41,030218° N	333,2	1,0	1,0	2,0	90,0	"Green house mode"	3,0
D	15,763042° E	41,029384° N	334,7	1,0	1,0	2,0	90,0	"Green house mode"	3,0
E	15,765091° E	41,029012° N	330,8	1,0	1,0	2,0	90,0	"Green house mode"	3,0
F	15,765553° E	41,028858° N	329,2	1,0	1,0	2,0	90,0	"Green house mode"	3,0
G	15,766207° E	41,028543° N	325,1	1,0	1,0	2,0	90,0	"Green house mode"	3,0
H	15,764254° E	41,028348° N	332,4	1,0	1,0	2,0	90,0	"Green house mode"	3,0
I	15,763965° E	41,028462° N	333,2	1,0	1,0	2,0	90,0	"Green house mode"	3,0
J	15,764126° E	41,028146° N	332,5	1,0	1,0	2,0	90,0	"Green house mode"	3,0
K	15,758895° E	41,027992° N	335,4	1,0	1,0	2,0	90,0	"Green house mode"	3,0
L	15,757742° E	41,028656° N	336,2	1,0	1,0	2,0	90,0	"Green house mode"	3,0
M	15,759426° E	41,022383° N	345,7	1,0	1,0	2,0	90,0	"Green house mode"	3,0
N	15,750945° E	41,008637° N	219,4	1,0	1,0	2,0	90,0	"Green house mode"	3,0

To be continued on next page...

## SHADOW - Main Result

Calculation: ShadowRC

...continued from previous page

No.	Longitude	Latitude	Z	Width	Height	Elevation a.g.l.	Slope of window	Direction mode	Eye height (ZVI) a.g.l.
			[m]	[m]	[m]	[m]	[°]		[m]
O	15,750130° E	41,008569° N	219,8	1,0	1,0	2,0	90,0	"Green house mode"	3,0
P	15,768541° E	41,010900° N	225,2	1,0	1,0	2,0	90,0	"Green house mode"	3,0
Q	15,767028° E	41,021659° N	347,7	1,0	1,0	2,0	90,0	"Green house mode"	3,0
R	15,790229° E	41,021638° N	353,2	1,0	1,0	2,0	90,0	"Green house mode"	3,0
S	15,790186° E	41,021298° N	354,3	1,0	1,0	2,0	90,0	"Green house mode"	3,0
T	15,789623° E	41,018303° N	352,3	1,0	1,0	2,0	90,0	"Green house mode"	3,0
U	15,790942° E	41,017972° N	353,7	1,0	1,0	2,0	90,0	"Green house mode"	3,0
V	15,790422° E	41,017789° N	353,7	1,0	1,0	2,0	90,0	"Green house mode"	3,0
W	15,794719° E	41,016102° N	333,8	1,0	1,0	2,0	90,0	"Green house mode"	3,0
X	15,794601° E	41,015413° N	327,3	1,0	1,0	2,0	90,0	"Green house mode"	3,0
Y	15,794284° E	41,014321° N	324,8	1,0	1,0	2,0	90,0	"Green house mode"	3,0
Z	15,815812° E	41,017773° N	359,0	1,0	1,0	2,0	90,0	"Green house mode"	3,0
AA	15,812427° E	41,029514° N	340,7	1,0	1,0	2,0	90,0	"Green house mode"	3,0
AB	15,810984° E	41,029591° N	331,7	1,0	1,0	2,0	90,0	"Green house mode"	3,0
AC	15,811531° E	41,028850° N	338,0	1,0	1,0	2,0	90,0	"Green house mode"	3,0
AD	15,809476° E	41,027940° N	341,2	1,0	1,0	2,0	90,0	"Green house mode"	3,0
AE	15,826621° E	41,018951° N	350,9	1,0	1,0	2,0	90,0	"Green house mode"	3,0
AF	15,826439° E	41,019684° N	348,8	1,0	1,0	2,0	90,0	"Green house mode"	3,0
AG	15,806488° E	41,002828° N	275,3	1,0	1,0	2,0	90,0	"Green house mode"	3,0
AH	15,812920° E	41,014798° N	366,5	1,0	1,0	2,0	90,0	"Green house mode"	3,0
AI	15,813500° E	41,014070° N	365,2	1,0	1,0	2,0	90,0	"Green house mode"	3,0
AJ	15,811939° E	41,013863° N	365,7	1,0	1,0	2,0	90,0	"Green house mode"	3,0
AK	15,811048° E	41,015057° N	366,0	1,0	1,0	2,0	90,0	"Green house mode"	3,0
AL	15,839147° E	41,003966° N	365,1	1,0	1,0	2,0	90,0	"Green house mode"	3,0
AM	15,838739° E	41,003771° N	361,6	1,0	1,0	2,0	90,0	"Green house mode"	3,0
AN	15,839592° E	41,003933° N	365,8	1,0	1,0	2,0	90,0	"Green house mode"	3,0
AO	15,839952° E	41,002302° N	370,1	1,0	1,0	2,0	90,0	"Green house mode"	3,0
AP	15,851319° E	41,004905° N	364,7	1,0	1,0	2,0	90,0	"Green house mode"	3,0
AQ	15,850579° E	40,998152° N	370,8	1,0	1,0	2,0	90,0	"Green house mode"	3,0
AR	15,851383° E	40,996970° N	373,3	1,0	1,0	2,0	90,0	"Green house mode"	3,0
AS	15,842521° E	40,990528° N	332,1	1,0	1,0	2,0	90,0	"Green house mode"	3,0
AT	15,841577° E	40,990253° N	326,2	1,0	1,0	2,0	90,0	"Green house mode"	3,0
AU	15,844066° E	40,982709° N	275,2	1,0	1,0	2,0	90,0	"Green house mode"	3,0
AV	15,845895° E	40,981648° N	272,7	1,0	1,0	2,0	90,0	"Green house mode"	3,0
AW	15,852456° E	40,978926° N	281,0	1,0	1,0	2,0	90,0	"Green house mode"	3,0
AX	15,854591° E	40,978213° N	281,3	1,0	1,0	2,0	90,0	"Green house mode"	3,0
AY	15,854414° E	40,981680° N	322,9	1,0	1,0	2,0	90,0	"Green house mode"	3,0
AZ	15,855600° E	40,981190° N	327,3	1,0	1,0	2,0	90,0	"Green house mode"	3,0
BA	15,856200° E	40,981178° N	332,4	1,0	1,0	2,0	90,0	"Green house mode"	3,0
BB	15,873742° E	40,985859° N	352,4	1,0	1,0	2,0	90,0	"Green house mode"	3,0
BC	15,858207° E	40,989439° N	323,9	1,0	1,0	2,0	90,0	"Green house mode"	3,0
BD	15,860020° E	41,000840° N	367,8	1,0	1,0	2,0	90,0	"Green house mode"	3,0
BE	15,859601° E	41,000695° N	368,6	1,0	1,0	2,0	90,0	"Green house mode"	3,0
BF	15,858765° E	41,001383° N	366,6	1,0	1,0	2,0	90,0	"Green house mode"	3,0
BG	15,865331° E	41,002525° N	362,7	1,0	1,0	2,0	90,0	"Green house mode"	3,0
BH	15,863914° E	41,002824° N	362,9	1,0	1,0	2,0	90,0	"Green house mode"	3,0
BI	15,864784° E	41,003116° N	361,5	1,0	1,0	2,0	90,0	"Green house mode"	3,0
BJ	15,863721° E	41,006650° N	356,2	1,0	1,0	2,0	90,0	"Green house mode"	3,0
BK	15,863228° E	41,006743° N	356,1	1,0	1,0	2,0	90,0	"Green house mode"	3,0
BL	15,863593° E	41,007010° N	355,6	1,0	1,0	2,0	90,0	"Green house mode"	3,0
BM	15,863137° E	41,007079° N	355,5	1,0	1,0	2,0	90,0	"Green house mode"	3,0
BN	15,866919° E	41,002946° N	360,6	1,0	1,0	2,0	90,0	"Green house mode"	3,0
BO	15,870829° E	41,006783° N	356,7	1,0	1,0	2,0	90,0	"Green house mode"	3,0
BP	15,863448° E	40,999193° N	374,0	1,0	1,0	2,0	90,0	"Green house mode"	3,0
BQ	15,868340° E	40,998990° N	372,1	1,0	1,0	2,0	90,0	"Green house mode"	3,0
BR	15,870942° E	41,000395° N	367,4	1,0	1,0	2,0	90,0	"Green house mode"	3,0
BS	15,872471° E	40,999658° N	372,2	1,0	1,0	2,0	90,0	"Green house mode"	3,0
BT	15,873077° E	40,999019° N	372,7	1,0	1,0	2,0	90,0	"Green house mode"	3,0
BU	15,873029° E	40,981579° N	325,2	1,0	1,0	2,0	90,0	"Green house mode"	3,0
BV	15,883462° E	40,983170° N	328,5	1,0	1,0	2,0	90,0	"Green house mode"	3,0
BW	15,882829° E	40,982660° N	332,3	1,0	1,0	2,0	90,0	"Green house mode"	3,0
BX	15,902495° E	40,980854° N	387,5	1,0	1,0	2,0	90,0	"Green house mode"	3,0
BY	15,903075° E	40,980789° N	389,0	1,0	1,0	2,0	90,0	"Green house mode"	3,0
BZ	15,909877° E	40,982433° N	395,1	1,0	1,0	2,0	90,0	"Green house mode"	3,0

To be continued on next page...

## SHADOW - Main Result

Calculation: ShadowRC

...continued from previous page

No.	Longitude	Latitude	Z	Width	Height	Elevation a.g.l.	Slope of window	Direction mode	Eye height (ZVI) a.g.l.
			[m]	[m]	[m]	[m]	[°]		[m]
CA	15,908954° E	40,982409° N	395,2	1,0	1,0	2,0	90,0	"Green house mode"	3,0
CB	15,908836° E	40,982044° N	395,2	1,0	1,0	2,0	90,0	"Green house mode"	3,0
CC	15,898198° E	40,996796° N	372,3	1,0	1,0	2,0	90,0	"Green house mode"	3,0
CD	15,889664° E	40,994549° N	377,1	1,0	1,0	2,0	90,0	"Green house mode"	3,0
CE	15,888247° E	40,995666° N	376,0	1,0	1,0	2,0	90,0	"Green house mode"	3,0
CF	15,886477° E	40,995998° N	379,3	1,0	1,0	2,0	90,0	"Green house mode"	3,0
CG	15,881853° E	40,992387° N	387,0	1,0	1,0	2,0	90,0	"Green house mode"	3,0
CH	15,886719° E	40,991423° N	386,3	1,0	1,0	2,0	90,0	"Green house mode"	3,0
CI	15,889986° E	40,989192° N	378,0	1,0	1,0	2,0	90,0	"Green house mode"	3,0
CJ	15,888398° E	40,989269° N	363,9	1,0	1,0	2,0	90,0	"Green house mode"	3,0
CK	15,915515° E	40,982109° N	388,0	1,0	1,0	2,0	90,0	"Green house mode"	3,0
CL	15,916110° E	40,981996° N	389,4	1,0	1,0	2,0	90,0	"Green house mode"	3,0
CM	15,916765° E	40,981878° N	388,8	1,0	1,0	2,0	90,0	"Green house mode"	3,0
CN	15,908863° E	40,980834° N	396,5	1,0	1,0	2,0	90,0	"Green house mode"	3,0
CO	15,918481° E	40,968481° N	345,7	1,0	1,0	2,0	90,0	"Green house mode"	3,0
CP	15,917875° E	40,968817° N	337,8	1,0	1,0	2,0	90,0	"Green house mode"	3,0
CQ	15,926142° E	40,967739° N	375,1	1,0	1,0	2,0	90,0	"Green house mode"	3,0
CR	15,932944° E	40,964232° N	373,0	1,0	1,0	2,0	90,0	"Green house mode"	3,0
CS	15,932987° E	40,964645° N	370,9	1,0	1,0	2,0	90,0	"Green house mode"	3,0
CT	15,932493° E	40,964207° N	374,2	1,0	1,0	2,0	90,0	"Green house mode"	3,0
CU	15,931571° E	40,966249° N	374,1	1,0	1,0	2,0	90,0	"Green house mode"	3,0
CV	15,931259° E	40,966330° N	372,6	1,0	1,0	2,0	90,0	"Green house mode"	3,0
CW	15,936592° E	40,971798° N	361,3	1,0	1,0	2,0	90,0	"Green house mode"	3,0
CX	15,924168° E	40,982660° N	388,9	1,0	1,0	2,0	90,0	"Green house mode"	3,0
CY	15,927064° E	40,979922° N	392,3	1,0	1,0	2,0	90,0	"Green house mode"	3,0
CZ	15,921013° E	40,981097° N	390,6	1,0	1,0	2,0	90,0	"Green house mode"	3,0
DA	15,921657° E	40,980992° N	392,0	1,0	1,0	2,0	90,0	"Green house mode"	3,0
DB	15,931892° E	40,983753° N	385,0	1,0	1,0	2,0	90,0	"Green house mode"	3,0
DC	15,932311° E	40,981012° N	391,2	1,0	1,0	2,0	90,0	"Green house mode"	3,0
DD	15,942889° E	40,985098° N	381,2	1,0	1,0	2,0	90,0	"Green house mode"	3,0
DE	15,942482° E	40,984798° N	384,1	1,0	1,0	2,0	90,0	"Green house mode"	3,0
DF	15,948688° E	40,979044° N	393,0	1,0	1,0	2,0	90,0	"Green house mode"	3,0
DG	15,938555° E	40,965179° N	370,7	1,0	1,0	2,0	90,0	"Green house mode"	3,0
DH	15,938137° E	40,965260° N	371,8	1,0	1,0	2,0	90,0	"Green house mode"	3,0
DI	15,937428° E	40,965325° N	371,5	1,0	1,0	2,0	90,0	"Green house mode"	3,0
DJ	15,936956° E	40,965390° N	370,9	1,0	1,0	2,0	90,0	"Green house mode"	3,0
DK	15,937868° E	40,965058° N	371,5	1,0	1,0	2,0	90,0	"Green house mode"	3,0
DL	15,937557° E	40,965098° N	372,2	1,0	1,0	2,0	90,0	"Green house mode"	3,0
DM	15,937096° E	40,965123° N	372,3	1,0	1,0	2,0	90,0	"Green house mode"	3,0
DN	15,972254° E	40,967699° N	419,7	1,0	1,0	2,0	90,0	"Green house mode"	3,0
DO	15,965967° E	40,959192° N	380,2	1,0	1,0	2,0	90,0	"Green house mode"	3,0
DP	15,950738° E	40,956162° N	381,3	1,0	1,0	2,0	90,0	"Green house mode"	3,0
DQ	15,949842° E	40,956393° N	380,3	1,0	1,0	2,0	90,0	"Green house mode"	3,0
DR	15,950105° E	40,956162° N	380,7	1,0	1,0	2,0	90,0	"Green house mode"	3,0
DS	15,968091° E	40,956251° N	380,9	1,0	1,0	2,0	90,0	"Green house mode"	3,0
DT	15,964165° E	40,956462° N	380,0	1,0	1,0	2,0	90,0	"Green house mode"	3,0
DU	15,964959° E	40,954574° N	375,2	1,0	1,0	2,0	90,0	"Green house mode"	3,0
DV	15,974164° E	40,961445° N	378,9	1,0	1,0	2,0	90,0	"Green house mode"	3,0
DW	15,975414° E	40,966808° N	407,8	1,0	1,0	2,0	90,0	"Green house mode"	3,0
DX	15,980414° E	40,961987° N	388,9	1,0	1,0	2,0	90,0	"Green house mode"	3,0
DY	15,979727° E	40,961854° N	386,8	1,0	1,0	2,0	90,0	"Green house mode"	3,0
DZ	15,977200° E	40,961234° N	382,5	1,0	1,0	2,0	90,0	"Green house mode"	3,0
EA	15,977683° E	40,960958° N	381,8	1,0	1,0	2,0	90,0	"Green house mode"	3,0
EB	15,946677° E	40,961720° N	373,8	1,0	1,0	2,0	90,0	"Green house mode"	3,0
EC	15,946387° E	40,961623° N	375,4	1,0	1,0	2,0	90,0	"Green house mode"	3,0
ED	15,946044° E	40,961963° N	370,5	1,0	1,0	2,0	90,0	"Green house mode"	3,0
EE	15,945261° E	40,963057° N	370,4	1,0	1,0	2,0	90,0	"Green house mode"	3,0
EF	15,944488° E	40,963462° N	370,4	1,0	1,0	2,0	90,0	"Green house mode"	3,0
EG	15,944005° E	40,963762° N	366,8	1,0	1,0	2,0	90,0	"Green house mode"	3,0
EH	15,939209° E	40,967371° N	339,5	1,0	1,0	2,0	90,0	"Green house mode"	3,0
EI	15,904233° E	40,995618° N	368,9	1,0	1,0	2,0	90,0	"Green house mode"	3,0
EJ	15,968065° E	40,975893° N	412,3	1,0	1,0	2,0	90,0	"Green house mode"	3,0
EK	15,795985° E	41,006302° N	258,7	1,0	1,0	2,0	90,0	"Green house mode"	3,0
EL	15,839324° E	41,006573° N	367,8	1,0	1,0	2,0	90,0	"Green house mode"	3,0

To be continued on next page...

## SHADOW - Main Result

Calculation: ShadowRC

...continued from previous page

No.	Longitude	Latitude	Z	Width	Height	Elevation a.g.l.	Slope of window	Direction mode	Eye height (ZVI) a.g.l.
			[m]	[m]	[m]	[m]	[°]		[m]
EM	15,838594° E	41,006322° N	367,2	1,0	1,0	2,0	90,0	"Green house mode"	3,0
EN	15,840917° E	41,007731° N	365,8	1,0	1,0	2,0	90,0	"Green house mode"	3,0
EO	15,845574° E	41,000010° N	375,2	1,0	1,0	2,0	90,0	"Green house mode"	3,0
EP	15,854430° E	40,995946° N	371,0	1,0	1,0	2,0	90,0	"Green house mode"	3,0
EQ	15,869890° E	40,974236° N	298,9	1,0	1,0	2,0	90,0	"Green house mode"	3,0
ER	15,971519° E	40,972823° N	416,9	1,0	1,0	2,0	90,0	"Green house mode"	3,0
ES	15,957642° E	40,984466° N	402,7	1,0	1,0	2,0	90,0	"Green house mode"	3,0
ET	15,905768° E	40,995715° N	368,3	1,0	1,0	2,0	90,0	"Green house mode"	3,0
EU	15,867069° E	40,996338° N	378,7	1,0	1,0	2,0	90,0	"Green house mode"	3,0
EV	15,823842° E	41,011147° N	354,5	1,0	1,0	2,0	90,0	"Green house mode"	3,0
EW	15,824041° E	41,011596° N	359,2	1,0	1,0	2,0	90,0	"Green house mode"	3,0
EX	15,822528° E	41,011762° N	371,6	1,0	1,0	2,0	90,0	"Green house mode"	3,0
EY	15,767945° E	41,017810° N	332,7	1,0	1,0	2,0	90,0	"Green house mode"	3,0
EZ	15,766497° E	41,017761° N	342,0	1,0	1,0	2,0	90,0	"Green house mode"	3,0
FA	15,767945° E	41,017623° N	332,0	1,0	1,0	2,0	90,0	"Green house mode"	3,0
FB	15,767773° E	41,017405° N	332,1	1,0	1,0	2,0	90,0	"Green house mode"	3,0
FC	15,767956° E	41,018028° N	332,9	1,0	1,0	2,0	90,0	"Green house mode"	3,0
FD	15,767988° E	41,017437° N	330,5	1,0	1,0	2,0	90,0	"Green house mode"	3,0
FE	15,767730° E	41,016490° N	325,2	1,0	1,0	2,0	90,0	"Green house mode"	3,0
FF	15,767848° E	41,015065° N	308,2	1,0	1,0	2,0	90,0	"Green house mode"	3,0
FG	15,767698° E	41,015381° N	314,3	1,0	1,0	2,0	90,0	"Green house mode"	3,0
FH	15,773106° E	41,031675° N	325,7	1,0	1,0	2,0	90,0	"Green house mode"	3,0
FI	15,774350° E	41,030493° N	330,1	1,0	1,0	2,0	90,0	"Green house mode"	3,0
FJ	15,776110° E	41,032347° N	328,4	1,0	1,0	2,0	90,0	"Green house mode"	3,0
FK	15,775090° E	41,032565° N	327,2	1,0	1,0	2,0	90,0	"Green house mode"	3,0
FL	15,776035° E	41,033423° N	321,2	1,0	1,0	2,0	90,0	"Green house mode"	3,0
FM	15,772623° E	41,032686° N	320,8	1,0	1,0	2,0	90,0	"Green house mode"	3,0
FN	15,772043° E	41,032581° N	321,2	1,0	1,0	2,0	90,0	"Green house mode"	3,0
FO	15,769587° E	41,031278° N	319,3	1,0	1,0	2,0	90,0	"Green house mode"	3,0
FP	15,773889° E	41,030696° N	329,9	1,0	1,0	2,0	90,0	"Green house mode"	3,0
FQ	15,771035° E	41,031772° N	321,8	1,0	1,0	2,0	90,0	"Green house mode"	3,0
FR	15,771046° E	41,031448° N	322,7	1,0	1,0	2,0	90,0	"Green house mode"	3,0
FS	15,773331° E	41,032759° N	321,6	1,0	1,0	2,0	90,0	"Green house mode"	3,0
FT	15,773739° E	41,028308° N	335,0	1,0	1,0	2,0	90,0	"Green house mode"	3,0
FU	15,773277° E	41,027329° N	335,6	1,0	1,0	2,0	90,0	"Green house mode"	3,0

## Calculation Results

Shadow receptor

No.	Shadow, worst case			Shadow, expected values	
	Shadow hours per year [h/year]	Shadow days per year [days/year]	Max shadow hours per day [h/day]	Shadow hours per year [h/year]	Shadow year
A	0:00	0	0:00	0:00	0:00
B	0:00	0	0:00	0:00	0:00
C	0:00	0	0:00	0:00	0:00
D	0:00	0	0:00	0:00	0:00
E	0:00	0	0:00	0:00	0:00
F	0:00	0	0:00	0:00	0:00
G	0:00	0	0:00	0:00	0:00
H	0:00	0	0:00	0:00	0:00
I	0:00	0	0:00	0:00	0:00
J	0:00	0	0:00	0:00	0:00
K	14:33	44	0:24	1:12	
L	11:21	40	0:21	0:56	
M	17:42	65	0:29	1:37	
N	0:00	0	0:00	0:00	
O	0:00	0	0:00	0:00	
P	33:41	66	0:36	4:21	
Q	66:48	137	0:52	6:06	
R	29:59	79	0:30	2:46	
S	38:10	105	0:30	3:30	
T	79:49	168	0:51	7:53	
U	62:52	141	0:44	6:17	

To be continued on next page...

## SHADOW - Main Result

Calculation: ShadowRC

...continued from previous page

No.	Shadow, worst case		Shadow, expected values	
	Shadow hours per year [h/year]	Shadow days per year [days/year]	Max shadow hours per day [h/day]	Shadow hours per year [h/year]
V	67:09	146	0:47	6:45
W	63:45	108	1:09	7:04
X	68:48	113	1:09	7:52
Y	86:18	154	1:03	10:12
Z	37:30	83	0:42	3:36
AA	0:00	0	0:00	0:00
AB	0:00	0	0:00	0:00
AC	0:00	0	0:00	0:00
AD	0:00	0	0:00	0:00
AE	5:59	27	0:20	0:35
AF	6:09	27	0:20	0:34
AG	21:05	63	0:23	2:45
AH	149:10	203	0:58	16:18
AI	142:06	190	0:57	15:37
AJ	103:16	152	0:59	11:26
AK	167:32	188	1:15	19:01
AL	3:13	30	0:09	0:24
AM	0:00	0	0:00	0:00
AN	14:44	74	0:19	1:26
AO	13:08	66	0:19	1:08
AP	0:00	0	0:00	0:00
AQ	62:41	114	0:47	5:26
AR	91:32	143	0:53	8:02
AS	15:34	42	0:29	1:49
AT	13:59	41	0:27	1:38
AU	0:00	0	0:00	0:00
AV	0:00	0	0:00	0:00
AW	7:51	29	0:21	0:54
AX	10:35	36	0:22	1:15
AY	8:02	30	0:22	0:52
AZ	9:08	32	0:24	1:01
BA	9:41	32	0:24	1:04
BB	100:44	108	1:29	9:33
BC	27:31	91	0:27	2:49
BD	1:19	12	0:08	0:06
BE	6:38	28	0:18	0:32
BF	2:04	16	0:10	0:10
BG	0:00	0	0:00	0:00
BH	0:00	0	0:00	0:00
BI	0:00	0	0:00	0:00
BJ	0:00	0	0:00	0:00
BK	0:00	0	0:00	0:00
BL	0:00	0	0:00	0:00
BM	0:00	0	0:00	0:00
BN	0:00	0	0:00	0:00
BO	0:00	0	0:00	0:00
BP	1:51	14	0:10	0:09
BQ	34:22	62	0:40	3:07
BR	21:43	52	0:31	1:57
BS	27:35	81	0:30	2:33
BT	18:27	58	0:30	1:45
BU	65:20	55	1:29	8:29
BV	52:35	72	0:56	5:34
BW	65:28	84	1:01	7:16
BX	20:53	46	0:40	1:54
BY	23:03	48	0:42	2:06
BZ	109:50	162	1:11	10:08
CA	122:27	192	1:08	11:41
CB	134:31	190	1:13	12:52
CC	4:56	26	0:17	0:28
CD	21:51	70	0:31	2:09
CE	29:16	83	0:34	2:49
CF	49:53	129	0:38	4:41

To be continued on next page...

## SHADOW - Main Result

Calculation: ShadowRC

...continued from previous page

No.	Shadow, worst case		Shadow, expected values	
	Shadow hours per year [h/year]	Shadow days per year [days/year]	Max shadow hours per day [h/day]	Shadow hours per year [h/year]
CG	128:23	195	1:08	12:39
CH	122:33	188	0:57	11:21
CI	240:55	245	1:43	23:22
CJ	160:40	231	1:18	15:50
CK	53:35	121	1:10	4:47
CL	62:29	116	1:29	5:41
CM	75:45	84	1:47	6:54
CN	101:31	145	1:26	9:42
CO	0:00	0	0:00	0:00
CP	0:00	0	0:00	0:00
CQ	0:00	0	0:00	0:00
CR	14:48	56	0:23	1:54
CS	13:25	49	0:23	1:42
CT	13:13	51	0:22	1:41
CU	8:20	33	0:21	0:58
CV	8:03	33	0:21	0:56
CW	52:59	129	0:33	6:18
CX	83:46	102	1:03	7:37
CY	215:26	166	2:02	19:55
CZ	135:50	132	1:36	12:54
DA	107:52	116	1:32	10:22
DB	21:23	71	0:26	1:59
DC	49:07	113	0:43	4:41
DD	6:40	36	0:18	0:37
DE	6:47	36	0:18	0:38
DF	23:08	55	0:36	2:14
DG	28:34	64	0:32	3:46
DH	31:56	71	0:31	4:11
DI	33:26	79	0:30	4:21
DJ	32:26	84	0:29	4:12
DK	29:51	68	0:30	3:55
DL	31:22	72	0:30	4:06
DM	32:00	77	0:29	4:10
DN	69:51	107	1:01	7:20
DO	0:00	0	0:00	0:00
DP	0:00	0	0:00	0:00
DQ	0:00	0	0:00	0:00
DR	0:00	0	0:00	0:00
DS	0:00	0	0:00	0:00
DT	0:00	0	0:00	0:00
DU	0:00	0	0:00	0:00
DV	4:06	34	0:10	0:30
DW	38:39	74	0:44	4:17
DX	34:27	84	0:30	4:15
DY	33:45	74	0:31	4:12
DZ	0:00	0	0:00	0:00
EA	0:00	0	0:00	0:00
EB	18:46	58	0:26	2:23
EC	17:53	57	0:25	2:16
ED	15:27	49	0:25	1:56
EE	11:40	38	0:24	1:22
EF	10:08	36	0:23	1:10
EG	9:30	32	0:22	1:06
EH	29:25	69	0:34	3:37
EI	0:00	0	0:00	0:00
EJ	13:35	44	0:27	1:17
EK	0:00	0	0:00	0:00
EL	44:31	92	0:44	5:24
EM	55:59	94	0:45	6:53
EN	27:44	56	0:41	3:12
EO	34:15	100	0:30	2:58
EP	163:18	166	1:19	14:21
EQ	0:00	0	0:00	0:00

To be continued on next page...

## SHADOW - Main Result

Calculation: ShadowRC

...continued from previous page

No.	Shadow, worst case		Shadow, expected values	
	Shadow hours per year [h/year]	Shadow days per year [days/year]	Max shadow hours per day [h/day]	Shadow hours per year [h/year]
ER	16:17	58	0:25	1:31
ES	0:00	0	0:00	0:00
ET	12:37	38	0:24	1:07
EU	236:03	128	2:39	22:15
EV	373:32	246	2:05	40:59
EW	563:19	342	2:36	61:34
EX	653:12	287	4:03	75:25
EY	232:40	223	1:57	25:03
EZ	300:19	231	2:20	31:31
FA	243:51	234	1:56	26:32
FB	265:28	251	1:55	29:08
FC	225:03	217	1:57	23:59
FD	264:03	249	1:53	29:06
FE	293:28	222	1:59	34:47
FF	131:40	137	1:29	15:43
FG	182:17	160	1:51	21:25
FH	0:00	0	0:00	0:00
FI	0:00	0	0:00	0:00
FJ	0:00	0	0:00	0:00
FK	0:00	0	0:00	0:00
FL	0:00	0	0:00	0:00
FM	0:00	0	0:00	0:00
FN	0:00	0	0:00	0:00
FO	0:00	0	0:00	0:00
FP	0:00	0	0:00	0:00
FQ	0:00	0	0:00	0:00
FR	0:00	0	0:00	0:00
FS	0:00	0	0:00	0:00
FT	0:00	0	0:00	0:00
FU	0:00	0	0:00	0:00

Total amount of flickering on the shadow receptors caused by each WTG

No.	Name	Worst case [h/year]	Expected [h/year]
1	Siemens Gamesa SG 6.2-170 6200 170.0 !O! hub: 135,0 m (TOT: 220,0 m) (18)	319:20	34:02
2	Siemens Gamesa SG 6.2-170 6200 170.0 !O! hub: 135,0 m (TOT: 220,0 m) (19)	342:41	39:18
3	Siemens Gamesa SG 6.2-170 6200 170.0 !O! hub: 135,0 m (TOT: 220,0 m) (20)	513:07	52:09
4	Siemens Gamesa SG 6.2-170 6200 170.0 !O! hub: 135,0 m (TOT: 220,0 m) (21)	294:50	26:56
5	Siemens Gamesa SG 6.2-170 6200 170.0 !O! hub: 135,0 m (TOT: 220,0 m) (22)	210:59	20:39
6	Siemens Gamesa SG 6.2-170 6200 170.0 !O! hub: 135,0 m (TOT: 220,0 m) (23)	246:07	24:10
7	Siemens Gamesa SG 6.2-170 6200 170.0 !O! hub: 135,0 m (TOT: 220,0 m) (24)	367:38	35:46
8	Siemens Gamesa SG 6.2-170 6200 170.0 !O! hub: 135,0 m (TOT: 220,0 m) (25)	456:51	42:32
9	Siemens Gamesa SG 6.2-170 6200 170.0 !O! hub: 135,0 m (TOT: 220,0 m) (26)	300:54	28:39
10	Siemens Gamesa SG 6.2-170 6200 170.0 !O! hub: 135,0 m (TOT: 220,0 m) (27)	350:48	39:19
11	Siemens Gamesa SG 6.2-170 6200 170.0 !O! hub: 135,0 m (TOT: 220,0 m) (28)	100:03	8:57
12	Siemens Gamesa SG 6.2-170 6200 170.0 !O! hub: 135,0 m (TOT: 220,0 m) (29)	175:15	19:49
13	Siemens Gamesa SG 6.2-170 6200 170.0 !O! hub: 135,0 m (TOT: 220,0 m) (30)	718:41	84:32
14	Siemens Gamesa SG 6.2-170 6200 170.0 !O! hub: 135,0 m (TOT: 220,0 m) (31)	124:32	14:38
15	Siemens Gamesa SG 6.2-170 6200 170.0 !O! hub: 135,0 m (TOT: 220,0 m) (32)	562:11	60:37
16	Siemens Gamesa SG 6.2-170 6200 170.0 !O! hub: 135,0 m (TOT: 220,0 m) (33)	236:03	24:11

Total times in Receptor wise and WTG wise tables can differ, as a WTG can lead to flicker at 2 or more receptors simultaneously and/or receptors may receive flicker from 2 or more WTGs simultaneously.

The calculation of the total expected values for a given receptor assumes a weighted average directional reduction for all WTGs contributing to shadow flicker within the same day. In the case where shadow flicker from different WTGs is not concurrent within the day, the total expected time at a given receptor may deviate marginally from the individual flicker time caused by each turbine separately.