



REGIONE SICILIA

REGIONE SICILIANA

PROVINCIA DI TRAPANI

COMUNE DI MARSALA



PROGETTO DI UN IMPIANTO EOLICO E DELLE RELATIVE OPERE DI CONNESSIONE DA REALIZZARE IN AGRO DI MARSALA (TP) IN LOCALITA' C.DA MESSINELLO DI POTENZA COMPLESSIVA DI 56,00 MW DENOMINATO "Marsa-Allah"



PROGETTO DEFINITIVO

COMMESSA	FASE	ELABORATO	REV.
MRS	PD	P_9	0

ELABORATO	DESCRIZIONE	REDAITTO	VERIFICATO	APPROVATO
RELAZIONE SULL'ANALISI DELL'EVOLUZIONE DELL'OMBRA INDOTTA DAGLI AEROGENERATORI (EFFETTO "SHADOW FLICKERING")				
Novembre 2021	Prima emissione	CF	MD	LG
DATA	DESCRIZIONE	REDAITTO	VERIFICATO	APPROVATO

<p>Richiedente</p> <p>GRV WIND SICILIA 2 S.r.l.</p> <p>Sede Legale: Via Durini 9 , 20122 Milano PEC: grwindsicilia2@legalmail.it Cod. Fisc. e P.IVA 11643110965</p> <p>GRUPPO GRvalue</p>	<p>Progettazione</p> <p>Antex group</p> <p>Sede legale: via Sabotino, 8 - 96013 Carlentini (SR) Uffici: via Jonica, 6 - Loc. Belvedere - 96100 Siracusa (SR) web: www.antexgroup.it</p> <p>Responsabile Tecnico Arch. Luigi Giocondo</p>
---	---

	PROGETTO DI UN IMPIANTO EOLICO E DELLE RELATIVE OPERE DI CONNESSIONE DA REALIZZARE IN AGRO DI MARSALA (TP) IN LOCALITA' C.DA MESSINELLO DI POTENZA COMPLESSIVA DI 56,00 MW DENOMINATO "MARSA-ALLAH"	 <i>Ingegneria & Innovazione</i>	
	RELAZIONE SULL'ANALISI DELL'EVOLUZIONE DELL'OMBRA INDOTTA DAGLI AEROGENERATORI (EFFETTO "SHADOW FLICKERING")	11/2021	REV: 0

INDICE

1	PREMESSA.....	3
2	PARTE GENERALE.....	4
3	CENNI SUL FENOMENO DELL'EVOLUZIONE DELL'OMBRA GENERATA DAGLI AEROGENERATORI ..	4
4	IL CASO STUDIO	6
4.1	Descrizione degli aerogeneratori e caratteristiche geografiche di posizione.....	7
4.2	Analisi dei recettori.....	8
5	METODOLOGIA DI CALCOLO "WORST CASE" DELLO SHADOW FLICKERING	13
6	RISULTATI DI CALCOLO DEL CASO "WORST CASE"	14
6.1	Risultati del "CALENDAR GRAPHICAL" (Worst Case)	15
6.1.1	Effetto Shadow Flickering subito dai singoli Ricettori	15
6.1.2	Effetto shadow Flickering generato dai singoli Aerogeneratori.....	19
6.2	Risultati del "CALENDAR TIME" (Worst Case)	29
6.2.1	Lista giornaliera dei singoli eventi di shadow flickering subito da ogni ricettore.....	29
6.2.2	Lista giornaliera dei singoli eventi di shadow flickering generati da ogni aerogeneratore	32
7	ANALISI DEI RISULTATI PER SINGOLO RICETTORE (WORST CASE).....	42
8	ANALISI DEI RISULTATI PER SINGOLO AEROGENERATORE (WORST CASE)	44
9	METODOLOGIA DI CALCOLO "REAL CASE" DELLO SHADOW FLICKERING	48
10	RISULTATI DI CALCOLO NEL CASO "REAL CASE"	51
10.1	Risultati del "CALENDAR TIME" (REAL CASE)	51
10.1.1	Lista giornaliera dei singoli eventi di shadow flickering subita da ogni ricettore	51
11	ANALISI DEI RISULTATI "REAL CASE"	53
12	CONCLUSIONI	56

	<p>PROGETTO DI UN IMPIANTO EOLICO E DELLE RELATIVE OPERE DI CONNESSIONE DA REALIZZARE IN AGRO DI MARSALA (TP) IN LOCALITA' C.DA MESSINELLO DI POTENZA COMPLESSIVA DI 56,00 MW DENOMINATO "MARSA-ALLAH"</p> <p>RELAZIONE SULL'ANALISI DELL'EVOLUZIONE DELL'OMBRA INDOTTA DAGLI AEROGENERATORI (EFFETTO "SHADOW FLICKERING")</p>	 <i>Ingegneria & Innovazione</i>		
		11/2021	REV: 0	Pag.3

1 PREMESSA

Per conto della società proponente, GRV Wind Sicilia 2 S.r.l, per incarico del responsabile tecnico arch. Luigi Giocondo, la società Antex Group Srl ha redatto il progetto definitivo relativo alla realizzazione di un impianto eolico nel comune di Marsala, nella provincia di Trapani.

Il progetto prevede l'installazione di n. 10 nuovi aerogeneratori nei terreni del Comune di Marsala, C.da Messinello, con potenza unitaria di 5,6 MW, per una potenza complessiva di impianto di 56 MW.

Gli aerogeneratori saranno collegati alla nuova Stazione di trasformazione Utente, posta nel Comune di Marsala, tramite cavidotti interrati con tensione nominale pari a 30 kV.

La stazione di trasformazione utente riceverà l'energia proveniente dall'impianto eolico a 30 kV e la eleverà alla tensione di 220 kV.

Tutta l'energia elettrica prodotta verrà ceduta alla rete tramite collegamento in antenna a 220 kV su una nuova Stazione Elettrica (SE) di smistamento a 220 kV della RTN, da inserire in entra-esce alla linea RTN 220 kV "Partanna 2". Detta stazione sarà inoltre collegata, tramite un nuovo elettrodotto a 220 kV di collegamento della RTN con la stazione 220 kV di Partanna, previo ampliamento della stessa. Lo stallo in stazione sarà condiviso con altri impianti di produzione.

Le attività di progettazione definitiva e di studio di impatto ambientale sono state sviluppate dalla società di ingegneria Antex Group Srl, su mandato del Responsabile Tecnico del proponente.

Antex Group Srl è una società che fornisce servizi globali di consulenza e management ad Aziende private ed Enti pubblici che intendono realizzare opere ed investimenti su scala nazionale ed internazionale.

È costituita da selezionati e qualificati professionisti uniti dalla comune esperienza professionale nell'ambito delle consulenze ingegneristiche, tecniche, ambientali e gestionali.

Sia Antex che GRV Wind Sicilia 2 S.r.l pongono a fondamento delle attività e delle proprie iniziative, i principi della qualità, dell'ambiente e della sicurezza come espressi dalle norme ISO 9001, ISO 14001 e OHSAS 18001 nelle loro ultime edizioni.

Difatti, in un'ottica di sviluppo sostenibile proprio e per i propri clienti e fornitori, le Aziende citate posseggono un proprio Sistema di Gestione Integrato Qualità-Sicurezza-Ambiente.

	PROGETTO DI UN IMPIANTO EOLICO E DELLE RELATIVE OPERE DI CONNESSIONE DA REALIZZARE IN AGRO DI MARSALA (TP) IN LOCALITA' C.DA MESSINELLO DI POTENZA COMPLESSIVA DI 56,00 MW DENOMINATO "MARSA-ALLAH"	 Ingegneria & Innovazione	
	RELAZIONE SULL'ANALISI DELL'EVOLUZIONE DELL'OMBRA INDOTTA DAGLI AEROGENERATORI (EFFETTO "SHADOW FLICKERING")	11/2021	REV: 0

2 PARTE GENERALE

Il presente elaborato ha lo scopo di valutare tecnicamente l'eventuale impatto generato dall'effetto di "shadow flickering" derivante dall'evoluzione dell'ombra per il presente progetto il quale prevede l'installazione di aerogeneratori del tipo SIEMENS-GAMESA SG155-5,6 MW 50/60Hz per un'altezza totale al tip di circa 200 m, aventi un diametro rotore di 155 m (lunghezza massima della pala di 76 m) e un'altezza al mozzo di 122,5 m.

Lo *shadow flickering* è l'espressione comunemente impiegata in ambito specialistico per descrivere l'effetto stroboscopico delle ombre proiettate dalle pale rotanti degli aerogeneratori eolici quando sussistono le condizioni meteorologiche opportune; infatti la possibilità e la durata di tali effetti dipendono da una serie di condizioni ambientali, tra cui:

- la posizione del sole;
- l'ora del giorno;
- il giorno dell'anno;
- le condizioni atmosferiche ambientali;
- la posizione della turbina eolica rispetto ad un ricettore sensibile.

La valutazione tecnica è eseguita con l'ausilio del software di simulazione specifico per la progettazione degli impianti eolici *windPRO*, costituito da un insieme di moduli di elaborazione orientati alla simulazione di una serie di aspetti che caratterizzano le diverse fasi progettuali.

Nella presente relazione è riportata:

- una breve descrizione tecnica del fenomeno di *shadow flickering*;
- la descrizione del caso studio con le posizioni delle turbine e loro caratteristiche tecniche;
- la descrizione dei ricettori soggetti al fenomeno per i quali è stato scelto di effettuare questa analisi;
- la sintesi della metodologia di analisi seguita per lo studio;
- la sintesi dei risultati ottenuti, con allegati grafici analitici di dettaglio che descrivono il fenomeno su ognuno dei ricettori e da parte di ognuna delle turbine per tutto l'anno solare.

3 CENNI SUL FENOMENO DELL'EVOLUZIONE DELL'OMBRA GENERATA DAGLI AEROGENERATORI

Come detto in Premessa, lo "*shadow flickering*" (letteralmente "ombreggiamento intermittente") è l'espressione comunemente impiegata per descrivere l'effetto stroboscopico delle ombre proiettate dalle pale rotanti degli aerogeneratori eolici allorché il sole si trova alle loro spalle (fig. 1).

Il fenomeno si traduce in una variazione alternata di intensità luminosa che, a lungo andare, può provocare fastidio agli occupanti delle abitazioni le cui finestre risultano esposte al fenomeno stesso. Il fenomeno, ovviamente, risulta assente sia quando il sole è oscurato da nuvole o nebbia, sia quando, in assenza di vento, le pale del generatore non sono in rotazione.

In particolare, le frequenze che possono provocare un senso di fastidio sono comprese tra i 2,5 ed i 20 Hz (*Verkuijlen and Westra*, 1984), e, 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.

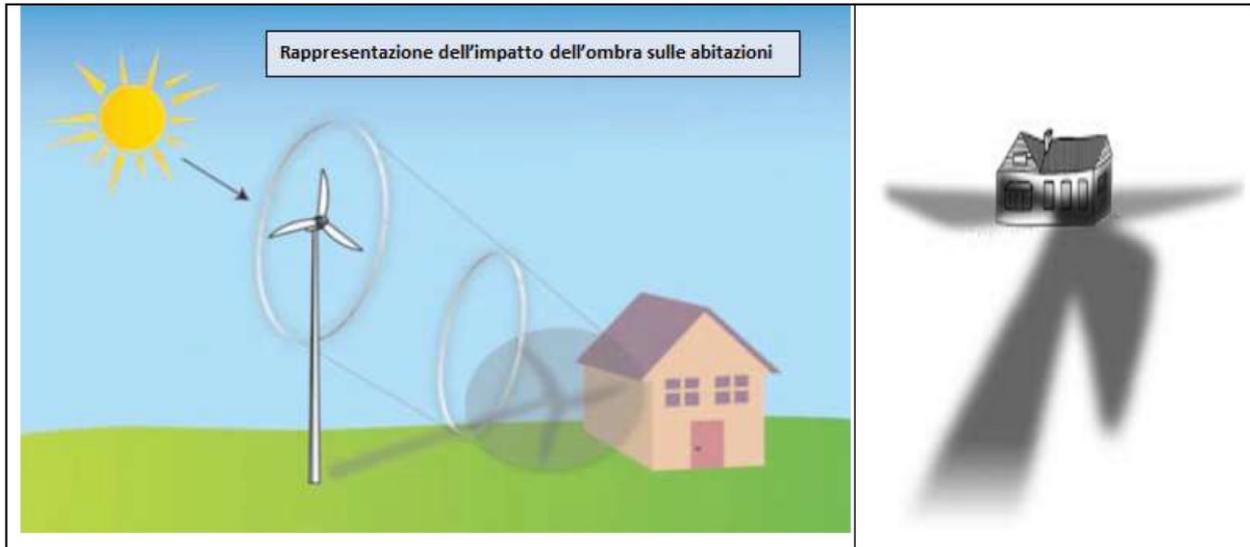


Figura 1 Rappresentazione schematica del fenomeno dello shadow flickering

I più recenti aerogeneratori tripala operano ad una velocità di rotazione sensibilmente inferiore ai 35 giri al minuto, corrispondente ad una frequenza di passaggio delle pale sulla verticale inferiore a 1,75 Hz, minore, quindi, della frequenza critica di 2,5 Hz. Inoltre, i generatori di grande potenza (dai 2 MW in su) raramente superano la velocità di rotazione di 20 giri al minuto, nel caso in oggetto addirittura ci si ferma a circa 9,3 giri al minuto, corrispondente a frequenze di passaggio delle pale ampiamente minori di quelle ritenute fastidiose per la maggioranza degli individui: in termini di impatto sulla popolazione, tali frequenze sono considerate innocue. Inoltre, a livello internazionale, è universalmente accettato che frequenze inferiori a 10 Hz non hanno alcuna correlazione con attacchi di natura epilettica.

Le relazioni spaziali tra un aerogeneratore ed un ricettore (abitazione), così come la direzione del vento risultano essere fattori chiave per la durata del fenomeno di *shadow flickering*. Con i moderni aerogeneratori di grandi dimensioni per distanze superiori ai 500 m, 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. Al di là di una certa distanza, che a seconda dell'aerogeneratore si attesta intorno ai 1000 m, l'ombra smette di essere un problema perché il rapporto tra lo spessore della pala ed il diametro del sole diventa molto piccolo.

Quindi, come è facile immaginare, la condizione più penalizzante corrisponde al caso in cui il piano del rotore risulta ortogonale alla congiungente ricettore-sole; infatti, in tali condizioni, l'ombra proiettata darà origine ad un cerchio di diametro pari al rotore del generatore eolico.

In generale, l'area entro la quale è percepibile lo *shadow flickering* non si estende oltre i 500÷1.000 m dall'aerogeneratore e le zone a maggiore impatto ricadono entro i 300 m di distanza dalle macchine con durata del fenomeno dell'ordine delle 300 ore all'anno.

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 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.

4 IL CASO STUDIO

Nello specifico, il presente elaborato ha lo scopo di valutare l'eventuale impatto generato dall'evoluzione dell'ombra dei 10 aerogeneratori proposti per una futura potenza complessiva del parco eolico di circa 56,00 MW.

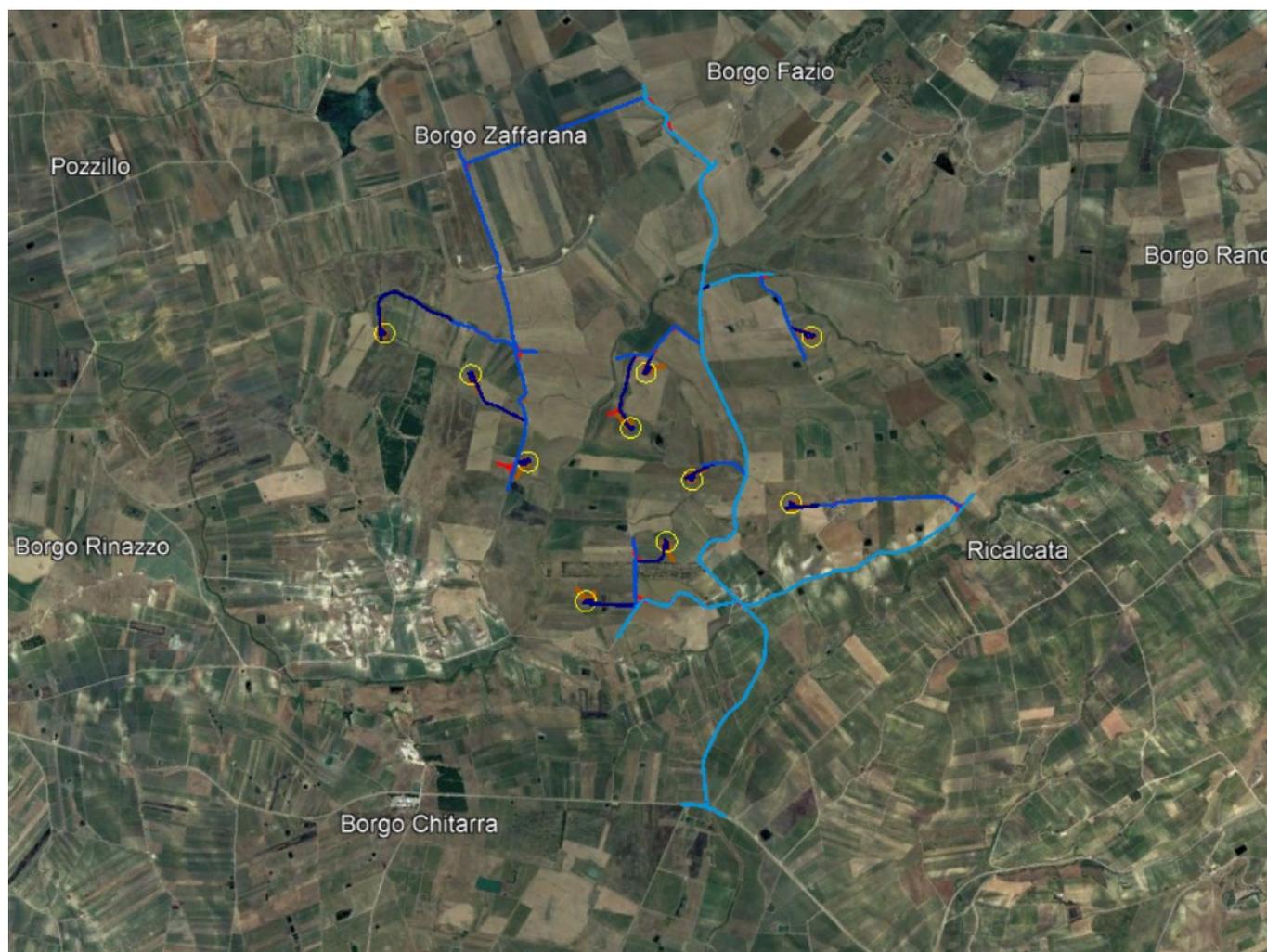


Figura 2 Inquadramento degli aerogeneratori proposti su immagine satellitare (Google Earth Pro)

L'area oggetto del presente sviluppo progettuale si presenta a carattere prettamente collinare con il suolo che evidenzia una variabilità topografica ed altimetrica abbastanza complessa. L'elevazione dell'area di installazione del parco eolico varia dai 120 m ai 240 m s.l.m. La variabilità si presenta anche dal punto di vista di copertura vegetativa delle aree: alcune presentano vegetazione arbustiva, altre vegetazione arborecola e altre ancora si presentano come semplici campi arati o

	PROGETTO DI UN IMPIANTO EOLICO E DELLE RELATIVE OPERE DI CONNESSIONE DA REALIZZARE IN AGRO DI MARSALA (TP) IN LOCALITA' C.DA MESSINELLO DI POTENZA COMPLESSIVA DI 56,00 MW DENOMINATO "MARSA-ALLAH"	 Ingegneria & Innovazione	
	RELAZIONE SULL'ANALISI DELL'EVOLUZIONE DELL'OMBRA INDOTTA DAGLI AEROGENERATORI (EFFETTO "SHADOW FLICKERING")	11/2021	REV: 0

coltivati a seminativo e a pascolo.

4.1 Descrizione degli aerogeneratori e caratteristiche geografiche di posizione

Le 10 macchine oggetto di studio, del tipo SIEMENS-GAMESA SG155-5,6 MW 50/60Hz per un'altezza al tip non superiore ai 200 m. Il modello di turbina candidato ad essere utilizzato nel progetto presenta le seguenti caratteristiche:

Altezza al Mozzo	122,5 m
Diametro Rotore	155 m
Lunghezza singola Pala	76,00 m
Area Spazzata	18.869 m ²
Numero Pale	3
Senso di Rotazione	Orario
Velocità di Rotazione Max a regime del Rotore	9,3 rpm
Potenza Nominale Turbina	5,6 MW
Cut-Out	27 m/s
Cut-in	3 m/s

L'effetto di *shadow flickering* è ovviamente tanto più importante quanto più grande è il diametro del rotore della turbina. La disposizione prevista per i 10 aerogeneratori oggetto di studio è riportata nella tabella sottostante in coordinate UTM WGS84.

Tabella 1 Coordinate dei 10 aerogeneratori oggetto di studio.

Turbine	Easting	Northing
MRS 01	293825.00 m E	4189975.00 m N
MRS 02	295123.59 m E	4190379.10 m N
MRS 03	291691.49 m E	4190109.55 m N
MRS 04	293744.70 m E	4189516.99 m N
MRS 05	295072.00 m E	4189024.00 m N
MRS 06	294272.43 m E	4189142.72 m N
MRS 07	292947.09 m E	4189171.67 m N
MRS 08	292424.56 m E	4189830.46 m N
MRS 09	294115.29 m E	4188630.59 m N
MRS 10	293515.00 m E	4188100.00 m N

	PROGETTO DI UN IMPIANTO EOLICO E DELLE RELATIVE OPERE DI CONNESSIONE DA REALIZZARE IN AGRO DI MARSALA (TP) IN LOCALITA' C.DA MESSINELLO DI POTENZA COMPLESSIVA DI 56,00 MW DENOMINATO "MARSA-ALLAH"	 Ingegneria & Innovazione	
	RELAZIONE SULL'ANALISI DELL'EVOLUZIONE DELL'OMBRA INDOTTA DAGLI AEROGENERATORI (EFFETTO "SHADOW FLICKERING")	11/2021	REV: 0

4.2 Analisi dei recettori

L'analisi dei ricettori ha lo scopo di identificare, tra tutti quelli regolarmente censiti catastalmente all'interno del territorio in cui insiste l'impianto, quelli che presentano caratteristiche tali da poter essere considerati "sensibili" al fenomeno dello *shadow flickering*.

L'individuazione iniziale dei ricettori ha riguardato tutti i fabbricati regolarmente censiti nell'intorno di una fascia di distanza dagli aerogeneratori di circa 1000 m di raggio dalla posizione di ogni turbina e come elencato nella seguente tabella:

Tabella 2 Elenco dei ricettori presenti all'interno del raggio di circa 1000 m da ogni aerogeneratore

RICETTORE	COMUNE	FOGLIO	P.LLE	CATEG. CATASTALE	DISTANZA DA WTG PIU' VICINA
REC01	TRAPANI	294	19	FABB. DIRUTO	1050 m (MRS 01)
REC05	MARSALA	111	3	FABB. DIRUTO	810 m (MRS 08)
REC08	MARSALA	137	197	C/2	380 m (MRS 06)
REC10	MARSALA	137	5	E.U.	430 m (MRS 06)
REC13	MARSALA	138	182	C/2	380 m (MRS 05)
REC14	MARSALA	138	182	C/2	380 m (MRS 05)
REC15	MARSALA	138	36	FABB. DIRUTO	360 m (MRS 05)
REC17	MARSALA	138	34	A/3-D/10	400 m (MRS 05)
REC18	MARSALA	138	34	A/3-D/10	380 m (MRS 05)
REC19	MARSALA	138	189	F/2	350 m (MRS 05)
REC20	MARSALA	138	7	F/2	370 m (MRS 05)
REC22	MARSALA	138	41	FABB. DIRUTO	670 m (MRS 09)
REC23	MARSALA	138	43	FABB. DIRUTO	710 m (MRS 09)
REC25	MARSALA	137	194	C/2	370 m (MRS 04)
REC27	MARSALA	186	204	C/2	940 m (MRS 10)
REC28	MARSALA	136	10	F/2	262 m (B09)

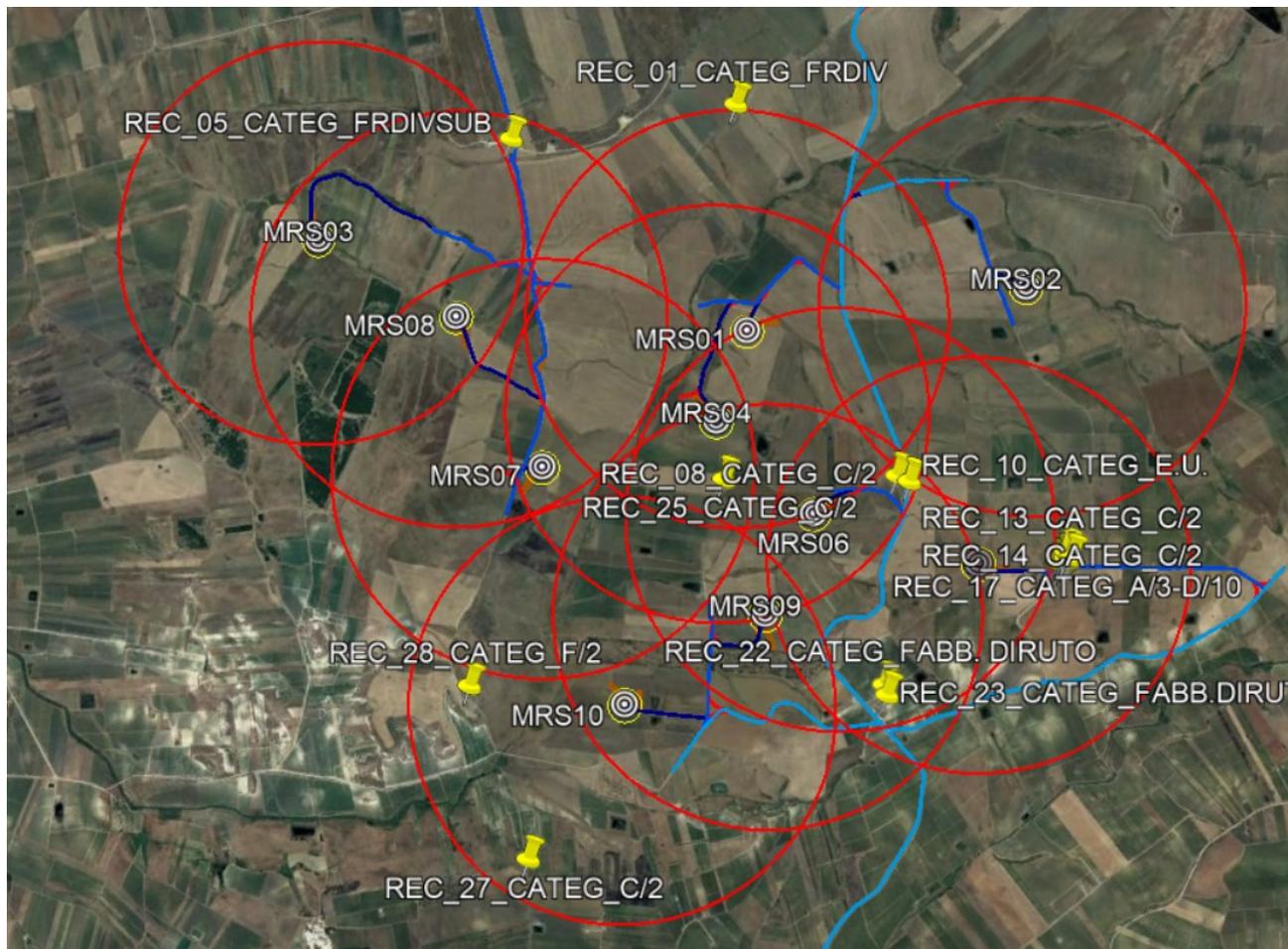


Figura 3 Posizione dei Ricettori rispetto al buffer di 1000 m dagli aerogeneratori

Una seconda analisi consiste nel decidere, tra i vari ricettori individuati precedentemente, quali possono essere ritenuti "sensibili".

I paesi che hanno legiferato in materia sono quelli del nord Europa, dove la loro posizione geografica e le condizioni climatiche sono tali da attenzionare scrupolosamente la problematica e il potenziale impatto. Per l'Italia, essendo a una latitudine inferiore rispetto a Danimarca, Svezia, Germania, il fenomeno è meno impattante se non addirittura presente solamente per alcune ore dell'anno e per pochi minuti alle prime ore dell'alba e del tramonto. Da letteratura già a 300 m di distanza dall'aerogeneratore il fenomeno dello shadow flickering risulta essere "poco impattante" per le abitazioni, oltre a ruolo importante di barriera assolto dagli ostacoli presenti nel territorio quali alberature e altri confini naturali che determinano la morfologia del territorio.

La definizione di ricettore sensibile, sebbene non esplicitamente richiamata all'interno dei documenti legislativi e normativi, è a tutti gli effetti entrata a far parte del glossario delle tematiche ambientali.

Per ricettore sensibile si intende uno specifico luogo (area particolarmente protetta quale un parco cittadino, un'area oggetto di continua e assidua frequentazione da parte di persone per almeno 4 ore giornaliere spesso inserita in un particolare contesto storico-culturale) o una specifica struttura (scuola, ospedale, edificio residenziale, ecc.) presso i quali è individuabile una posizione significativa di immissione di disturbo.

	PROGETTO DI UN IMPIANTO EOLICO E DELLE RELATIVE OPERE DI CONNESSIONE DA REALIZZARE IN AGRO DI MARSALA (TP) IN LOCALITA' C.DA MESSINELLO DI POTENZA COMPLESSIVA DI 56,00 MW DENOMINATO "MARSA-ALLAH"	 Ingegneria & Innovazione	
	RELAZIONE SULL'ANALISI DELL'EVOLUZIONE DELL'OMBRA INDOTTA DAGLI AEROGENERATORI (EFFETTO "SHADOW FLICKERING")	11/2021	REV: 0

Inoltre, il ricettore è definito tale se un'immissione di qualsiasi tipo o natura può potenzialmente recare un danno ad un individuo che dovrà permanere in quel luogo per almeno 4 ore giornaliere.

Sulla base delle considerazioni appena fatte, la definizione di "ricettore sensibile" è stata ristretta a specifici n. 3 ricettori selezionati in base alla loro destinazione d'uso e loro distanza dalle posizioni previste per le turbine e cioè:

- Corpi aziendali ad utilizzazione agro-pastorale in cui sia accertata la presenza continuativa di personale in orario diurno;
- Case rurali ad utilizzazione residenziale di carattere stagionale;
- Nuclei e case sparse nell'agro destinati ad uso residenziale.

Sebbene il fenomeno dello *shadow flickering* possa essere percepito anche all'esterno delle costruzioni, esso risulta più evidente e fastidioso all'interno di ambienti chiusi che presentano aperture e/o finestrate orientate proprio sul prolungamento della direttrice sole-turbina, mentre risulta meno impattante (o addirittura nullo) per quegli ambienti con aperture e/o finestrate il cui orientamento si discosta dal prolungamento della direttrice sole-turbina. Conseguentemente, una corretta valutazione del fenomeno del flickering non può prescindere dall'esatto orientamento delle finestrate. Con riferimento all'analisi in esame, in via cautelativa, si considereranno per tutti i ricettori le finestrate orientate proprio sul prolungamento della direttrice sole-turbina. Nella tabella a seguire sono riportati i riferimenti geografici (coordinate UTM WGS84) di tutti i ricettori oggetto di analisi e simulazione con la relativa indicazione catastale e descrizione d'uso.

Tabella 3 *Elenco delle strutture considerate ricettori sensibili con distanza dall'aerogeneratore più vicino*

RICETTORE	COORDINATE WGS84		COMUNE	FOGLIO	P.LLE	CATEG. CATASTALE	DISTANZA DA WTG PIU' VICINA
REC10	294685.00 m E	4189272.00 m N	MARSALA	137	5	E.U.	430 m (MRS 06)
REC17	295482.00 m E	4189024.00 m N	MARSALA	138	34	A/3-D/10	400 m (MRS 05)
REC18	295459.00 m E	4189001.00 m N	MARSALA	138	34	A/3-D/10	380 m (MRS 05)

Nella figura successiva vengono mostrati i suddetti ricettori, su immagine satellitare estratta da Google Earth, rispetto al layout proposto di impianto oggetto dello studio.

**RELAZIONE SULL'ANALISI DELL'EVOLUZIONE
DELL'OMBRA INDOTTA DAGLI AEROGENERATORI
(EFFETTO "SHADOW FLICKERING")**

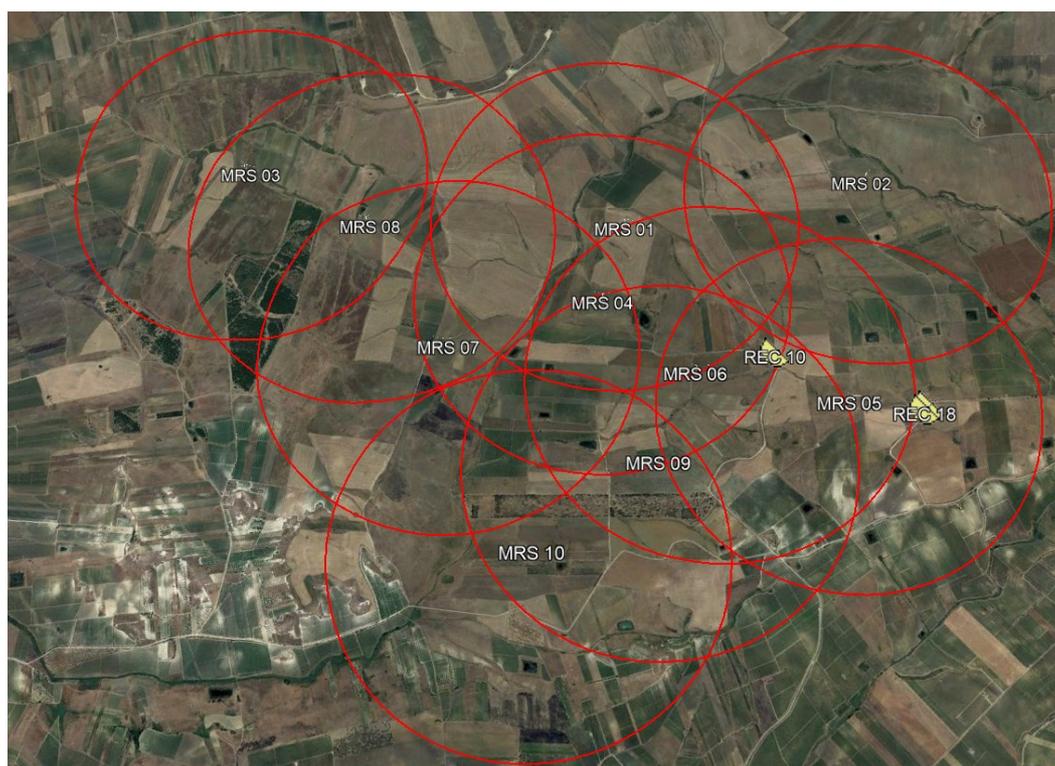


Figura 4 (sopra) Localizzazione geografica dei ricettori (in giallo) rispetto alle turbine
(sotto) localizzazione dei ricettori rispetto ai raggi di distanza dalle turbine di 1000 m (in rosso)

Di seguito alcune immagini che mostrano i ricettori presi in esame.



Figura 5 REC 10



Figura 6 REC 17 e REC 18

	PROGETTO DI UN IMPIANTO EOLICO E DELLE RELATIVE OPERE DI CONNESSIONE DA REALIZZARE IN AGRO DI MARSALA (TP) IN LOCALITA' C.DA MESSINELLO DI POTENZA COMPLESSIVA DI 56,00 MW DENOMINATO "MARSA-ALLAH"	 Ingegneria & Innovazione	
	RELAZIONE SULL'ANALISI DELL'EVOLUZIONE DELL'OMBRA INDOTTA DAGLI AEROGENERATORI (EFFETTO "SHADOW FLICKERING")	11/2021	REV: 0

5 METODOLOGIA DI CALCOLO "WORST CASE" DELLO SHADOW FLICKERING

L'analisi dell'impatto da *shadow flickering* prodotto da un campo eolico è realizzata, generalmente, attraverso l'impiego di specifici applicativi che modellano il fenomeno in esame. I pacchetti software impiegati per la progettazione di impianti eolici contengono moduli specifici per il calcolo e l'analisi del fenomeno di *flickering*.

L'analisi si basa sull'impiego di un modello digitale del terreno dell'area oggetto di progettazione, sulle posizioni (E, N, quota) degli aerogeneratori e dei ricettori sensibili, nonché sui dati che correlano la posizione del sole nell'arco dell'anno con le condizioni operative delle turbine nello stesso arco di tempo.

Al fine di calcolare la posizione relativa del sole nell'arco di un anno rispetto al parco eolico ed ai ricettori è necessario definire la longitudine, la latitudine ed il fuso orario dell'area interessata dal progetto.

Nello specifico è stato impiegato il modulo *shadow flickering* del software *windPRO*. Esso consente di analizzare la posizione del sole nell'arco di un anno per identificare i tempi in cui ogni turbina può proiettare ombre sulle finestre delle abitazioni vicine. In particolare, il modello permette di:

- calcolare il potenziale per le ombre intermittenti alle finestre delle abitazioni;
- mostrare un calendario grafico ("*Calendar Graphical*") degli eventi di *flickering*;
- mostrare un elenco dettagliato ("*Calendar Time*") di ciascun evento di ombreggiamento (ora di inizio, di fine, durata del fenomeno, aerogeneratore/i coinvolti, etc.);
- creare mappe di impatto potenziale che mostrano le ore d'ombra intermittente per l'intero parco eolico o per le singole macchine (curve di isodurata) nell'arco dell'anno.

Per l'esecuzione della valutazione tecnica il software ha utilizzato una serie di dati di input caratterizzanti quali:

- l'altimetria della zona simulata;
- la latitudine e longitudine dell'area interessata;
- la disposizione geografica delle turbine e dimensione geometrica dei loro componenti (torre e pale);
- la disposizione geografica dei "ricettori sensibili" (fabbricati e relative finestre);
- l'orientamento del rotore rispetto al ricettore;
- la proiezione dell'ombra rispetto ai ricettori.

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
- coordinate geografiche delle turbine considerate
- coordinate geografiche dei recettori considerati
- disposizione orizzontale delle finestrate
- estensione area simulata: circa 60 km²

	PROGETTO DI UN IMPIANTO EOLICO E DELLE RELATIVE OPERE DI CONNESSIONE DA REALIZZARE IN AGRO DI MARSALA (TP) IN LOCALITA' C.DA MESSINELLO DI POTENZA COMPLESSIVA DI 56,00 MW DENOMINATO "MARSA-ALLAH"	 <i>Ingegneria & Innovazione</i>	
	RELAZIONE SULL'ANALISI DELL'EVOLUZIONE DELL'OMBRA INDOTTA DAGLI AEROGENERATORI (EFFETTO "SHADOW FLICKERING")	11/2021	REV: 0

- risoluzione di calcolo: 1,00 m
- raggio d'influenza massimo: 1 km dal punto di installazione dell'aerogeneratore;
- altezza del punto di vista dell'osservatore rispetto la mappa: 1,5 m
- altezza del punto di vista (ZVI) rispetto la superficie del suolo: 2,0 m
- parametri turbina:
 - diametro rotore: 155 m
 - altezza torre al mozzo: 122,5 m
 - altezza complessiva dell'aerogeneratore: 200 m

Per il calcolo dell'orizzonte di ciascun ricettore il modello numerico utilizzato tiene conto dell'ostacolo naturale costituito dall'orografia circostante il ricettore e non da eventuali ostacoli come ad es. boschi, barriere naturali o artificiali, etc.

In definitiva è bene evidenziare che, a vantaggio di sicurezza, le simulazioni effettuate sono state eseguite ipotizzando contemporaneamente le seguenti condizioni sfavorevoli per qualunque ricettore soggetto a *shadow flickering*:

- rotore in movimento alla massima frequenza ed in moto continuo;
- assenza di ostacoli;
- orientamento del rotore ortogonale alla congiungente ricettore-sole.

Inoltre, se il cielo è coperto o c'è calma di vento, o la direzione del vento è tale da porre il piano del rotore in posizione parallela rispetto alla linea sole-edificio, l'aerogeneratore non produrrà ombra, ma la sua influenza apparirà comunque nei calcoli e, come già sottolineato, 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 impercettibile.

In altre parole, il calcolo descrive lo scenario peggiore possibile e rappresenta quindi il massimo rischio potenziale di impatto.

I risultati dettagliati dell'analisi effettuata sono riportati nei paragrafi a seguire. Nell'immagine che segue, si riporta in opportuna scala cromatica il valore massimo di ombreggiamento annuo su superficie orizzontale prodotta dalle opere in progetto nelle condizioni sfavorevoli sopra elencate.

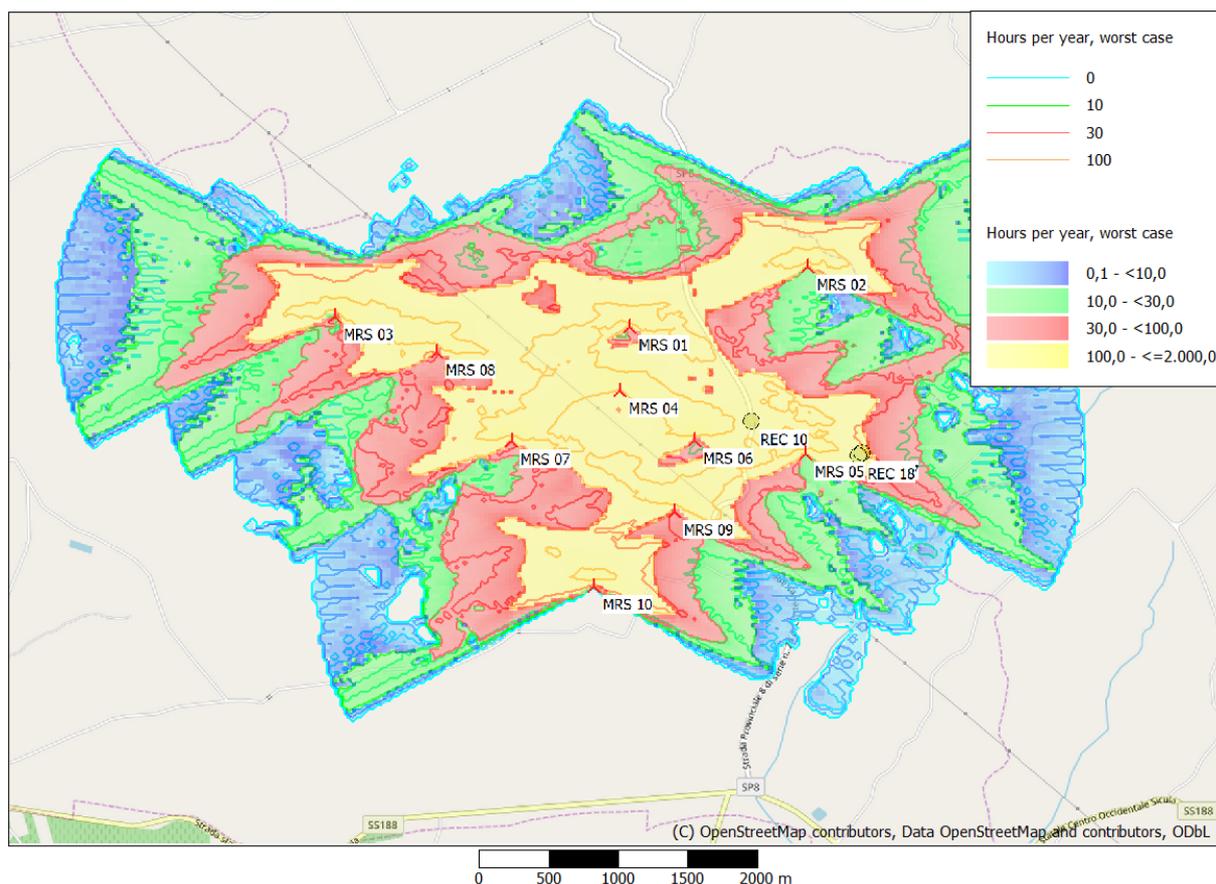


Figura 7 Rappresentazione grafica dell'ombreggiamento causato dalle turbine rispetto i ricettori nel "Worst Case"

Inoltre, per ogni ricettore vengono rappresentati graficamente, negli appositi diagrammi riportati nei paragrafi a seguire, gli intervalli di ombreggiamento durante le varie ore dell'anno (il cosiddetto "Calendar Graph"), dove vengono rappresentate le curve di alba e tramonto e il periodo in cui è possibile il verificarsi del fenomeno. Sull'asse delle ascisse sono riportati i giorni dell'anno e sull'asse delle ordinate l'ora del giorno (ora solare).

Inoltre, verrà riportato per ciascun ricettore la lista giornaliera dei singoli eventi di *shadow flickering* indotti da ogni turbina (il cosiddetto "Calendar Time"): per ciascun evento viene specificata l'ora solare di inizio, l'ora solare di fine, la durata complessiva e la copertura (temporale) percentuale del fenomeno dello *shadow flickering* al netto di eventuali ostacoli (orografici e/o di altro tipo).

6.1 Risultati del "CALENDAR GRAPHICAL" (Worst Case)

6.1.1 Effetto Shadow Flickering subito dai singoli Ricettori

**RELAZIONE SULL'ANALISI DELL'EVOLUZIONE
DELL'OMBRA INDOTTA DAGLI AEROGENERATORI
(EFFETTO "SHADOW FLICKERING")**

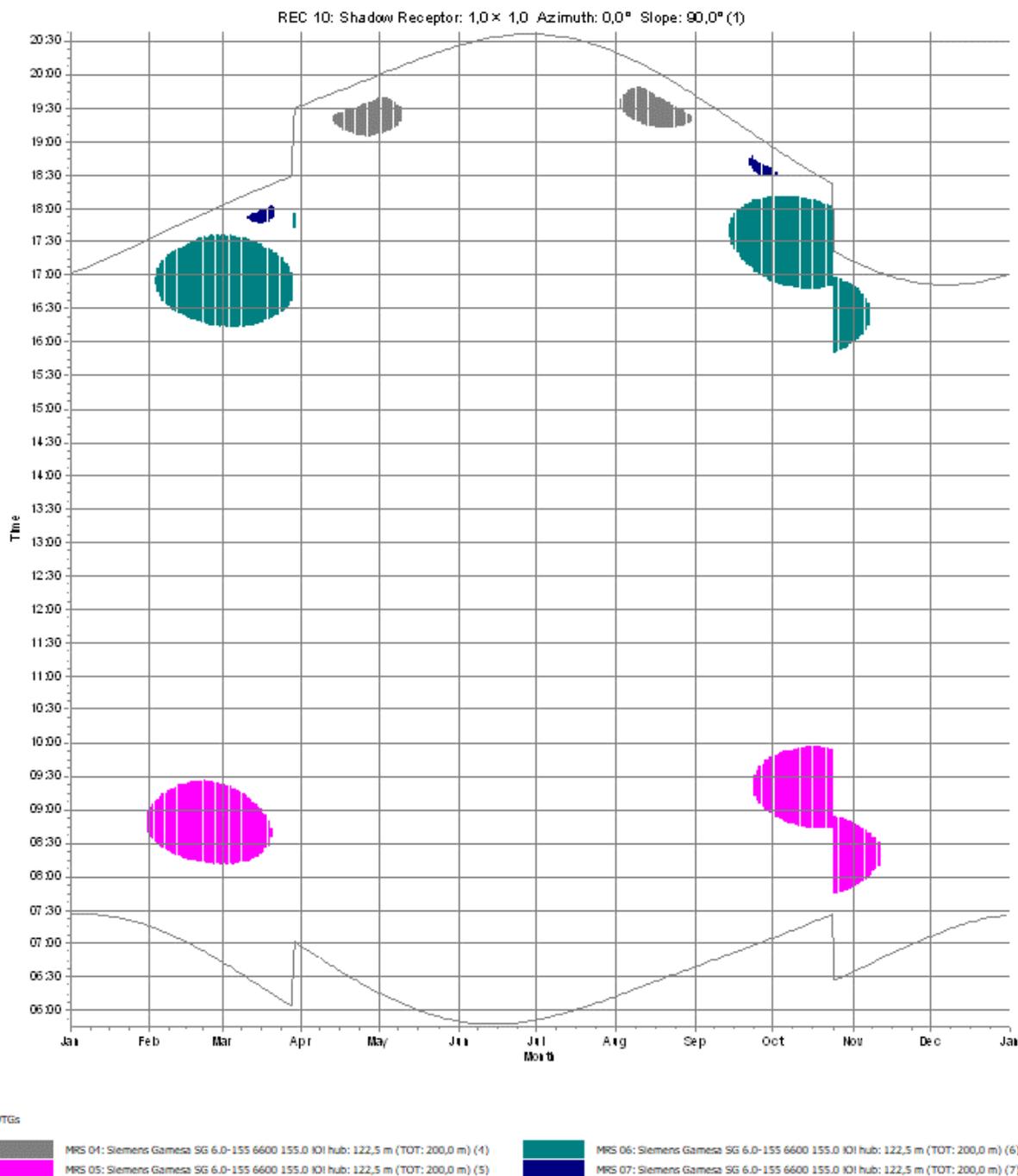


Figura 8 Diagramma grafico dei periodi dell'anno con indicazione dell'effetto shadow flickering subito dal ricettore REC-10.

**RELAZIONE SULL'ANALISI DELL'EVOLUZIONE
DELL'OMBRA INDOTTA DAGLI AEROGENERATORI
(EFFETTO "SHADOW FLICKERING")**

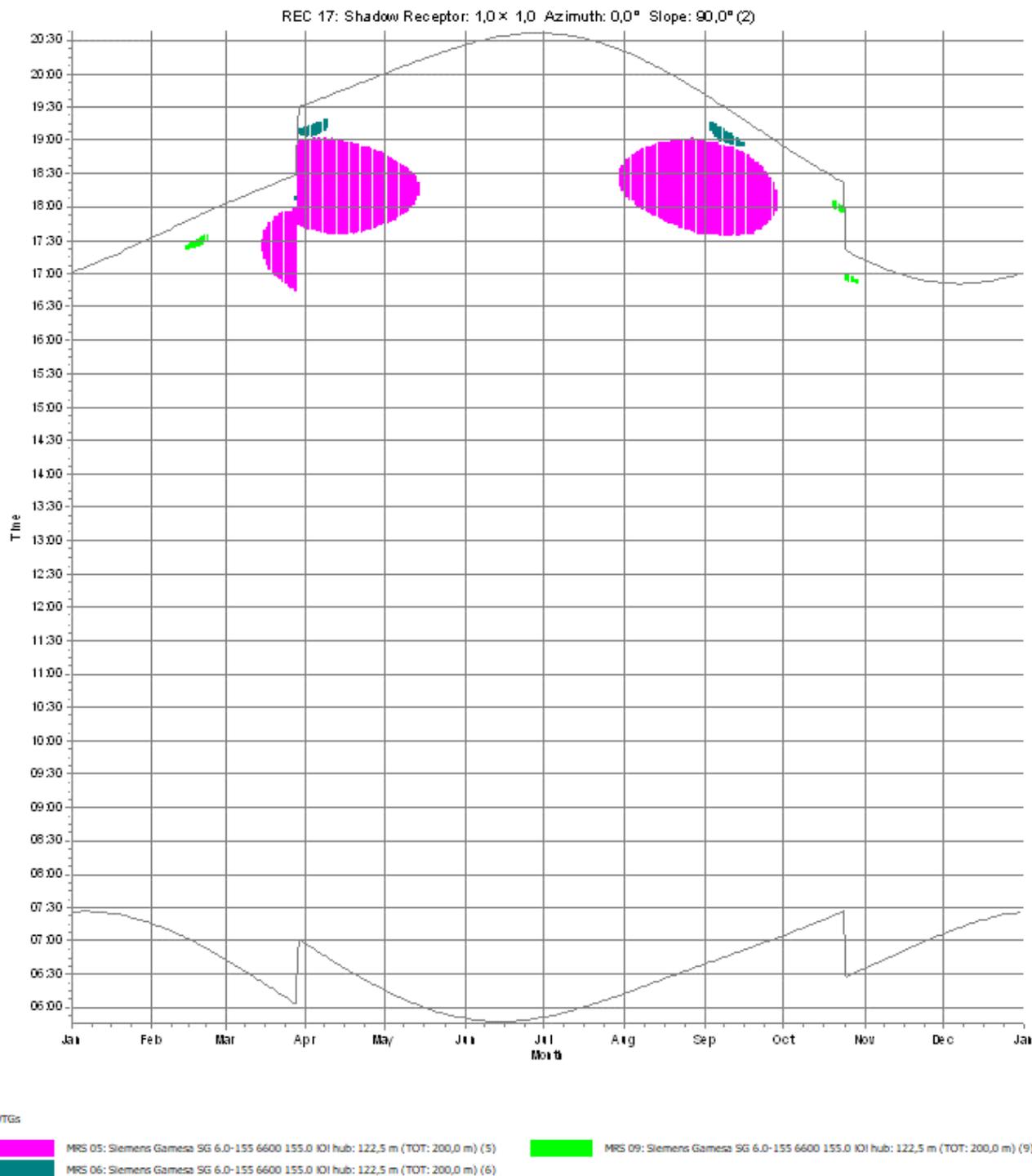


Figura 9 Diagramma grafico dei periodi dell'anno con indicazione dell'effetto shadow flickering subito dal ricettore REC-17.

**RELAZIONE SULL'ANALISI DELL'EVOLUZIONE
DELL'OMBRA INDOTTA DAGLI AEROGENERATORI
(EFFETTO "SHADOW FLICKERING")**

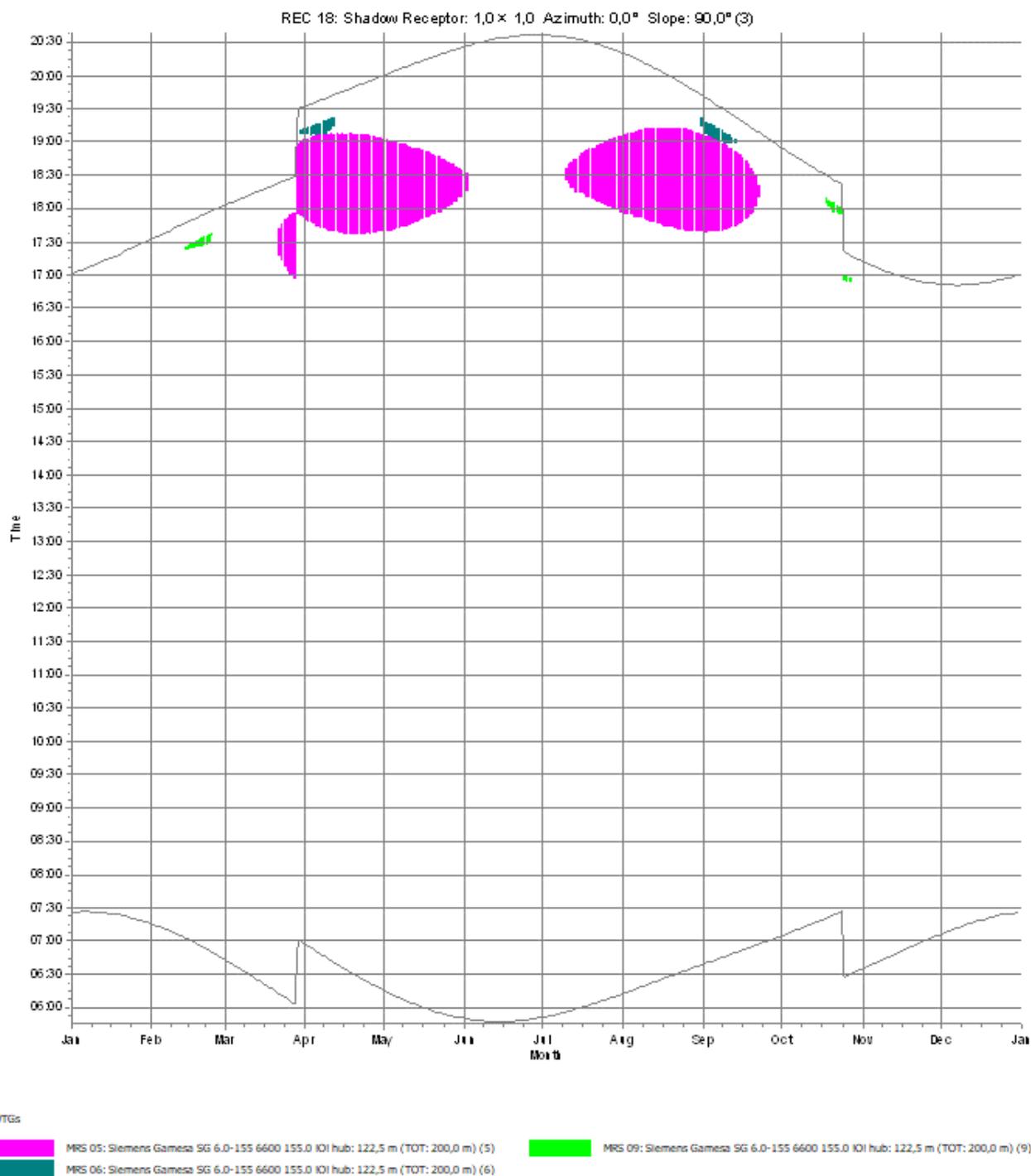
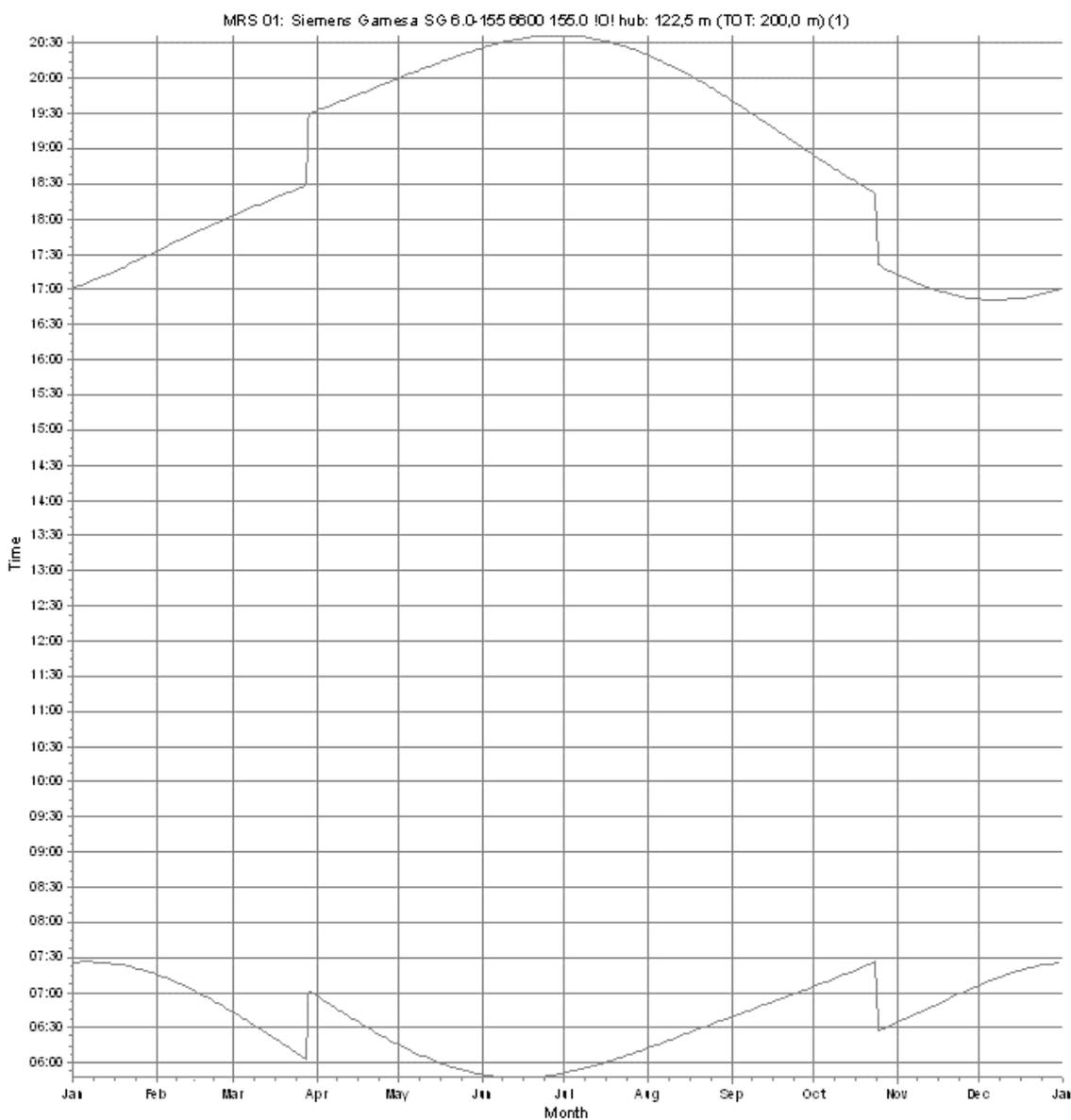


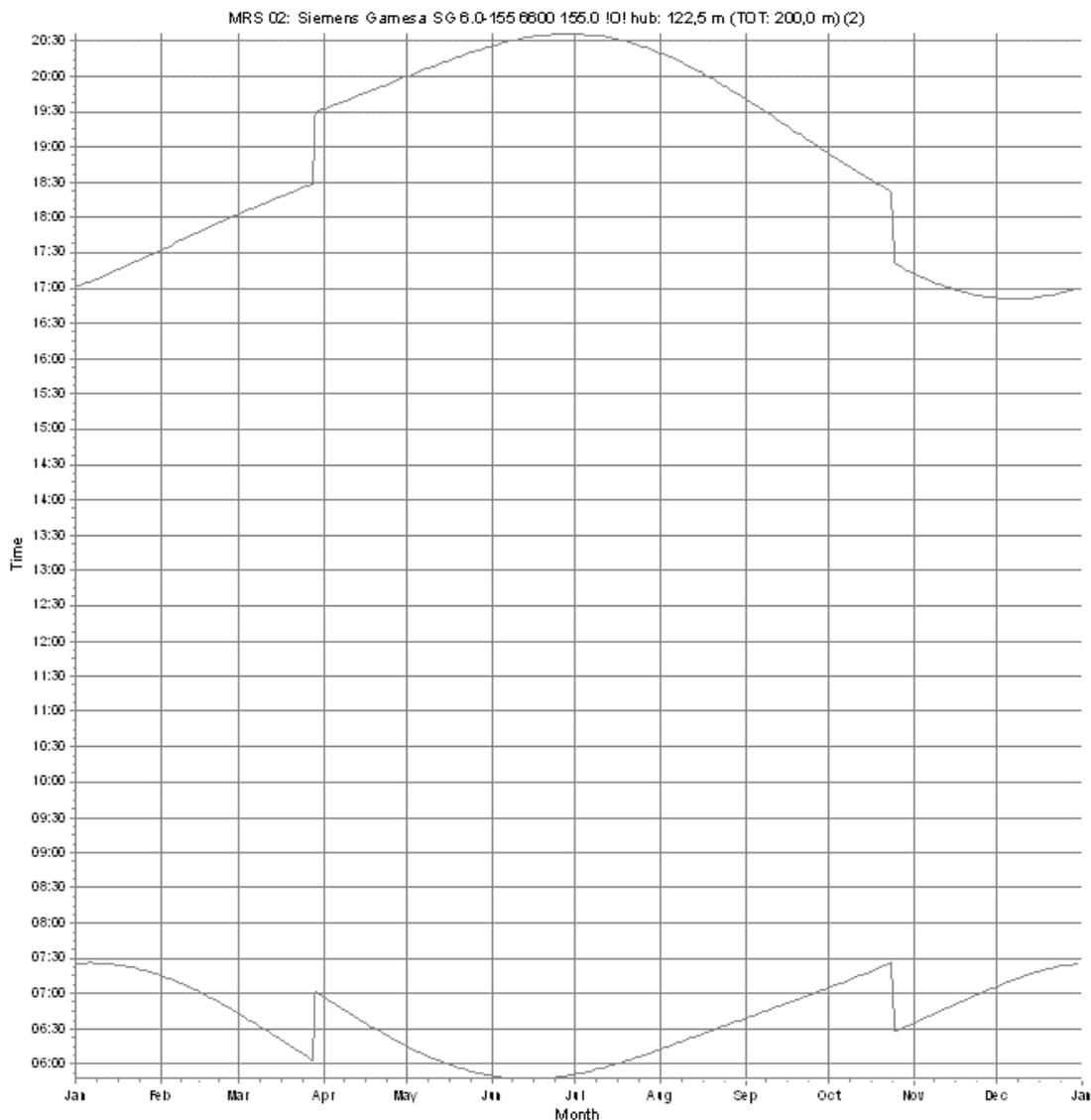
Figura 10 Diagramma grafico dei periodi dell'anno con indicazione dell'effetto shadow flickering subito dal ricettore REC-18.

6.1.2 Effetto shadow Flickering generato dai singoli Aerogeneratori



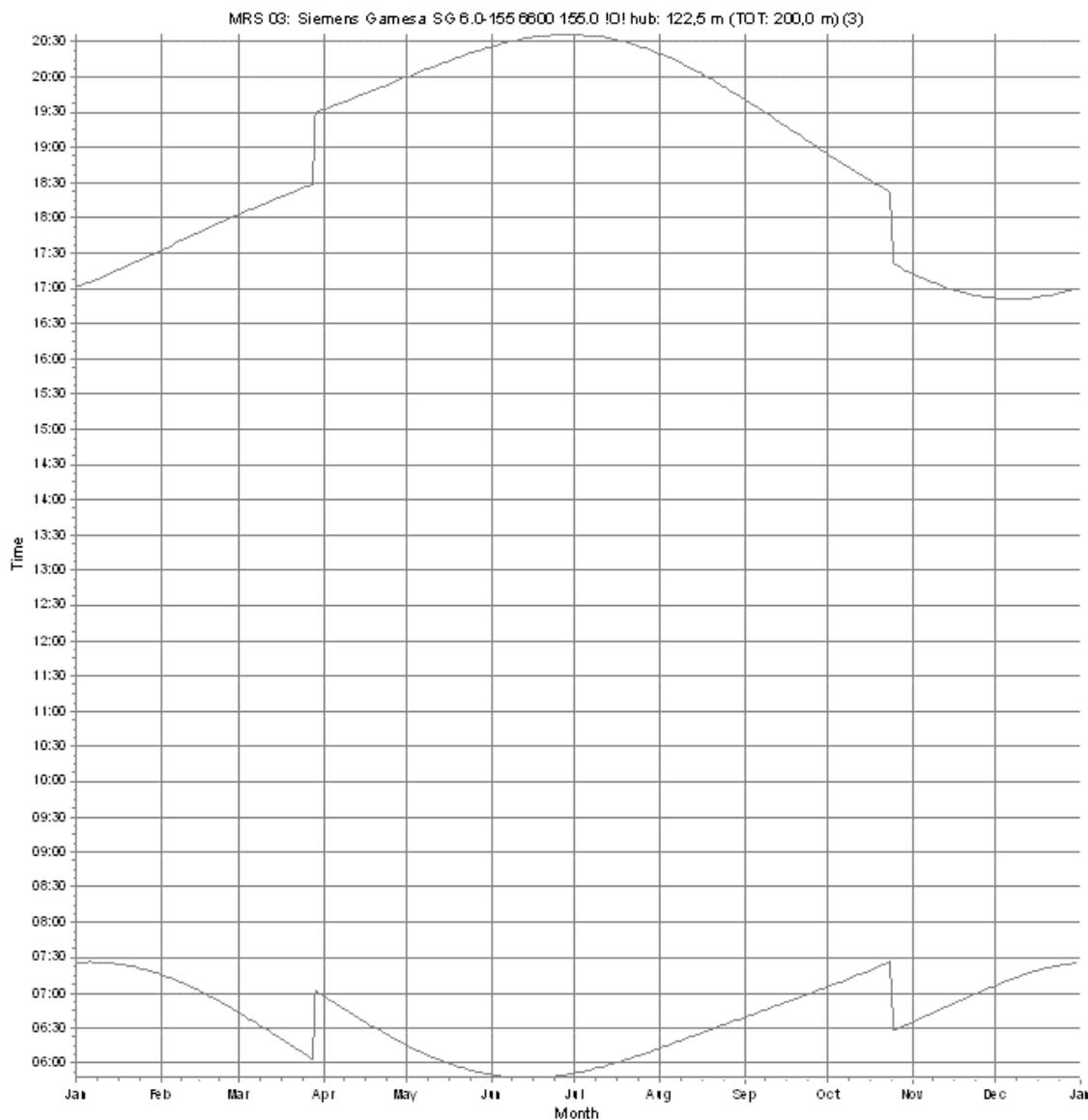
Shadow receptors

Figura 11 Diagramma grafico dei periodi dell'anno con indicazione dell'effetto **nullo** di shadow flickering dovuto alla turbina MRS-01.



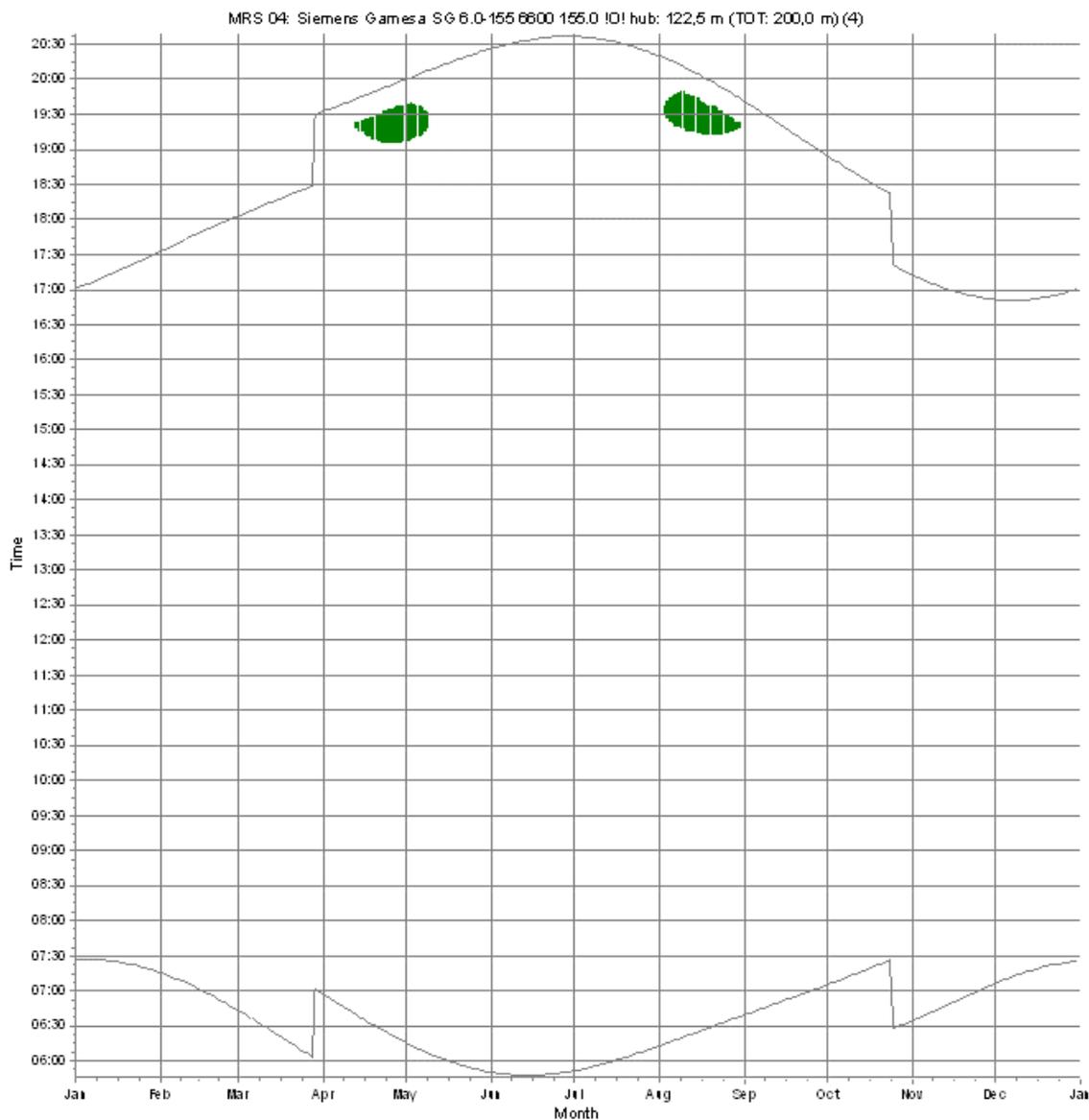
Shadow receptors

Figura 12 Diagramma grafico dei periodi dell'anno con indicazione dell'effetto **nullo** di shadow flickering dovuto alla turbina MRS-02.



Shadow receptors

Figura 13 Diagramma grafico dei periodi dell'anno con indicazione dell'effetto **nullo** di shadow flickering dovuto alla turbina MRS-03.

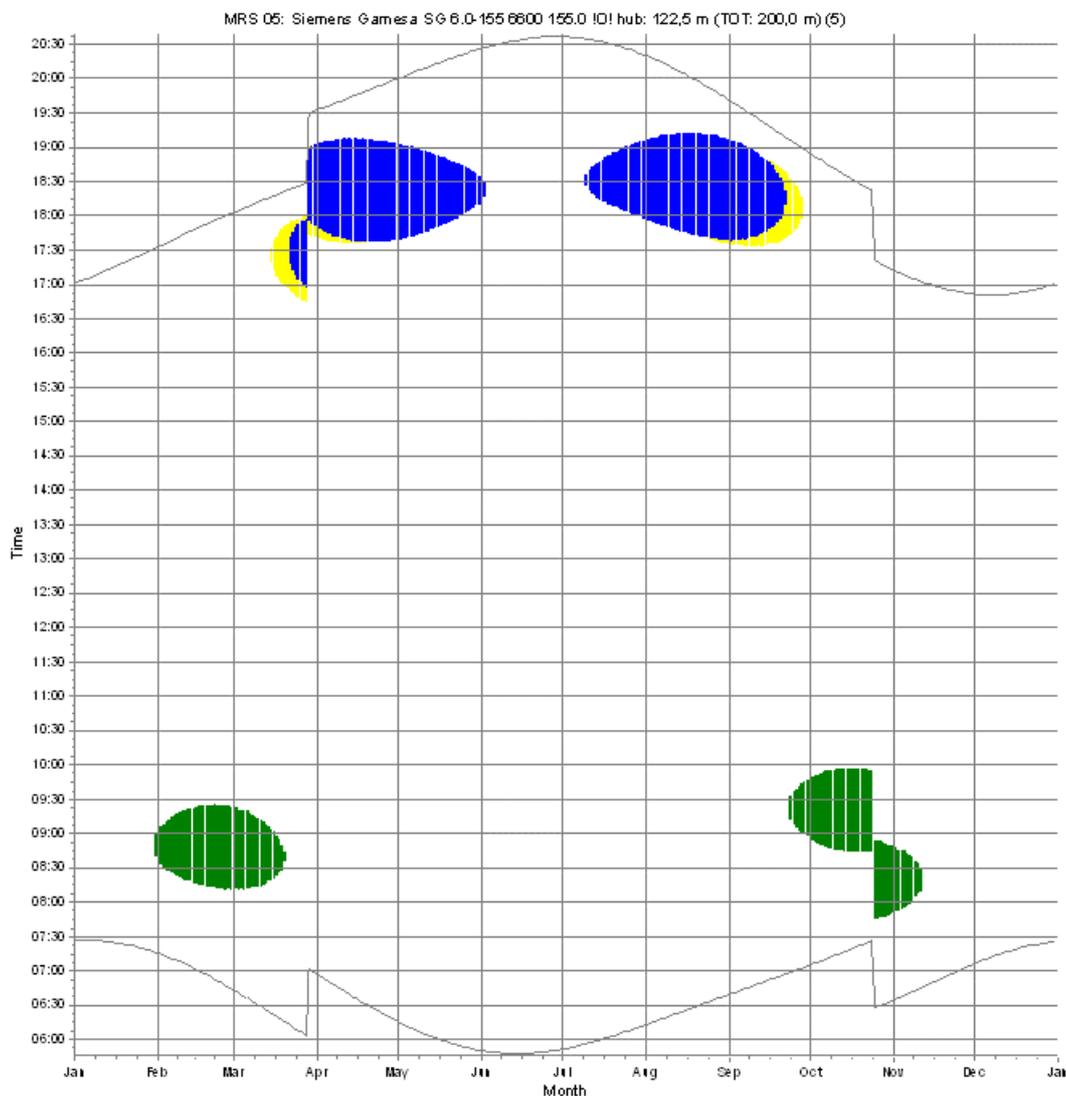


Shadow receptors

 REC 10: Shadow Receptor: 1,0 × 1,0 Azimuth: 0,0° Slope: 90,0° (1)

Figura 14 Diagramma grafico dei periodi dell'anno con indicazione dell'effetto shadow flickering dovuto alla turbina MRS-04.

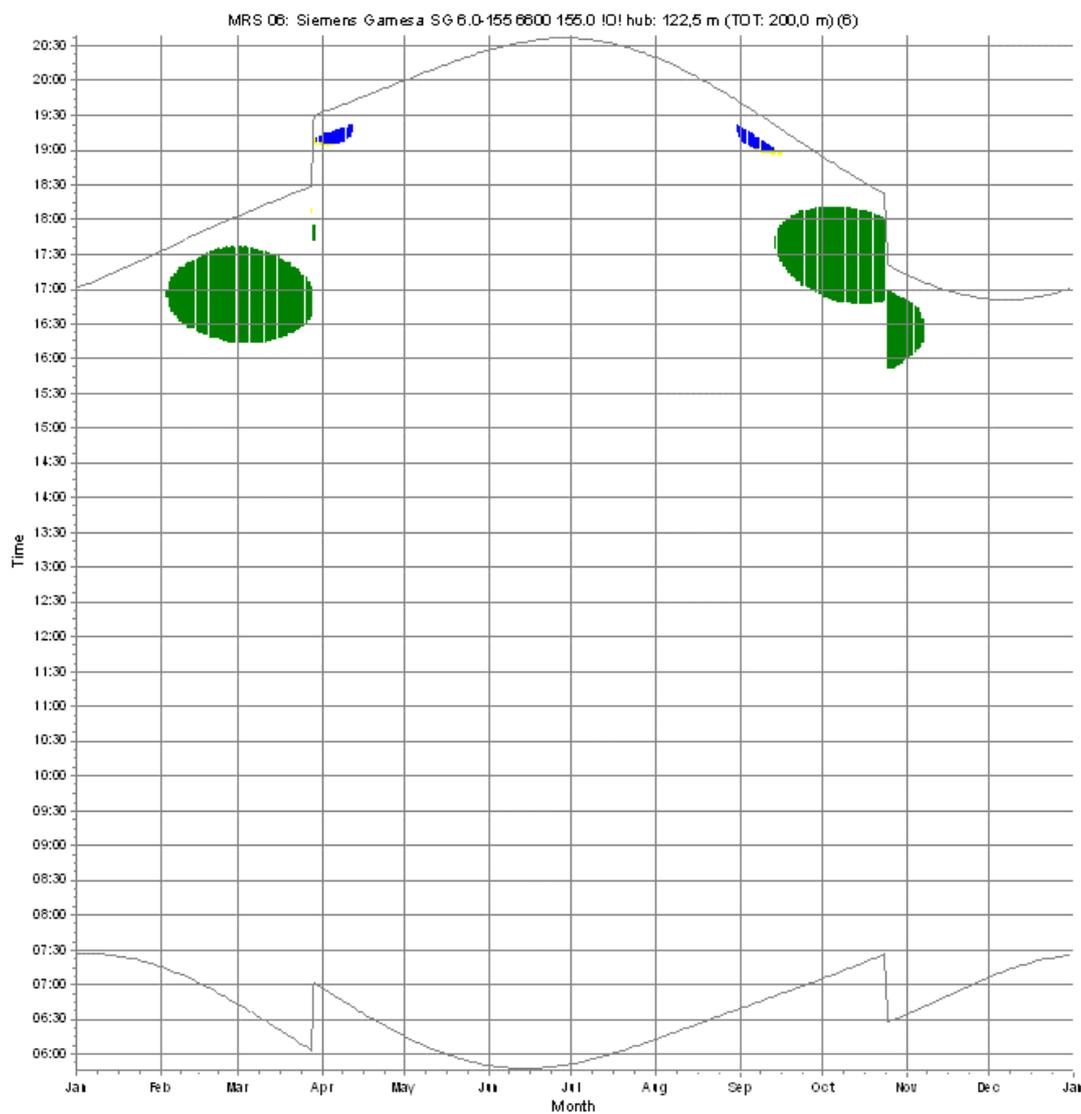
**RELAZIONE SULL'ANALISI DELL'EVOLUZIONE
DELL'OMBRA INDOTTA DAGLI AEROGENERATORI
(EFFETTO "SHADOW FLICKERING")**



Shadow receptors

- REC 10: Shadow Receptor: 1,0 × 1,0 Azimuth: 0,0° Slope: 90,0° (1)
- REC 17: Shadow Receptor: 1,0 × 1,0 Azimuth: 0,0° Slope: 90,0° (2)
- REC 18: Shadow Receptor: 1,0 × 1,0 Azimuth: 0,0° Slope: 90,0° (3)

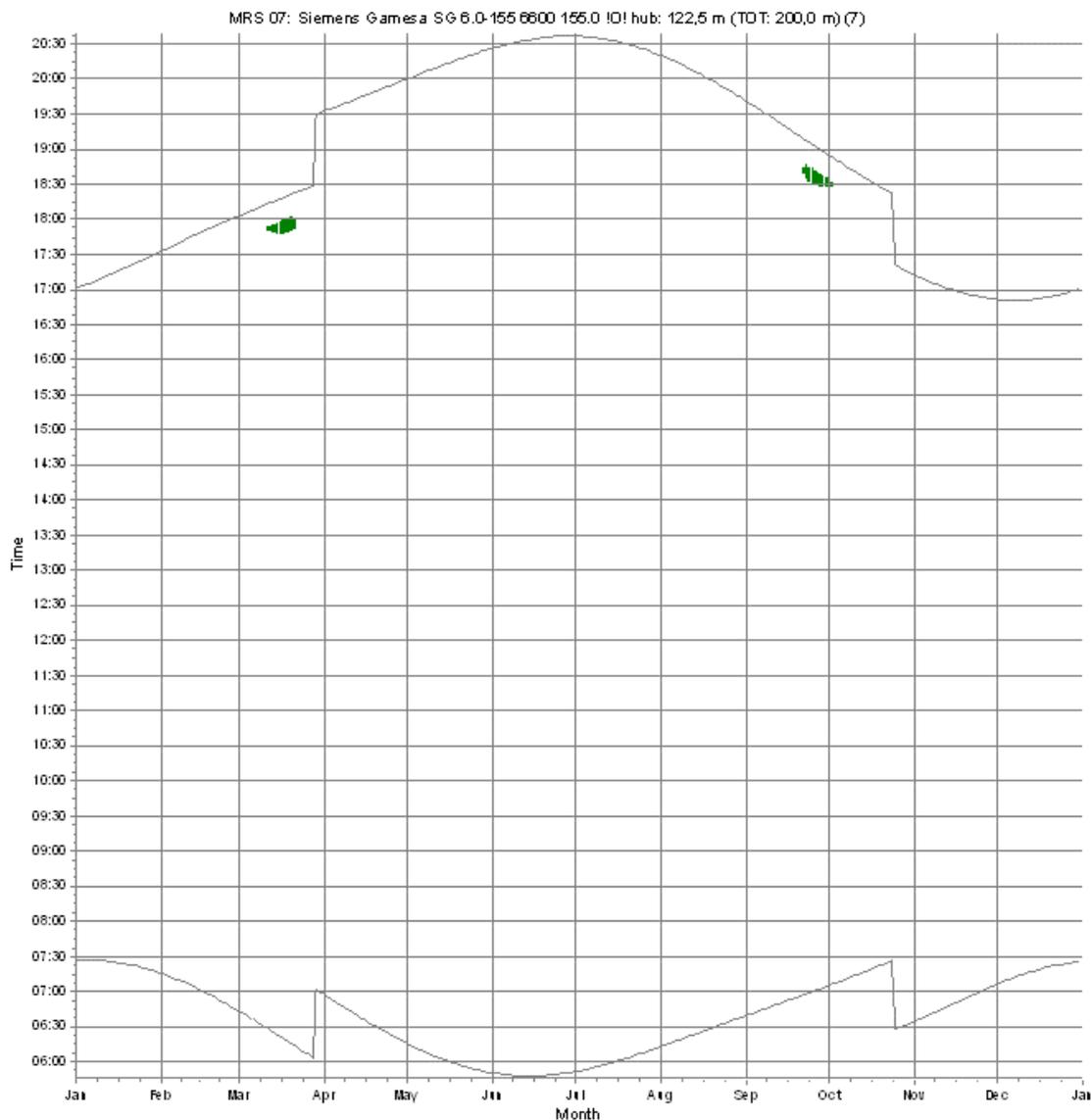
Figura 15 Diagramma grafico dei periodi dell'anno con indicazione dell'effetto shadow flickering dovuto alla turbina MRS-05.



Shadow receptors

- REC 10: Shadow Receptor: 1,0 × 1,0 Azimuth: 0,0° Slope: 90,0° (1)
- REC 17: Shadow Receptor: 1,0 × 1,0 Azimuth: 0,0° Slope: 90,0° (2)
- REC 18: Shadow Receptor: 1,0 × 1,0 Azimuth: 0,0° Slope: 90,0° (3)

Figura 16 Diagramma grafico dei periodi dell'anno con indicazione dell'effetto shadow flickering dovuto alla turbina MRS-06.



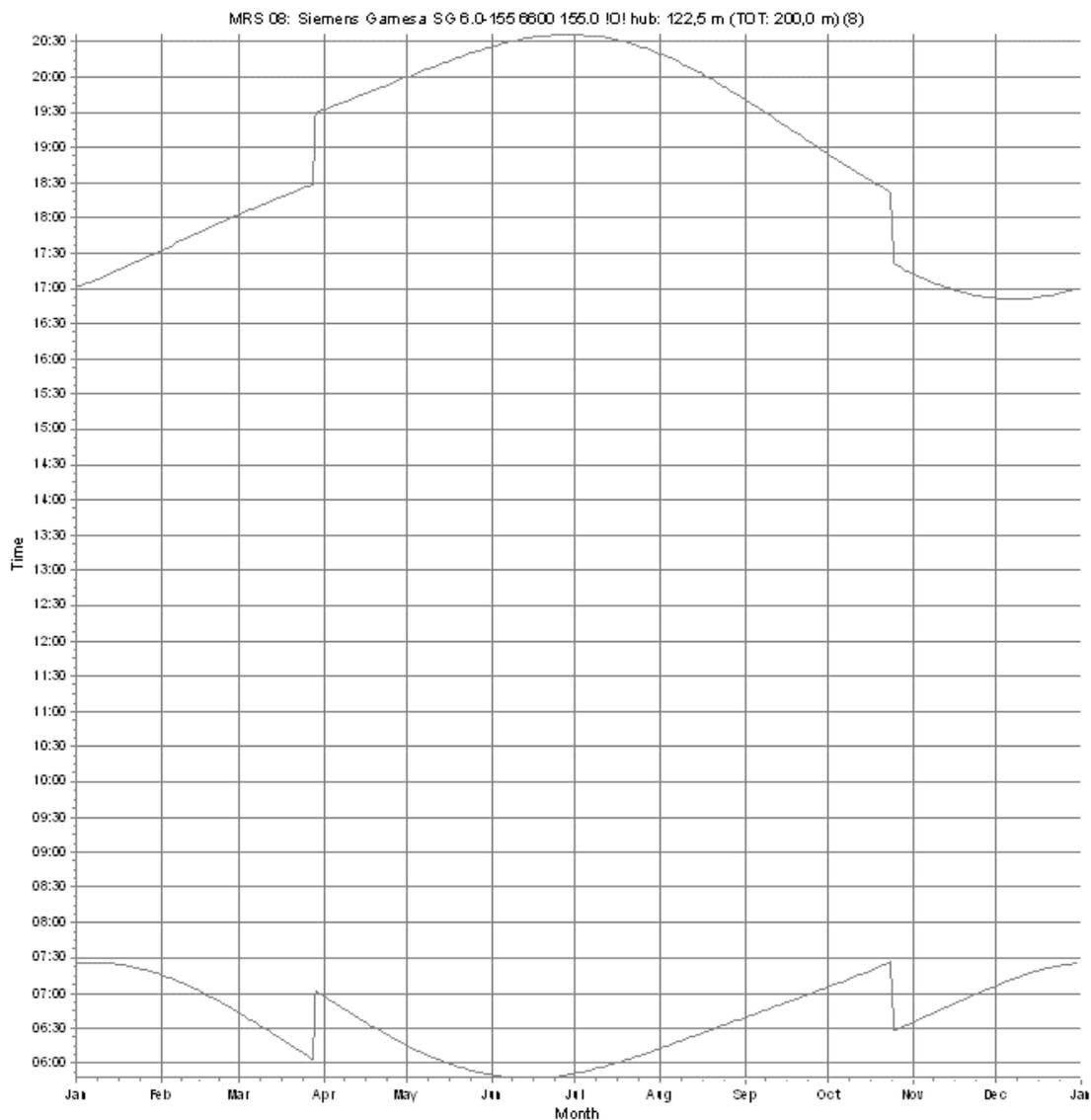
Shadow receptors



REC 10: Shadow Receptor: 1,0 × 1,0 Azimuth: 0,0° Slope: 90,0° (1)

Figura 17 Diagramma grafico dei periodi dell'anno con indicazione dell'effetto shadow flickering dovuto alla turbina MRS-07.

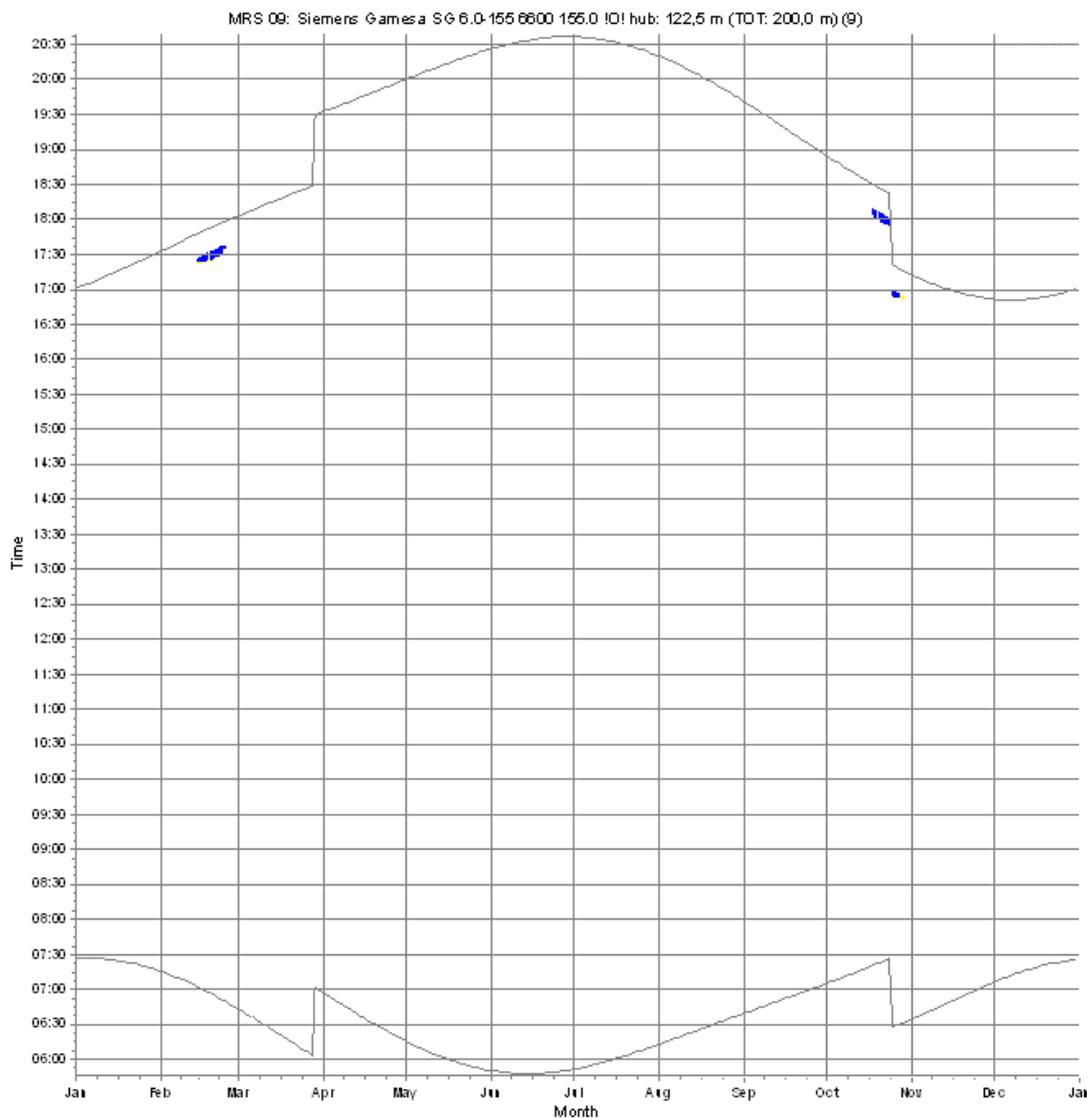
**RELAZIONE SULL'ANALISI DELL'EVOLUZIONE
DELL'OMBRA INDOTTA DAGLI AEROGENERATORI
(EFFETTO "SHADOW FLICKERING")**



Shadow receptors

Figura 18 Diagramma grafico dei periodi dell'anno con indicazione dell'effetto **nullo** di shadow flickering dovuto alla turbina MRS-08.

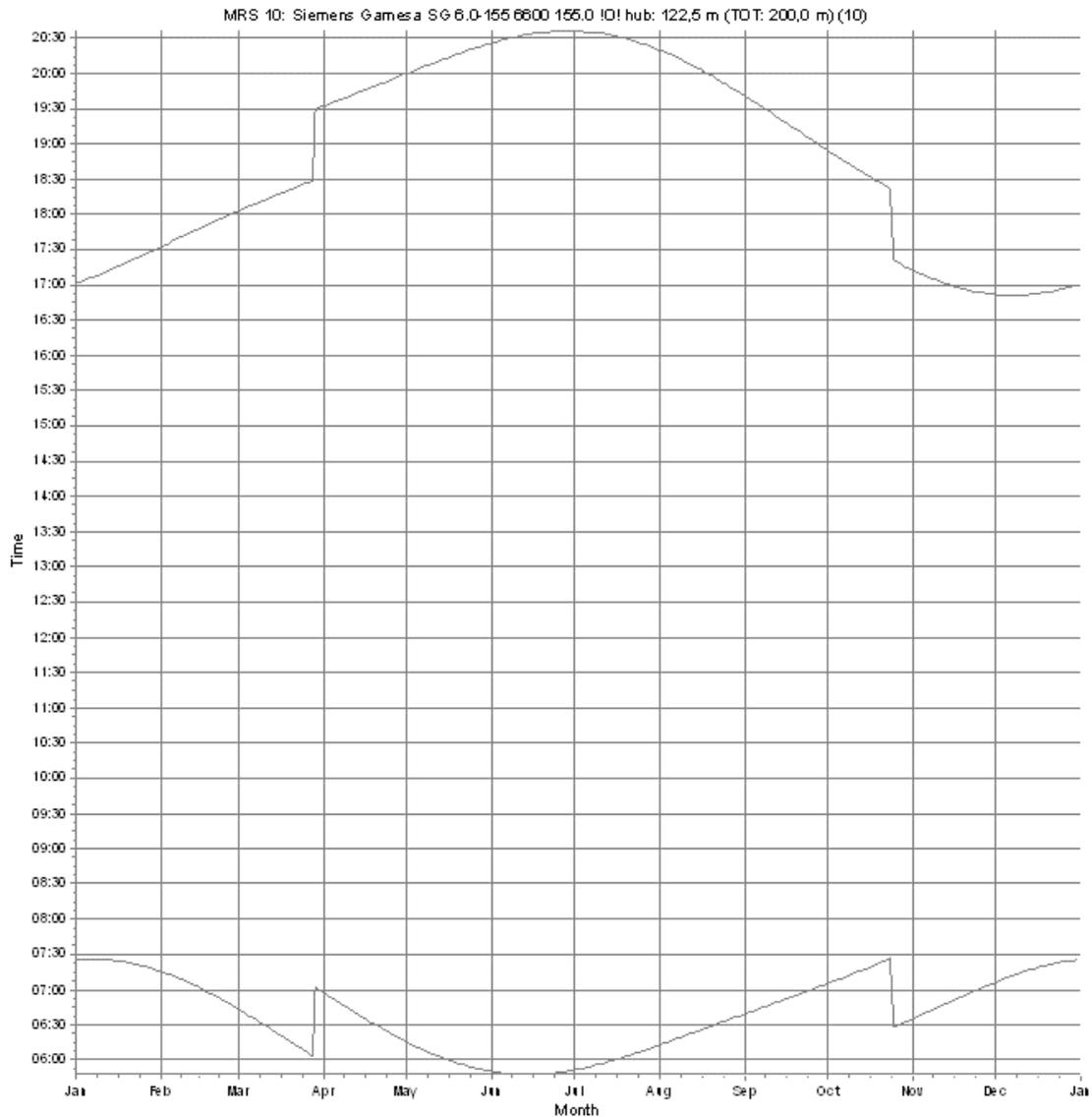
**RELAZIONE SULL'ANALISI DELL'EVOLUZIONE
DELL'OMBRA INDOTTA DAGLI AEROGENERATORI
(EFFETTO "SHADOW FLICKERING")**



Shadow receptors

- REC 17: Shadow Receptor: 1,0 × 1,0 Azimuth: 0,0° Slope: 90,0° (2)
- REC 18: Shadow Receptor: 1,0 × 1,0 Azimuth: 0,0° Slope: 90,0° (3)

Figura 19 Diagramma grafico dei periodi dell'anno con indicazione dell'effetto shadow flickering dovuto alla turbina MRS-09.



Shadow receptors

Figura 20 Diagramma grafico dei periodi dell'anno con indicazione dell'effetto **nullo** di shadow flickering dovuto alla turbina MRS-10.



PROGETTO DI UN IMPIANTO EOLICO E DELLE RELATIVE OPERE DI CONNESSIONE DA REALIZZARE IN AGRO DI MARSALA (TP) IN LOCALITA' C.DA MESSINELLO DI POTENZA COMPLESSIVA DI 56,00 MW DENOMINATO "MARSA-ALLAH"



11/2021

REV: 0

Pag.29

RELAZIONE SULL'ANALISI DELL'EVOLUZIONE DELL'OMBRA INDOTTA DAGLI AEROGENERATORI (EFFETTO "SHADOW FLICKERING")

6.2 Risultati del "CALENDAR TIME" (Worst Case)

6.2.1 Lista giornaliera dei singoli eventi di shadow flickering subito da ogni ricettore

Tabella 4 Lista giornaliera dei singoli eventi di shadow flickering subita dal ricettore REC-10

Shadow receptor: REC 10 - Shadow Receptor: 1,0 x 1,0 Azimuth: 0,0° Slope: 90,0° (1)

Assumptions for shadow calculations

The calculated times are "worst case" given by the following assumptions:
 The sun is shining all the day, from sunrise to sunset
 The rotor plane is always perpendicular to the line from the WTG to the sun
 The WTG is always operating

January	February	March	April	May	June	July	August	September	October	November	December
1 07:25	07:15	06:56	06:31	06:15	06:00	05:51	06:12	06:39	07:05	07:36	07:51
2 07:26	07:16	06:57	06:32	06:16	06:01	05:52	06:13	06:40	07:06	07:37	07:52
3 07:27	07:17	06:58	06:33	06:17	06:02	05:53	06:14	06:41	07:07	07:38	07:53
4 07:28	07:18	06:59	06:34	06:18	06:03	05:54	06:15	06:42	07:08	07:39	07:54
5 07:29	07:19	07:00	06:35	06:19	06:04	05:55	06:16	06:43	07:09	07:40	07:55
6 07:30	07:20	07:01	06:36	06:20	06:05	05:56	06:17	06:44	07:10	07:41	07:56
7 07:31	07:21	07:02	06:37	06:21	06:06	05:57	06:18	06:45	07:11	07:42	07:57
8 07:32	07:22	07:03	06:38	06:22	06:07	05:58	06:19	06:46	07:12	07:43	07:58
9 07:33	07:23	07:04	06:39	06:23	06:08	05:59	06:20	06:47	07:13	07:44	07:59
10 07:34	07:24	07:05	06:40	06:24	06:09	06:00	06:21	06:48	07:14	07:45	08:00
11 07:35	07:25	07:06	06:41	06:25	06:10	06:01	06:22	06:49	07:15	07:46	08:01
12 07:36	07:26	07:07	06:42	06:26	06:11	06:02	06:23	06:50	07:16	07:47	08:02
13 07:37	07:27	07:08	06:43	06:27	06:12	06:03	06:24	06:51	07:17	07:48	08:03
14 07:38	07:28	07:09	06:44	06:28	06:13	06:04	06:25	06:52	07:18	07:49	08:04
15 07:39	07:29	07:10	06:45	06:29	06:14	06:05	06:26	06:53	07:19	07:50	08:05
16 07:40	07:30	07:11	06:46	06:30	06:15	06:06	06:27	06:54	07:20	07:51	08:06
17 07:41	07:31	07:12	06:47	06:31	06:16	06:07	06:28	06:55	07:21	07:52	08:07
18 07:42	07:32	07:13	06:48	06:32	06:17	06:08	06:29	06:56	07:22	07:53	08:08
19 07:43	07:33	07:14	06:49	06:33	06:18	06:09	06:30	06:57	07:23	07:54	08:09
20 07:44	07:34	07:15	06:50	06:34	06:19	06:10	06:31	06:58	07:24	07:55	08:10
21 07:45	07:35	07:16	06:51	06:35	06:20	06:11	06:32	06:59	07:25	07:56	08:11
22 07:46	07:36	07:17	06:52	06:36	06:21	06:12	06:33	07:00	07:26	07:57	08:12
23 07:47	07:37	07:18	06:53	06:37	06:22	06:13	06:34	07:01	07:27	07:58	08:13
24 07:48	07:38	07:19	06:54	06:38	06:23	06:14	06:35	07:02	07:28	07:59	08:14
25 07:49	07:39	07:20	06:55	06:39	06:24	06:15	06:36	07:03	07:29	08:00	08:15
26 07:50	07:40	07:21	06:56	06:40	06:25	06:16	06:37	07:04	07:30	08:01	08:16
27 07:51	07:41	07:22	06:57	06:41	06:26	06:17	06:38	07:05	07:31	08:02	08:17
28 07:52	07:42	07:23	06:58	06:42	06:27	06:18	06:39	07:06	07:32	08:03	08:18
29 07:53	07:43	07:24	06:59	06:43	06:28	06:19	06:40	07:07	07:33	08:04	08:19
30 07:54	07:44	07:25	07:00	06:44	06:29	06:20	06:41	07:08	07:34	08:05	08:20
31 07:55	07:45	07:26	07:01	06:45	06:30	06:21	06:42	07:09	07:35	08:06	08:21
32 07:56	07:46	07:27	07:02	06:46	06:31	06:22	06:43	07:10	07:36	08:07	08:22
33 07:57	07:47	07:28	07:03	06:47	06:32	06:23	06:44	07:11	07:37	08:08	08:23
34 07:58	07:48	07:29	07:04	06:48	06:33	06:24	06:45	07:12	07:38	08:09	08:24
35 07:59	07:49	07:30	07:05	06:49	06:34	06:25	06:46	07:13	07:39	08:10	08:25
36 08:00	07:50	07:31	07:06	06:50	06:35	06:26	06:47	07:14	07:40	08:11	08:26
37 08:01	07:51	07:32	07:07	06:51	06:36	06:27	06:48	07:15	07:41	08:12	08:27
38 08:02	07:52	07:33	07:08	06:52	06:37	06:28	06:49	07:16	07:42	08:13	08:28
39 08:03	07:53	07:34	07:09	06:53	06:38	06:29	06:50	07:17	07:43	08:14	08:29
40 08:04	07:54	07:35	07:10	06:54	06:39	06:30	06:51	07:18	07:44	08:15	08:30
41 08:05	07:55	07:36	07:11	06:55	06:40	06:31	06:52	07:19	07:45	08:16	08:31
42 08:06	07:56	07:37	07:12	06:56	06:41	06:32	06:53	07:20	07:46	08:17	08:32
43 08:07	07:57	07:38	07:13	06:57	06:42	06:33	06:54	07:21	07:47	08:18	08:33
44 08:08	07:58	07:39	07:14	06:58	06:43	06:34	06:55	07:22	07:48	08:19	08:34
45 08:09	07:59	07:40	07:15	06:59	06:44	06:35	06:56	07:23	07:49	08:20	08:35
46 08:10	08:00	07:41	07:16	07:00	06:45	06:36	06:57	07:24	07:50	08:21	08:36
47 08:11	08:01	07:42	07:17	07:01	06:46	06:37	06:58	07:25	07:51	08:22	08:37
48 08:12	08:02	07:43	07:18	07:02	06:47	06:38	06:59	07:26	07:52	08:23	08:38
49 08:13	08:03	07:44	07:19	07:03	06:48	06:39	07:00	07:27	07:53	08:24	08:39
50 08:14	08:04	07:45	07:20	07:04	06:49	06:40	07:01	07:28	07:54	08:25	08:40
51 08:15	08:05	07:46	07:21	07:05	06:50	06:41	07:02	07:29	07:55	08:26	08:41
52 08:16	08:06	07:47	07:22	07:06	06:51	06:42	07:03	07:30	07:56	08:27	08:42
53 08:17	08:07	07:48	07:23	07:07	06:52	06:43	07:04	07:31	07:57	08:28	08:43
54 08:18	08:08	07:49	07:24	07:08	06:53	06:44	07:05	07:32	07:58	08:29	08:44
55 08:19	08:09	07:50	07:25	07:09	06:54	06:45	07:06	07:33	07:59	08:30	08:45
56 08:20	08:10	07:51	07:26	07:10	06:55	06:46	07:07	07:34	08:00	08:31	08:46
57 08:21	08:11	07:52	07:27	07:11	06:56	06:47	07:08	07:35	08:01	08:32	08:47
58 08:22	08:12	07:53	07:28	07:12	06:57	06:48	07:09	07:36	08:02	08:33	08:48
59 08:23	08:13	07:54	07:29	07:13	06:58	06:49	07:10	07:37	08:03	08:34	08:49
60 08:24	08:14	07:55	07:30	07:14	06:59	06:50	07:11	07:38	08:04	08:35	08:50
61 08:25	08:15	07:56	07:31	07:15	07:00	06:51	07:12	07:39	08:05	08:36	08:51
62 08:26	08:16	07:57	07:32	07:16	07:01	06:52	07:13	07:40	08:06	08:37	08:52
63 08:27	08:17	07:58	07:33	07:17	07:02	06:53	07:14	07:41	08:07	08:38	08:53
64 08:28	08:18	07:59	07:34	07:18	07:03	06:54	07:15	07:42	08:08	08:39	08:54
65 08:29	08:19	08:00	07:35	07:19	07:04	06:55	07:16	07:43	08:09	08:40	08:55
66 08:30	08:20	08:01	07:36	07:20	07:05	06:56	07:17	07:44	08:10	08:41	08:56
67 08:31	08:21	08:02	07:37	07:21	07:06	06:57	07:18	07:45	08:11	08:42	08:57
68 08:32	08:22	08:03	07:38	07:22	07:07	06:58	07:19	07:46	08:12	08:43	08:58
69 08:33	08:23	08:04	07:39	07:23	07:08	06:59	07:20	07:47	08:13	08:44	08:59
70 08:34	08:24	08:05	07:40	07:24	07:09	07:00	07:21	07:48	08:14	08:45	09:00
71 08:35	08:25	08:06	07:41	07:25	07:10	07:01	07:22	07:49	08:15	08:46	09:01
72 08:36	08:26	08:07	07:42	07:26	07:11	07:02	07:23	07:50	08:16	08:47	09:02
73 08:37	08:27	08:08	07:43	07:27	07:12	07:03	07:24	07:51	08:17	08:48	09:03
74 08:38	08:28	08:09	07:44	07:28	07:13	07:04	07:25	07:52	08:18	08:49	09:04
75 08:39	08:29	08:10	07:45	07:29	07:14	07:05	07:26	07:53	08:19	08:50	09:05
76 08:40	08:30	08:11	07:46	07:30	07:15	07:06	07:27	07:54	08:20	08:51	09:06
77 08:41	08:31	08:12	07:47	07:31	07:16	07:07	07:28	07:55	08:21	08:52	09:07
78 08:42	08:32	08:13	07:48	07:32	07:17	07:08	07:29	07:56	08:22	08:53	09:08
79 08:43	08:33	08:14	07:49	07:33	07:18	07:09	07:30	07:57	08:23	08:54	09:09
80 08:44	08:34	08:15	07:50	07:34	07:19	07:10	07:31	07:58	08:24	08:55	09:10
81 08:45	08:35	08:16	07:51	07:35	07:20	07:11	07:32	07:59	08:25	08:56	09:11
82 08:46	08:36	08:17	07:52	07:36	07:21	07:12	07:33	08:00	08:26	08:57	09:12
83 08:47	08:37	08:18	07:53	07:37	07:22	07:13	07:34	08:01	08:27	08:58	09:13
84 08:48	08:38	08:19	07:54	07:38	07:23	07:14	07:35	08:02	08:28	08:59	09:14
85 08:49	08:39	08:20	07:55	07:39	07:24	07:15	07:36	08:03	08:29	09:00	09:15
86 08:50	08:40	08:21	07:56	07:40	07:25	07:16	07:37	08:04	08:30	09:01	09:16
87 08:51	08:41	08:22	07:57	07:41	07:26	07:17	07:38	08:05	08:31	09:02	09:17
88 08:52	08:42	08:23	07:58	07:42	07:27	07:18	07:39	08:06	08:32	09:03	09:18
89 08:53	08:43	08:24	07:59	07:43	07:28	07:19	07:40	08:07	08:33	09:04	09:19
90 08:54	08:44	08:25	08:00	07:44	07:29	07:20	07:41	08:08			



PROGETTO DI UN IMPIANTO EOLICO E DELLE RELATIVE OPERE DI CONNESSIONE DA REALIZZARE IN AGRO DI MARSALA (TP) IN LOCALITA' C.DA MESSINELLO DI POTENZA COMPLESSIVA DI 56,00 MW DENOMINATO "MARSA-ALLAH"



RELAZIONE SULL'ANALISI DELL'EVOLUZIONE DELL'OMBRA INDOTTA DAGLI AEROGENERATORI (EFFETTO "SHADOW FLICKERING")

11/2021

REV: 0

Pag.30

Tabella 5 Lista giornaliera dei singoli eventi di shadow flickering subita dal ricettore REC-17

Shadow receptor: REC 17 - Shadow Receptor: 1,0 x 1,0 Azimuth: 0,0° Slope: 90,0° (2)
Assumptions for shadow calculations

The calculated times are "worst case" given by the following assumptions:
 The sun is shining all the day, from sunrise to sunset
 The rotor plane is always perpendicular to the line from the WTG to the sun
 The WTG is always operating

January	February	March	April	May	June	July	August	September	October	November	December
1	07:25	07:15	06:43	06:51	17:41	17:46	06:12	18:12	17:36	06:24	07:06
2	17:32	17:32	18:02	19:11	18:47	18:47	20:20	18:40	18:59	17:12	16:51
3	17:32	17:32	18:02	19:11	18:47	18:47	20:20	18:40	18:59	17:12	16:51
4	17:32	17:32	18:02	19:11	18:47	18:47	20:20	18:40	18:59	17:12	16:51
5	17:32	17:32	18:02	19:11	18:47	18:47	20:20	18:40	18:59	17:12	16:51
6	17:32	17:32	18:02	19:11	18:47	18:47	20:20	18:40	18:59	17:12	16:51
7	17:32	17:32	18:02	19:11	18:47	18:47	20:20	18:40	18:59	17:12	16:51
8	17:32	17:32	18:02	19:11	18:47	18:47	20:20	18:40	18:59	17:12	16:51
9	17:32	17:32	18:02	19:11	18:47	18:47	20:20	18:40	18:59	17:12	16:51
10	17:32	17:32	18:02	19:11	18:47	18:47	20:20	18:40	18:59	17:12	16:51
11	17:32	17:32	18:02	19:11	18:47	18:47	20:20	18:40	18:59	17:12	16:51
12	17:32	17:32	18:02	19:11	18:47	18:47	20:20	18:40	18:59	17:12	16:51
13	17:32	17:32	18:02	19:11	18:47	18:47	20:20	18:40	18:59	17:12	16:51
14	17:32	17:32	18:02	19:11	18:47	18:47	20:20	18:40	18:59	17:12	16:51
15	17:32	17:32	18:02	19:11	18:47	18:47	20:20	18:40	18:59	17:12	16:51
16	17:32	17:32	18:02	19:11	18:47	18:47	20:20	18:40	18:59	17:12	16:51
17	17:32	17:32	18:02	19:11	18:47	18:47	20:20	18:40	18:59	17:12	16:51
18	17:32	17:32	18:02	19:11	18:47	18:47	20:20	18:40	18:59	17:12	16:51
19	17:32	17:32	18:02	19:11	18:47	18:47	20:20	18:40	18:59	17:12	16:51
20	17:32	17:32	18:02	19:11	18:47	18:47	20:20	18:40	18:59	17:12	16:51
21	17:32	17:32	18:02	19:11	18:47	18:47	20:20	18:40	18:59	17:12	16:51
22	17:32	17:32	18:02	19:11	18:47	18:47	20:20	18:40	18:59	17:12	16:51
23	17:32	17:32	18:02	19:11	18:47	18:47	20:20	18:40	18:59	17:12	16:51
24	17:32	17:32	18:02	19:11	18:47	18:47	20:20	18:40	18:59	17:12	16:51
25	17:32	17:32	18:02	19:11	18:47	18:47	20:20	18:40	18:59	17:12	16:51
26	17:32	17:32	18:02	19:11	18:47	18:47	20:20	18:40	18:59	17:12	16:51
27	17:32	17:32	18:02	19:11	18:47	18:47	20:20	18:40	18:59	17:12	16:51
28	17:32	17:32	18:02	19:11	18:47	18:47	20:20	18:40	18:59	17:12	16:51
29	17:32	17:32	18:02	19:11	18:47	18:47	20:20	18:40	18:59	17:12	16:51
30	17:32	17:32	18:02	19:11	18:47	18:47	20:20	18:40	18:59	17:12	16:51
31	17:32	17:32	18:02	19:11	18:47	18:47	20:20	18:40	18:59	17:12	16:51
32	17:32	17:32	18:02	19:11	18:47	18:47	20:20	18:40	18:59	17:12	16:51
33	17:32	17:32	18:02	19:11	18:47	18:47	20:20	18:40	18:59	17:12	16:51
34	17:32	17:32	18:02	19:11	18:47	18:47	20:20	18:40	18:59	17:12	16:51
35	17:32	17:32	18:02	19:11	18:47	18:47	20:20	18:40	18:59	17:12	16:51
36	17:32	17:32	18:02	19:11	18:47	18:47	20:20	18:40	18:59	17:12	16:51
37	17:32	17:32	18:02	19:11	18:47	18:47	20:20	18:40	18:59	17:12	16:51
38	17:32	17:32	18:02	19:11	18:47	18:47	20:20	18:40	18:59	17:12	16:51
39	17:32	17:32	18:02	19:11	18:47	18:47	20:20	18:40	18:59	17:12	16:51
40	17:32	17:32	18:02	19:11	18:47	18:47	20:20	18:40	18:59	17:12	16:51
41	17:32	17:32	18:02	19:11	18:47	18:47	20:20	18:40	18:59	17:12	16:51
42	17:32	17:32	18:02	19:11	18:47	18:47	20:20	18:40	18:59	17:12	16:51
43	17:32	17:32	18:02	19:11	18:47	18:47	20:20	18:40	18:59	17:12	16:51
44	17:32	17:32	18:02	19:11	18:47	18:47	20:20	18:40	18:59	17:12	16:51
45	17:32	17:32	18:02	19:11	18:47	18:47	20:20	18:40	18:59	17:12	16:51
46	17:32	17:32	18:02	19:11	18:47	18:47	20:20	18:40	18:59	17:12	16:51
47	17:32	17:32	18:02	19:11	18:47	18:47	20:20	18:40	18:59	17:12	16:51
48	17:32	17:32	18:02	19:11	18:47	18:47	20:20	18:40	18:59	17:12	16:51
49	17:32	17:32	18:02	19:11	18:47	18:47	20:20	18:40	18:59	17:12	16:51
50	17:32	17:32	18:02	19:11	18:47	18:47	20:20	18:40	18:59	17:12	16:51
51	17:32	17:32	18:02	19:11	18:47	18:47	20:20	18:40	18:59	17:12	16:51
52	17:32	17:32	18:02	19:11	18:47	18:47	20:20	18:40	18:59	17:12	16:51
53	17:32	17:32	18:02	19:11	18:47	18:47	20:20	18:40	18:59	17:12	16:51
54	17:32	17:32	18:02	19:11	18:47	18:47	20:20	18:40	18:59	17:12	16:51
55	17:32	17:32	18:02	19:11	18:47	18:47	20:20	18:40	18:59	17:12	16:51
56	17:32	17:32	18:02	19:11	18:47	18:47	20:20	18:40	18:59	17:12	16:51
57	17:32	17:32	18:02	19:11	18:47	18:47	20:20	18:40	18:59	17:12	16:51
58	17:32	17:32	18:02	19:11	18:47	18:47	20:20	18:40	18:59	17:12	16:51
59	17:32	17:32	18:02	19:11	18:47	18:47	20:20	18:40	18:59	17:12	16:51
60	17:32	17:32	18:02	19:11	18:47	18:47	20:20	18:40	18:59	17:12	16:51
61	17:32	17:32	18:02	19:11	18:47	18:47	20:20	18:40	18:59	17:12	16:51
62	17:32	17:32	18:02	19:11	18:47	18:47	20:20	18:40	18:59	17:12	16:51
63	17:32	17:32	18:02	19:11	18:47	18:47	20:20	18:40	18:59	17:12	16:51
64	17:32	17:32	18:02	19:11	18:47	18:47	20:20	18:40	18:59	17:12	16:51
65	17:32	17:32	18:02	19:11	18:47	18:47	20:20	18:40	18:59	17:12	16:51
66	17:32	17:32	18:02	19:11	18:47	18:47	20:20	18:40	18:59	17:12	16:51
67	17:32	17:32	18:02	19:11	18:47	18:47	20:20	18:40	18:59	17:12	16:51
68	17:32	17:32	18:02	19:11	18:47	18:47	20:20	18:40	18:59	17:12	16:51
69	17:32	17:32	18:02	19:11	18:47	18:47	20:20	18:40	18:59	17:12	16:51
70	17:32	17:32	18:02	19:11	18:47	18:47	20:20	18:40	18:59	17:12	16:51
71	17:32	17:32	18:02	19:11	18:47	18:47	20:20	18:40	18:59	17:12	16:51
72	17:32	17:32	18:02	19:11	18:47	18:47	20:20	18:40	18:59	17:12	16:51
73	17:32	17:32	18:02	19:11	18:47	18:47	20:20	18:40	18:59	17:12	16:51
74	17:32	17:32	18:02	19:11	18:47	18:47	20:20	18:40	18:59	17:12	16:51
75	17:32	17:32	18:02	19:11	18:47	18:47	20:20	18:40	18:59	17:12	16:51
76	17:32	17:32	18:02	19:11	18:47	18:47	20:20	18:40	18:59	17:12	16:51
77	17:32	17:32	18:02	19:11	18:47	18:47	20:20	18:40	18:59	17:12	16:51
78	17:32	17:32	18:02	19:11	18:47	18:47	20:20	18:40	18:59	17:12	16:51
79	17:32	17:32	18:02	19:11	18:47	18:47	20:20	18:40	18:59	17:12	16:51
80	17:32	17:32	18:02	19:11	18:47	18:47	20:20	18:40	18:59	17:12	16:51
81	17:32	17:32	18:02	19:11	18:47	18:47	20:20	18:40	18:59	17:12	16:51
82	17:32	17:32	18:02	19:11	18:47	18:47	20:20	18:40	18:59	17:12	16:51
83	17:32	17:32	18:02	19:11	18:47	18:47	20:20	18:40	18:59	17:12	16:51
84	17:32	17:32	18:02	19:11	18:47	18:47	20:20	18:40	18:59	17:12	16:51
85	17:32	17:32	18:02	19:11	18:47	18:47	20:20	18:40	18:59	17:12	16:51
86	17:32	17:32	18:02	19:11	18:47	18:47	20:20	18:40	18:59	17:12	16:51
87	17:32	17:32	18:02	19:11	18:47	18:47	20:20	18:40	18:59	17:12	16:51
88	17:32	17:32	18:02	19:11	18:47	18:47	20:20	18:40	18:59	17:12	16:51
89	17:32	17:32	18:02	19:11	18:47	18:47	20:20	18:40	18:59	17:12	16:51
90	17:32	17:32	18:02	19:11	18:47	18:47	20:20	18:40	18:59	17:12	16:51
91	17:32	17:32	18:02	19:11	18:47	18:47	20:20	18:40	18:59	17:12	16:51
92	17:32	17:32	18:02	19:11	18:47	18:47	20:20	18:40	18:59	17:12	16:51
93	17:32	17:32	18:02	19:11	18:47	18:47	20:20	18:40	18:59	17:12	16:51
94	17:32	17:32	18:02	19:11	18:47	18:47	20:20	18:40	18:59	17:12	16:51
95	17:32	17:32	18:02	19:11	18:47	18:47	20:20	18:40	18:59	17:12	16:51



PROGETTO DI UN IMPIANTO EOLICO E DELLE RELATIVE OPERE DI CONNESSIONE DA REALIZZARE IN AGRO DI MARSALA (TP) IN LOCALITA' C.DA MESSINELLO DI POTENZA COMPLESSIVA DI 56,00 MW DENOMINATO "MARSA-ALLAH"



RELAZIONE SULL'ANALISI DELL'EVOLUZIONE DELL'OMBRA INDOTTA DAGLI AEROGENERATORI (EFFETTO "SHADOW FLICKERING")

11/2021

REV: 0

Pag.31

Shadow receptor: REC 18 - Shadow Receptor: 1,0 x 1,0 Azimuth: 0,0° Slope: 90,0° (3)

Assumptions for shadow calculations

- The calculated times are "worst case" given by the following assumptions:
- The sun is shining all the day, from sunrise to sunset
- The rotor plane is always perpendicular to the line from the WTG to the sun
- The WTG is always operating

January	February	March	April	May	June	July	August	September	October	November	December
1	07:25	06:57	06:57	17:50	17:40	18:14	06:12	17:57	17:40	06:34	07:06
2	07:26	06:58	06:58	17:49	17:40	18:17	06:13	17:56	17:40	06:35	07:07
3	07:26	06:59	06:59	17:48	17:41	18:20	06:14	17:56	17:41	06:36	07:08
4	07:26	06:59	06:59	17:47	17:40	18:23	06:15	17:55	17:40	06:37	07:08
5	07:27	06:59	06:59	17:46	17:40	18:26	06:16	17:55	17:40	06:38	07:09
6	07:26	06:58	06:58	17:45	17:43	18:29	06:17	17:54	17:40	06:39	07:10
7	07:26	06:58	06:58	17:44	17:43	18:32	06:18	17:53	17:40	06:40	07:11
8	07:26	06:58	06:58	17:43	17:43	18:35	06:19	17:52	17:40	06:41	07:11
9	07:26	06:57	06:57	17:42	17:45	18:38	06:20	17:51	17:40	06:42	07:12
10	07:26	06:57	06:57	17:41	17:45	18:41	06:21	17:50	17:40	06:43	07:13
11	07:26	06:57	06:57	17:40	17:46	18:44	06:22	17:49	17:40	06:44	07:14
12	07:25	06:56	06:56	17:40	17:46	18:47	06:23	17:48	17:40	06:45	07:15
13	07:25	06:56	06:56	17:39	17:47	18:50	06:24	17:47	17:40	06:46	07:16
14	07:25	06:56	06:56	17:38	17:47	18:53	06:25	17:46	17:40	06:47	07:17
15	07:25	06:56	06:56	17:37	17:48	18:56	06:26	17:45	17:40	06:48	07:18
16	07:24	06:55	06:55	17:36	17:48	18:59	06:27	17:44	17:40	06:49	07:19
17	07:24	06:55	06:55	17:35	17:49	19:02	06:28	17:43	17:40	06:50	07:20
18	07:24	06:55	06:55	17:34	17:49	19:05	06:29	17:42	17:40	06:51	07:21
19	07:23	06:54	06:54	17:33	17:50	19:08	06:30	17:41	17:40	06:52	07:22
20	07:23	06:54	06:54	17:32	17:50	19:11	06:31	17:40	17:40	06:53	07:23
21	07:22	06:53	06:53	17:31	17:51	19:14	06:32	17:39	17:40	06:54	07:24
22	07:22	06:53	06:53	17:30	17:51	19:17	06:33	17:38	17:40	06:55	07:25
23	07:21	06:52	06:52	17:29	17:52	19:20	06:34	17:37	17:40	06:56	07:26
24	07:21	06:52	06:52	17:28	17:52	19:23	06:35	17:36	17:40	06:57	07:27
25	07:20	06:51	06:51	17:27	17:53	19:26	06:36	17:35	17:40	06:58	07:28
26	07:19	06:50	06:50	17:26	17:53	19:29	06:37	17:34	17:40	06:59	07:29
27	07:19	06:50	06:50	17:25	17:54	19:32	06:38	17:33	17:40	07:00	07:30
28	07:18	06:49	06:49	17:24	17:54	19:35	06:39	17:32	17:40	07:01	07:31
29	07:17	06:48	06:48	17:23	17:55	19:38	06:40	17:31	17:40	07:02	07:32
30	07:16	06:47	06:47	17:22	17:55	19:41	06:41	17:30	17:40	07:03	07:33
31	07:16	06:47	06:47	17:21	17:56	19:44	06:42	17:29	17:40	07:04	07:34
32	07:15	06:46	06:46	17:20	17:56	19:47	06:43	17:28	17:40	07:05	07:35
33	07:15	06:46	06:46	17:19	17:57	19:50	06:44	17:27	17:40	07:06	07:36
34	07:14	06:45	06:45	17:18	17:57	19:53	06:45	17:26	17:40	07:07	07:37
35	07:14	06:45	06:45	17:17	17:58	19:56	06:46	17:25	17:40	07:08	07:38
36	07:13	06:44	06:44	17:16	17:58	19:59	06:47	17:24	17:40	07:09	07:39
37	07:13	06:44	06:44	17:15	17:59	20:02	06:48	17:23	17:40	07:10	07:40
38	07:12	06:43	06:43	17:14	17:59	20:05	06:49	17:22	17:40	07:11	07:41
39	07:12	06:43	06:43	17:13	18:00	20:08	06:50	17:21	17:40	07:12	07:42
40	07:11	06:42	06:42	17:12	18:00	20:11	06:51	17:20	17:40	07:13	07:43
41	07:11	06:42	06:42	17:11	18:01	20:14	06:52	17:19	17:40	07:14	07:44
42	07:10	06:41	06:41	17:10	18:01	20:17	06:53	17:18	17:40	07:15	07:45
43	07:10	06:41	06:41	17:09	18:02	20:20	06:54	17:17	17:40	07:16	07:46
44	07:09	06:40	06:40	17:08	18:02	20:23	06:55	17:16	17:40	07:17	07:47
45	07:09	06:40	06:40	17:07	18:03	20:26	06:56	17:15	17:40	07:18	07:48
46	07:08	06:39	06:39	17:06	18:03	20:29	06:57	17:14	17:40	07:19	07:49
47	07:08	06:39	06:39	17:05	18:04	20:32	06:58	17:13	17:40	07:20	07:50
48	07:07	06:38	06:38	17:04	18:04	20:35	06:59	17:12	17:40	07:21	07:51
49	07:07	06:38	06:38	17:03	18:05	20:38	07:00	17:11	17:40	07:22	07:52
50	07:06	06:37	06:37	17:02	18:05	20:41	07:01	17:10	17:40	07:23	07:53
51	07:06	06:37	06:37	17:01	18:06	20:44	07:02	17:09	17:40	07:24	07:54
52	07:05	06:36	06:36	17:00	18:06	20:47	07:03	17:08	17:40	07:25	07:55
53	07:05	06:36	06:36	16:59	18:07	20:50	07:04	17:07	17:40	07:26	07:56
54	07:04	06:35	06:35	16:58	18:07	20:53	07:05	17:06	17:40	07:27	07:57
55	07:04	06:35	06:35	16:57	18:08	20:56	07:06	17:05	17:40	07:28	07:58
56	07:03	06:34	06:34	16:56	18:08	20:59	07:07	17:04	17:40	07:29	07:59
57	07:03	06:34	06:34	16:55	18:09	21:02	07:08	17:03	17:40	07:30	08:00
58	07:02	06:33	06:33	16:54	18:09	21:05	07:09	17:02	17:40	07:31	08:01
59	07:02	06:33	06:33	16:53	18:10	21:08	07:10	17:01	17:40	07:32	08:02
60	07:01	06:32	06:32	16:52	18:10	21:11	07:11	17:00	17:40	07:33	08:03
61	07:01	06:32	06:32	16:51	18:11	21:14	07:12	16:59	17:40	07:34	08:04
62	07:00	06:31	06:31	16:50	18:11	21:17	07:13	16:58	17:40	07:35	08:05
63	07:00	06:31	06:31	16:49	18:12	21:20	07:14	16:57	17:40	07:36	08:06
64	06:59	06:30	06:30	16:48	18:12	21:23	07:15	16:56	17:40	07:37	08:07
65	06:59	06:30	06:30	16:47	18:13	21:26	07:16	16:55	17:40	07:38	08:08
66	06:58	06:29	06:29	16:46	18:13	21:29	07:17	16:54	17:40	07:39	08:09
67	06:58	06:29	06:29	16:45	18:14	21:32	07:18	16:53	17:40	07:40	08:10
68	06:57	06:28	06:28	16:44	18:14	21:35	07:19	16:52	17:40	07:41	08:11
69	06:57	06:28	06:28	16:43	18:15	21:38	07:20	16:51	17:40	07:42	08:12
70	06:56	06:27	06:27	16:42	18:15	21:41	07:21	16:50	17:40	07:43	08:13
71	06:56	06:27	06:27	16:41	18:16	21:44	07:22	16:49	17:40	07:44	08:14
72	06:55	06:26	06:26	16:40	18:16	21:47	07:23	16:48	17:40	07:45	08:15
73	06:55	06:26	06:26	16:39	18:17	21:50	07:24	16:47	17:40	07:46	08:16
74	06:54	06:25	06:25	16:38	18:17	21:53	07:25	16:46	17:40	07:47	08:17
75	06:54	06:25	06:25	16:37	18:18	21:56	07:26	16:45	17:40	07:48	08:18
76	06:53	06:24	06:24	16:36	18:18	21:59	07:27	16:44	17:40	07:49	08:19
77	06:53	06:24	06:24	16:35	18:19	22:02	07:28	16:43	17:40	07:50	08:20
78	06:52	06:23	06:23	16:34	18:19	22:05	07:29	16:42	17:40	07:51	08:21
79	06:52	06:23	06:23	16:33	18:20	22:08	07:30	16:41	17:40	07:52	08:22
80	06:51	06:22	06:22	16:32	18:20	22:11	07:31	16:40	17:40	07:53	08:23
81	06:51	06:22	06:22	16:31	18:21	22:14	07:32	16:39	17:40	07:54	08:24
82	06:50	06:21	06:21	16:30	18:21	22:17	07:33	16:38	17:40	07:55	08:25
83	06:50	06:21	06:21	16:29	18:22	22:20	07:34	16:37	17:40	07:56	08:26
84	06:49	06:20	06:20	16:28	18:22	22:23	07:35	16:36	17:40	07:57	08:27
85	06:49	06:20	06:20	16:27	18:23	22:26	07:36	16:35	17:40	07:58	08:28
86	06:48	06:19	06:19	16:26	18:23	22:29	07:37	16:34	17:40	07:59	08:29
87	06:48	06:19	06:19	16:25	18:24	22:32	07:38	16:33	17:40	08:00	08:30
88	06:47	06:18	06:18	16:24	18:24	22:35	07:39	16:32	17:40	08:01	08:31
89	06:47	06:18	06:18	16:23	18:25	22:38	07:40	16:31	17:40	08:02	08:32
90	06:46	06:17	06:17	16:22	18:25	22:41	07:41	16:30	17:40	08:03	08:33
91	06:46	06:17	06:17	16:21	18:26	22:44	07:42	16:29	17:40	08:04	08:34
92	06:45	06:16	06:16	16:20	18:26	22:47	07:43	16:28	17:40	08:05	08:35
93	06:45	06:16	06:16	16:19	18:27	22:50	07:44	16:27	17:40	08:06	08:36
94	06:44	06:15	06:15	16:18	18:27	22:53	07:45	16:26	17:40	08:07	08:37
95	06:44	06:15	06:15	16:17	18:28	22:56	07:46	16:25	17:40	08:08	08:38
96	06:43	06:									



PROGETTO DI UN IMPIANTO EOLICO E DELLE RELATIVE OPERE DI CONNESSIONE DA REALIZZARE IN AGRO DI MARSALA (TP) IN LOCALITA' C.DA MESSINELLO DI POTENZA COMPLESSIVA DI 56,00 MW DENOMINATO "MARSA-ALLAH"



RELAZIONE SULL'ANALISI DELL'EVOLUZIONE DELL'OMBRA INDOTTA DAGLI AEROGENERATORI (EFFETTO "SHADOW FLICKERING")

11/2021

REV: 0

Pag.32

6.2.2 Lista giornaliera dei singoli eventi di shadow flickering generati da ogni aerogeneratore

Tabella 7 Lista giornaliera degli eventi nulli di shadow flickering dovuta alla turbina MRS-01.

WTG: MRS 01 - Siemens Gamesa SG 6.0-155 6600 155.0 !O! hub: 122,5 m (TOT: 200,0 m) (1)

Assumptions for shadow calculations

The calculated times are "worst case" given by the following assumptions:

The sun is shining all the day, from sunrise to sunset

The rotor plane is always perpendicular to the line from the WTG to the sun

The WTG is always operating

	January	February	March	April	May	June	July	August	September	October	November	December
1	07:25	07:15	06:43	06:57	06:15	05:50	05:51	06:12	06:39	07:05	06:34	07:06
1	17:01	17:32	18:03	19:32	20:00	20:26	20:36	20:20	19:14	18:54	17:12	16:51
2	07:26	07:14	06:42	06:55	06:14	05:49	05:51	06:13	06:40	07:05	06:35	07:07
1	17:02	17:34	18:04	19:33	20:00	20:26	20:36	20:19	19:39	18:53	17:11	16:51
3	07:26	07:13	06:40	06:54	06:13	05:49	05:52	06:14	06:41	07:06	06:36	07:08
1	17:03	17:35	18:05	19:34	20:01	20:27	20:36	20:18	19:38	18:51	17:10	16:51
4	07:26	07:12	06:39	06:52	06:12	05:49	05:52	06:15	06:42	07:07	06:37	07:09
1	17:03	17:36	18:06	19:35	20:02	20:28	20:36	20:17	19:36	18:50	17:09	16:51
5	07:26	07:11	06:37	06:51	06:11	05:48	05:53	06:16	06:42	07:08	06:39	07:10
1	17:04	17:37	18:07	19:36	20:03	20:28	20:35	20:16	19:35	18:48	17:08	16:51
6	07:26	07:10	06:36	06:49	06:10	05:48	05:53	06:17	06:43	07:09	06:40	07:10
1	17:05	17:38	18:08	19:37	20:04	20:29	20:35	20:15	19:33	18:47	17:07	16:51
7	07:26	07:09	06:34	06:48	06:09	05:48	05:54	06:17	06:44	07:10	06:41	07:11
1	17:06	17:39	18:09	19:37	20:05	20:29	20:35	20:13	19:32	18:45	17:06	16:51
8	07:26	07:08	06:33	06:46	06:07	05:48	05:55	06:18	06:45	07:11	06:42	07:12
1	17:07	17:40	18:10	19:38	20:06	20:30	20:35	20:12	19:30	18:44	17:05	16:51
9	07:26	07:07	06:32	06:45	06:06	05:48	05:55	06:19	06:46	07:12	06:43	07:13
1	17:08	17:41	18:10	19:39	20:07	20:31	20:35	20:11	19:29	18:42	17:04	16:51
10	07:26	07:06	06:30	06:43	06:05	05:47	05:56	06:20	06:47	07:13	06:44	07:14
1	17:09	17:42	18:11	19:40	20:08	20:31	20:34	20:10	19:27	18:41	17:03	16:51
11	07:26	07:05	06:29	06:42	06:04	05:47	05:56	06:21	06:47	07:14	06:45	07:15
1	17:10	17:44	18:12	19:41	20:09	20:32	20:34	20:09	19:26	18:40	17:02	16:51
12	07:25	07:04	06:27	06:40	06:04	05:47	05:57	06:22	06:48	07:15	06:46	07:15
1	17:11	17:45	18:13	19:42	20:10	20:32	20:33	20:08	19:24	18:38	17:02	16:51
13	07:25	07:03	06:26	06:39	06:03	05:47	05:58	06:23	06:49	07:15	06:47	07:16
1	17:12	17:46	18:14	19:43	20:10	20:32	20:33	20:07	19:22	18:37	17:01	16:51
14	07:25	07:02	06:24	06:38	06:02	05:47	05:58	06:24	06:50	07:16	06:48	07:17
1	17:13	17:47	18:15	19:44	20:11	20:33	20:33	20:05	19:21	18:35	17:00	16:51
15	07:25	07:01	06:23	06:36	06:01	05:47	05:59	06:24	06:51	07:17	06:49	07:18
1	17:14	17:48	18:16	19:45	20:12	20:33	20:32	20:04	19:19	18:34	16:59	16:52
16	07:24	07:00	06:21	06:35	06:00	05:47	06:00	06:25	06:52	07:18	06:50	07:18
1	17:15	17:49	18:17	19:46	20:13	20:34	20:32	20:03	19:18	18:32	16:58	16:52
17	07:24	06:59	06:20	06:33	05:59	05:47	06:00	06:26	06:53	07:19	06:51	07:19
1	17:16	17:50	18:18	19:47	20:14	20:34	20:31	20:02	19:16	18:31	16:58	16:52
18	07:24	06:57	06:18	06:32	05:58	05:47	06:01	06:27	06:53	07:20	06:52	07:20
1	17:17	17:51	18:19	19:48	20:15	20:34	20:30	20:00	19:15	18:30	16:57	16:53
19	07:23	06:56	06:17	06:31	05:57	05:47	06:02	06:28	06:54	07:21	06:53	07:20
1	17:18	17:52	18:20	19:49	20:16	20:35	20:30	19:59	19:13	18:28	16:56	16:53
20	07:23	06:55	06:15	06:29	05:57	05:48	06:03	06:29	06:55	07:22	06:55	07:21
1	17:19	17:53	18:21	19:50	20:16	20:35	20:29	19:58	19:12	18:27	16:56	16:53
21	07:22	06:54	06:13	06:28	05:56	05:48	06:03	06:30	06:56	07:23	06:56	07:21
1	17:20	17:54	18:22	19:50	20:17	20:35	20:29	19:56	19:10	18:26	16:55	16:54
22	07:22	06:52	06:12	06:27	05:55	05:48	06:04	06:30	06:57	07:24	06:57	07:22
1	17:21	17:55	18:23	19:51	20:18	20:35	20:28	19:55	19:08	18:24	16:55	16:54
23	07:21	06:51	06:10	06:25	05:55	05:48	06:05	06:31	06:58	07:25	06:58	07:22
1	17:22	17:56	18:24	19:52	20:19	20:36	20:27	19:54	19:07	18:23	16:54	16:55
24	07:21	06:50	06:09	06:24	05:54	05:48	06:06	06:32	06:58	07:26	06:59	07:23
1	17:23	17:57	18:25	19:53	20:20	20:36	20:26	19:52	19:05	18:22	16:54	16:55
25	07:20	06:48	06:07	06:23	05:53	05:49	06:07	06:33	06:59	06:27	07:00	07:23
1	17:25	17:58	18:26	19:54	20:21	20:36	20:26	19:51	19:04	17:21	16:53	16:56
26	07:19	06:47	06:06	06:21	05:53	05:49	06:07	06:34	07:00	06:28	07:01	07:24
1	17:26	17:59	18:26	19:55	20:21	20:36	20:25	19:49	19:02	17:19	16:53	16:57
27	07:19	06:46	06:04	06:20	05:52	05:49	06:08	06:35	07:01	06:29	07:02	07:24
1	17:27	18:01	18:27	19:56	20:22	20:36	20:24	19:48	19:01	17:18	16:52	16:57
28	07:18	06:44	06:03	06:19	05:52	05:50	06:09	06:36	07:02	06:30	07:03	07:24
1	17:28	18:02	18:28	19:57	20:23	20:36	20:23	19:46	18:59	17:17	16:52	16:58
29	07:17		07:01	06:18	05:51	05:50	06:10	06:36	07:03	06:31	07:04	07:25
1	17:29		19:29	19:58	20:24	20:36	20:22	19:45	18:58	17:16	16:52	16:59
30	07:17		07:00	06:16	05:51	05:51	06:11	06:37	07:04	06:32	07:05	07:25
1	17:30		19:30	19:59	20:24	20:36	20:21	19:44	18:56	17:15	16:52	16:59
31	07:16		06:58		05:50		06:12	06:38		06:33		07:25
1	17:31		19:31		20:25		20:21	19:42		17:13		17:00
Potential sun hours	306	302	370	395	440	442	450	422	374	348	305	298
Sum of minutes with flicker	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

Tabella 8 Lista giornaliera degli eventi nulli di shadow flickering dovuta alla turbina MRS-02.



**PROGETTO DI UN IMPIANTO EOLICO E DELLE RELATIVE
OPERE DI CONNESSIONE DA REALIZZARE IN AGRO DI
MARSALA (TP) IN LOCALITA' C.DA MESSINELLO DI
POTENZA COMPLESSIVA DI 56,00 MW DENOMINATO
"MARSA-ALLAH"**



Ingegneria & Innovazione

**RELAZIONE SULL'ANALISI DELL'EVOLUZIONE
DELL'OMBRA INDOTTA DAGLI AEROGENERATORI
(EFFETTO "SHADOW FLICKERING")**

11/2021

REV: 0

Pag.33

**WTG: MRS 02 - Siemens Gamesa SG 6.0-155 6600 155.0 !O! hub: 122,5 m (TOT: 200,0 m) (2)
Assumptions for shadow calculations**

The calculated times are "worst case" given by the following assumptions:

The sun is shining all the day, from sunrise to sunset

The rotor plane is always perpendicular to the line from the WTG to the sun

The WTG is always operating

	January	February	March	April	May	June	July	August	September	October	November	December
1	07:25	07:15	06:43	06:57	06:15	05:50	05:51	06:12	06:39	07:05	06:34	07:06
1	17:01	17:32	18:02	19:32	19:59	20:26	20:36	20:20	19:11	18:54	17:12	16:51
2	07:26	07:14	06:41	06:55	06:14	05:49	05:51	06:13	06:40	07:05	06:35	07:07
1	17:02	17:33	18:03	19:33	20:00	20:26	20:36	20:19	19:39	18:53	17:11	16:51
3	07:26	07:13	06:40	06:54	06:13	05:49	05:52	06:14	06:41	07:06	06:36	07:08
1	17:03	17:35	18:05	19:34	20:01	20:27	20:36	20:18	19:38	18:51	17:10	16:51
4	07:26	07:12	06:39	06:52	06:12	05:49	05:52	06:15	06:41	07:07	06:37	07:09
1	17:03	17:36	18:06	19:35	20:02	20:28	20:36	20:17	19:36	18:50	17:09	16:51
5	07:26	07:11	06:37	06:51	06:11	05:48	05:53	06:16	06:42	07:08	06:38	07:09
1	17:04	17:37	18:06	19:36	20:03	20:28	20:35	20:16	19:35	18:48	17:08	16:51
6	07:26	07:10	06:36	06:49	06:10	05:48	05:53	06:17	06:43	07:09	06:40	07:10
1	17:05	17:38	18:07	19:37	20:04	20:29	20:35	20:14	19:33	18:47	17:07	16:51
7	07:26	07:09	06:34	06:48	06:08	05:48	05:54	06:17	06:44	07:10	06:41	07:11
1	17:06	17:39	18:08	19:37	20:05	20:29	20:35	20:13	19:32	18:45	17:06	16:51
8	07:26	07:08	06:33	06:46	06:07	05:48	05:55	06:18	06:45	07:11	06:42	07:12
1	17:07	17:40	18:09	19:38	20:06	20:30	20:35	20:12	19:30	18:44	17:05	16:51
9	07:26	07:07	06:31	06:45	06:06	05:48	05:55	06:19	06:46	07:12	06:43	07:13
1	17:08	17:41	18:10	19:39	20:07	20:30	20:34	20:11	19:29	18:42	17:04	16:51
10	07:26	07:06	06:30	06:43	06:05	05:47	05:56	06:20	06:47	07:13	06:44	07:14
1	17:09	17:42	18:11	19:40	20:08	20:31	20:34	20:10	19:27	18:41	17:03	16:51
11	07:26	07:05	06:28	06:42	06:04	05:47	05:56	06:21	06:47	07:14	06:45	07:15
1	17:10	17:43	18:12	19:41	20:09	20:32	20:34	20:09	19:25	18:39	17:02	16:51
12	07:25	07:04	06:27	06:40	06:03	05:47	05:57	06:22	06:48	07:15	06:46	07:15
1	17:11	17:45	18:13	19:42	20:10	20:32	20:33	20:08	19:24	18:38	17:01	16:51
13	07:25	07:03	06:26	06:39	06:03	05:47	05:58	06:23	06:49	07:15	06:47	07:16
1	17:12	17:46	18:14	19:43	20:10	20:32	20:33	20:06	19:22	18:37	17:01	16:51
14	07:25	07:02	06:24	06:38	06:02	05:47	05:58	06:23	06:50	07:16	06:48	07:17
1	17:13	17:47	18:15	19:44	20:11	20:33	20:33	20:05	19:21	18:35	17:00	16:51
15	07:25	07:01	06:23	06:36	06:01	05:47	05:59	06:24	06:51	07:17	06:49	07:18
1	17:14	17:48	18:16	19:45	20:12	20:33	20:32	20:04	19:19	18:34	16:59	16:52
16	07:24	07:00	06:21	06:35	06:00	05:47	06:00	06:25	06:52	07:18	06:50	07:18
1	17:15	17:49	18:17	19:46	20:13	20:34	20:32	20:03	19:18	18:32	16:58	16:52
17	07:24	06:58	06:20	06:33	05:59	05:47	06:00	06:26	06:52	07:19	06:51	07:19
1	17:16	17:50	18:18	19:47	20:14	20:34	20:31	20:01	19:16	18:31	16:58	16:52
18	07:24	06:57	06:18	06:32	05:58	05:47	06:01	06:27	06:53	07:20	06:52	07:20
1	17:17	17:51	18:19	19:48	20:15	20:34	20:30	20:00	19:15	18:30	16:57	16:53
19	07:23	06:56	06:16	06:31	05:57	05:47	06:02	06:28	06:54	07:21	06:53	07:20
1	17:18	17:52	18:20	19:49	20:16	20:35	20:30	19:59	19:13	18:28	16:56	16:53
20	07:23	06:55	06:15	06:29	05:57	05:48	06:03	06:29	06:55	07:22	06:54	07:21
1	17:19	17:53	18:21	19:50	20:16	20:35	20:29	19:58	19:11	18:27	16:56	16:53
21	07:22	06:54	06:13	06:28	05:56	05:48	06:03	06:29	06:56	07:23	06:56	07:21
1	17:20	17:54	18:22	19:50	20:17	20:35	20:29	19:56	19:10	18:26	16:55	16:54
22	07:22	06:52	06:12	06:26	05:55	05:48	06:04	06:30	06:57	07:24	06:57	07:22
1	17:21	17:55	18:23	19:51	20:18	20:35	20:28	19:55	19:08	18:24	16:55	16:54
23	07:21	06:51	06:10	06:25	05:55	05:48	06:05	06:31	06:58	07:25	06:58	07:22
1	17:22	17:56	18:24	19:52	20:19	20:36	20:27	19:53	19:07	18:23	16:54	16:55
24	07:21	06:50	06:09	06:24	05:54	05:48	06:06	06:32	06:58	07:26	06:59	07:23
1	17:23	17:57	18:25	19:53	20:20	20:36	20:26	19:52	19:05	18:22	16:54	16:55
25	07:20	06:48	06:07	06:23	05:53	05:49	06:07	06:33	06:59	06:27	07:00	07:23
1	17:25	17:58	18:26	19:54	20:20	20:36	20:26	19:51	19:04	17:20	16:53	16:56
26	07:19	06:47	06:06	06:21	05:53	05:49	06:07	06:34	07:00	06:28	07:01	07:24
1	17:26	17:59	18:26	19:55	20:21	20:36	20:25	19:49	19:02	17:19	16:53	16:57
27	07:19	06:46	06:04	06:20	05:52	05:49	06:08	06:35	07:01	06:29	07:02	07:24
1	17:27	18:00	18:27	19:56	20:22	20:36	20:24	19:48	19:01	17:18	16:52	16:57
28	07:18	06:44	06:03	06:19	05:52	05:50	06:09	06:36	07:02	06:30	07:03	07:24
1	17:28	18:01	18:28	19:57	20:23	20:36	20:23	19:46	18:59	17:17	16:52	16:58
29	07:17		07:01	06:18	05:51	05:50	06:10	06:36	07:03	06:31	07:04	07:25
1	17:29		19:29	19:58	20:23	20:36	20:22	19:45	18:57	17:16	16:52	16:58
30	07:16		07:00	06:16	05:51	05:50	06:11	06:37	07:04	06:32	07:05	07:25
1	17:30		19:30	19:59	20:24	20:36	20:21	19:44	18:56	17:14	16:51	16:59
31	07:16		06:58		05:50		06:11	06:38		06:33		07:25
1	17:31		19:31		20:25		20:21	19:42		17:13		17:30
Potential sun hours	306	302	370	395	440	442	450	422	374	348	305	298
Sum of minutes with flicker	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

Tabella 9 Lista giornaliera degli eventi **nulli** di shadow flickering dovuta alla turbina MRS-03.



**PROGETTO DI UN IMPIANTO EOLICO E DELLE RELATIVE
OPERE DI CONNESSIONE DA REALIZZARE IN AGRO DI
MARSALA (TP) IN LOCALITA' C.DA MESSINELLO DI
POTENZA COMPLESSIVA DI 56,00 MW DENOMINATO
"MARSA-ALLAH"**



**RELAZIONE SULL'ANALISI DELL'EVOLUZIONE
DELL'OMBRA INDOTTA DAGLI AEROGENERATORI
(EFFETTO "SHADOW FLICKERING")**

11/2021

REV: 0

Pag.34

**WTG: MRS 03 - Siemens Gamesa SG 6.0-155 6600 155.0 !O! hub: 122,5 m (TOT: 200,0 m) (3)
Assumptions for shadow calculations**

The calculated times are "worst case" given by the following assumptions:

The sun is shining all the day, from sunrise to sunset

The rotor plane is always perpendicular to the line from the WTG to the sun

The WTG is always operating

	January	February	March	April	May	June	July	August	September	October	November	December
1	07:26	07:15	06:43	06:57	06:15	05:50	05:51	06:12	06:39	07:05	06:34	07:06
1	17:01	17:32	18:03	19:32	20:00	20:26	20:36	20:20	19:11	18:55	17:12	16:51
2	07:26	07:14	06:42	06:55	06:14	05:50	05:52	06:13	06:40	07:06	06:35	07:07
1	17:02	17:34	18:04	19:33	20:01	20:26	20:36	20:19	19:39	18:53	17:11	16:51
3	07:26	07:13	06:40	06:54	06:13	05:49	05:52	06:14	06:41	07:06	06:37	07:08
1	17:03	17:35	18:05	19:34	20:01	20:27	20:36	20:18	19:38	18:52	17:10	16:51
4	07:26	07:12	06:39	06:52	06:12	05:49	05:52	06:15	06:42	07:07	06:38	07:09
1	17:04	17:36	18:06	19:35	20:02	20:28	20:37	20:17	19:36	18:50	17:09	16:51
5	07:26	07:11	06:37	06:51	06:11	05:49	05:53	06:16	06:42	07:08	06:39	07:10
1	17:04	17:37	18:07	19:36	20:03	20:28	20:36	20:16	19:35	18:48	17:08	16:51
6	07:26	07:11	06:36	06:49	06:10	05:48	05:54	06:17	06:43	07:09	06:40	07:10
1	17:05	17:38	18:08	19:37	20:04	20:29	20:35	20:15	19:33	18:47	17:07	16:51
7	07:26	07:10	06:35	06:48	06:09	05:48	05:54	06:18	06:44	07:10	06:41	07:11
1	17:06	17:39	18:09	19:38	20:05	20:30	20:35	20:14	19:32	18:46	17:06	16:51
8	07:26	07:09	06:33	06:46	06:08	05:48	05:55	06:18	06:45	07:11	06:42	07:12
1	17:07	17:40	18:10	19:39	20:06	20:30	20:35	20:12	19:30	18:44	17:05	16:51
9	07:26	07:08	06:32	06:45	06:07	05:48	05:55	06:19	06:46	07:12	06:43	07:13
1	17:08	17:41	18:11	19:39	20:07	20:31	20:35	20:11	19:29	18:43	17:04	16:51
10	07:26	07:07	06:30	06:43	06:06	05:48	05:56	06:20	06:47	07:13	06:44	07:14
1	17:09	17:43	18:12	19:40	20:08	20:31	20:34	20:10	19:27	18:41	17:03	16:51
11	07:26	07:05	06:29	06:42	06:05	05:47	05:57	06:21	06:48	07:14	06:45	07:15
1	17:10	17:44	18:13	19:41	20:09	20:32	20:34	20:09	19:26	18:40	17:02	16:51
12	07:26	07:04	06:27	06:41	06:04	05:47	05:57	06:22	06:48	07:15	06:46	07:15
1	17:11	17:45	18:13	19:42	20:10	20:32	20:34	20:08	19:24	18:38	17:02	16:51
13	07:25	07:03	06:26	06:39	06:03	05:47	05:58	06:23	06:49	07:16	06:47	07:16
1	17:12	17:46	18:14	19:43	20:11	20:33	20:33	20:07	19:23	18:37	17:01	16:51
14	07:25	07:02	06:24	06:38	06:02	05:47	05:58	06:24	06:50	07:17	06:48	07:17
1	17:13	17:47	18:15	19:44	20:11	20:33	20:33	20:05	19:21	18:35	17:00	16:52
15	07:25	07:01	06:23	06:36	06:01	05:47	05:59	06:24	06:51	07:17	06:49	07:18
1	17:14	17:48	18:16	19:45	20:12	20:33	20:32	20:04	19:19	18:34	16:59	16:52
16	07:24	07:00	06:21	06:35	06:00	05:47	06:00	06:25	06:52	07:18	06:50	07:18
1	17:15	17:49	18:17	19:46	20:13	20:34	20:32	20:03	19:18	18:33	16:59	16:52
17	07:24	06:59	06:20	06:33	05:59	05:47	06:01	06:26	06:53	07:19	06:51	07:19
1	17:16	17:50	18:18	19:47	20:14	20:34	20:31	20:02	19:16	18:31	16:58	16:52
18	07:24	06:57	06:18	06:32	05:58	05:47	06:01	06:27	06:53	07:20	06:53	07:20
1	17:17	17:51	18:19	19:48	20:15	20:34	20:31	20:00	19:15	18:30	16:57	16:53
19	07:23	06:56	06:17	06:31	05:58	05:48	06:02	06:28	06:54	07:21	06:54	07:20
1	17:18	17:52	18:20	19:49	20:16	20:35	20:30	19:59	19:13	18:28	16:57	16:53
20	07:23	06:55	06:15	06:29	05:57	05:48	06:03	06:29	06:55	07:22	06:55	07:21
1	17:19	17:53	18:21	19:50	20:17	20:35	20:29	19:58	19:12	18:27	16:56	16:54
21	07:22	06:54	06:14	06:28	05:56	05:48	06:04	06:30	06:56	07:23	06:56	07:21
1	17:20	17:54	18:22	19:50	20:17	20:35	20:29	19:56	19:10	18:26	16:55	16:54
22	07:22	06:52	06:12	06:27	05:55	05:48	06:04	06:31	06:57	07:24	06:57	07:22
1	17:21	17:55	18:23	19:51	20:18	20:35	20:28	19:55	19:09	18:24	16:55	16:54
23	07:21	06:51	06:11	06:25	05:55	05:48	06:05	06:31	06:58	07:25	06:58	07:22
1	17:22	17:56	18:24	19:52	20:19	20:36	20:27	19:54	19:07	18:23	16:54	16:55
24	07:21	06:50	06:09	06:24	05:54	05:49	06:06	06:32	06:59	07:26	06:59	07:23
1	17:24	17:58	18:25	19:53	20:20	20:36	20:27	19:52	19:05	18:22	16:54	16:55
25	07:20	06:48	06:07	06:23	05:53	05:49	06:07	06:33	06:59	06:27	07:00	07:23
1	17:25	17:59	18:26	19:54	20:21	20:36	20:26	19:51	19:04	17:21	16:53	16:56
26	07:19	06:47	06:06	06:21	05:53	05:49	06:07	06:34	07:00	06:28	07:01	07:24
1	17:26	18:00	18:27	19:55	20:21	20:36	20:25	19:49	19:02	17:19	16:53	16:57
27	07:19	06:46	06:04	06:20	05:52	05:49	06:08	06:35	07:01	06:29	07:02	07:24
1	17:27	18:01	18:28	19:56	20:22	20:36	20:24	19:48	19:01	17:18	16:53	16:57
28	07:18	06:44	06:03	06:19	05:52	05:50	06:09	06:36	07:02	06:30	07:03	07:24
1	17:28	18:02	18:28	19:57	20:23	20:36	20:23	19:47	18:59	17:17	16:52	16:58
29	07:17		07:01	06:18	05:51	05:50	06:10	06:37	07:03	06:31	07:04	07:25
1	17:29		19:29	19:58	20:24	20:36	20:22	19:45	18:58	17:16	16:52	16:59
30	07:17		07:00	06:17	05:51	05:51	06:11	06:37	07:04	06:32	07:05	07:25
1	17:30		19:30	19:59	20:24	20:36	20:22	19:44	18:56	17:15	16:52	16:59
31	07:16		06:58		05:50		06:12	06:38		06:33		07:25
1	17:31		19:31		20:25		20:21	19:42		17:13		17:00
Potential sun hours	306	302	370	395	440	442	450	422	374	348	305	298
Sum of minutes with flicker	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

Tabella 10 Lista giornaliera dei singoli eventi di shadow flickering dovuta alla turbina MRS-04.



**PROGETTO DI UN IMPIANTO EOLICO E DELLE RELATIVE
OPERE DI CONNESSIONE DA REALIZZARE IN AGRO DI
MARSALA (TP) IN LOCALITA' C.DA MESSINELLO DI
POTENZA COMPLESSIVA DI 56,00 MW DENOMINATO
"MARSA-ALLAH"**



**RELAZIONE SULL'ANALISI DELL'EVOLUZIONE
DELL'OMBRA INDOTTA DAGLI AEROGENERATORI
(EFFETTO "SHADOW FLICKERING")**

11/2021

REV: 0

Pag.35

**WTG: MRS 04 - Siemens Gamesa SG 6.0-155 6600 155.0 !O! hub: 122,5 m (TOT: 200,0 m) (4)
Assumptions for shadow calculations**

The calculated times are "worst case" given by the following assumptions:

The sun is shining all the day, from sunrise to sunset

The rotor plane is always perpendicular to the line from the WTG to the sun

The WTG is always operating

	January	February	March	April	May	June	July	August	September	October	November	December
1	07:25	07:15	06:13	06:57	06:15 19:08-19:38/30	05:50	05:51	06:12	06:39	07:05	06:34	07:06
	17:01	17:32	18:03	19:32	20:00	20:26	20:36	20:20	19:11	18:54	17:12	16:51
2	07:26	07:14	06:12	06:55	06:14 19:08-19:38/30	05:49	05:51	06:13	06:40	07:05	06:35	07:07
	17:02	17:34	18:04	19:33	20:00	20:26	20:36	20:19	19:39	18:53	17:11	16:51
3	07:26	07:13	06:10	06:54	06:13 19:09-19:39/30	05:49	05:52	06:14 19:31-19:37/6	06:11	07:06	06:36	07:08
	17:03	17:35	18:05	19:34	20:01	20:27	20:36	20:18	19:38	18:51	17:10	16:51
4	07:26	07:12	06:09	06:52	06:12 19:10-19:38/28	05:49	05:52	06:15 19:27-19:41/14	06:12	07:07	06:37	07:09
	17:03	17:36	18:06	19:35	20:02	20:28	20:36	20:17	19:36	18:50	17:09	16:51
5	07:26	07:11	06:07	06:51	06:11 19:11-19:37/26	05:48	05:53	06:16 19:24-19:43/19	06:12	07:08	06:39	07:09
	17:04	17:37	18:07	19:36	20:03	20:28	20:35	20:16	19:35	18:48	17:08	16:51
6	07:26	07:10	06:06	06:49	06:10 19:12-19:36/24	05:48	05:53	06:17 19:23-19:45/22	06:13	07:09	06:40	07:10
	17:05	17:38	18:08	19:37	20:04	20:29	20:35	20:15	19:33	18:47	17:07	16:51
7	07:26	07:09	06:04	06:48	06:09 19:13-19:34/21	05:48	05:54	06:17 19:21-19:46/25	06:14	07:10	06:41	07:11
	17:06	17:39	18:09	19:37	20:05	20:29	20:35	20:13	19:32	18:45	17:06	16:51
8	07:26	07:08	06:03	06:46	06:07 19:15-19:32/17	05:48	05:55	06:18 19:20-19:47/27	06:15	07:11	06:42	07:12
	17:07	17:40	18:10	19:38	20:06	20:30	20:35	20:14	19:30	18:44	17:05	16:51
9	07:26	07:07	06:02	06:45	06:06 19:18-19:30/12	05:48	05:55	06:19 19:19-19:48/29	06:16	07:12	06:43	07:13
	17:08	17:41	18:10	19:39	20:07	20:31	20:34	20:11	19:29	18:42	17:04	16:51
10	07:26	07:06	06:00	06:43	06:05	05:47	05:56	06:20 19:18-19:48/30	06:17	07:13	06:44	07:14
	17:09	17:42	18:11	19:40	20:08	20:31	20:34	20:10	19:27	18:41	17:03	16:51
11	07:26	07:05	06:29	06:42	06:04	05:47	05:56	06:21 19:16-19:46/30	06:17	07:14	06:45	07:15
	17:10	17:44	18:12	19:41	20:09	20:32	20:34	20:09	19:26	18:40	17:02	16:51
12	07:25	07:04	06:27	06:40	06:04	05:47	05:57	06:22 19:16-19:46/30	06:18	07:15	06:46	07:15
	17:11	17:45	18:13	19:42	20:10	20:32	20:33	20:08	19:24	18:38	17:02	16:51
13	07:25	07:03	06:26	19:19-19:22/3	06:03	05:47	05:58	06:23 19:15-19:45/30	06:19	07:15	06:47	07:16
	17:12	17:46	18:14	19:43	20:10	20:32	20:33	20:07	19:22	18:37	17:01	16:51
14	07:25	07:02	06:24	06:38 19:16-19:23/7	06:02	05:47	05:58	06:24 19:15-19:44/29	06:50	07:16	06:48	07:17
	17:13	17:47	18:15	19:44	20:11	20:33	20:33	20:05	19:21	18:35	17:00	16:51
15	07:25	07:01	06:23	06:36 19:15-19:24/9	06:01	05:47	05:59	06:24 19:14-19:43/29	06:51	07:17	06:49	07:18
	17:14	17:48	18:16	19:45	20:12	20:33	20:32	20:04	19:19	18:34	16:59	16:52
16	07:24	07:00	06:21	06:35 19:13-19:25/12	06:00	05:47	06:00	06:25 19:14-19:41/27	06:52	07:18	06:50	07:18
	17:15	17:49	18:17	19:46	20:13	20:34	20:32	20:03	19:18	18:32	16:58	16:52
17	07:24	06:59	06:20	06:33 19:11-19:25/14	05:59	05:47	06:00	06:26 19:13-19:39/26	06:53	07:19	06:51	07:19
	17:16	17:50	18:18	19:47	20:14	20:34	20:31	20:02	19:16	18:31	16:58	16:52
18	07:24	06:57	06:18	06:32 19:11-19:27/16	05:58	05:47	06:01	06:27 19:13-19:38/25	06:53	07:20	06:52	07:20
	17:17	17:51	18:19	19:48	20:15	20:34	20:30	20:00	19:15	18:30	16:57	16:53
19	07:23	06:56	06:17	06:31 19:09-19:27/18	05:58	05:47	06:02	06:28 19:13-19:37/24	06:54	07:21	06:53	07:20
	17:18	17:52	18:20	19:48	20:16	20:35	20:30	19:59	19:13	18:28	16:56	16:53
20	07:23	06:55	06:15	06:29 19:09-19:28/19	05:57	05:48	06:03	06:29 19:13-19:36/23	06:55	07:22	06:55	07:21
	17:19	17:53	18:21	19:49	20:16	20:35	20:29	19:58	19:12	18:27	16:56	16:53
21	07:22	06:54	06:13	06:28 19:08-19:29/21	05:56	05:48	06:03	06:30 19:13-19:35/22	06:56	07:23	06:56	07:21
	17:20	17:54	18:22	19:50	20:17	20:35	20:29	19:56	19:10	18:26	16:55	16:54
22	07:22	06:52	06:12	06:27 19:07-19:29/22	05:55	05:48	06:04	06:30 19:13-19:34/21	06:57	07:24	06:57	07:22
	17:21	17:55	18:23	19:51	20:18	20:35	20:28	19:55	19:08	18:24	16:55	16:54
23	07:21	06:51	06:10	06:25 19:07-19:31/24	05:55	05:48	06:05	06:31 19:13-19:32/19	06:58	07:25	06:58	07:22
	17:22	17:56	18:24	19:52	20:19	20:36	20:27	19:54	19:07	18:23	16:54	16:55
24	07:21	06:50	06:09	06:24 19:07-19:32/25	05:54	05:48	06:06	06:32 19:13-19:31/18	06:58	07:26	06:59	07:23
	17:24	17:57	18:25	19:53	20:20	20:36	20:26	19:52	19:05	18:22	16:54	16:55
25	07:20	06:48	06:07	06:23 19:07-19:33/26	05:53	05:49	06:07	06:33 19:14-19:29/15	06:59	06:27	07:00	07:23
	17:25	17:58	18:26	19:54	20:20	20:36	20:26	19:51	19:04	17:21	16:53	16:56
26	07:19	06:47	06:06	06:21 19:06-19:33/27	05:53	05:49	06:07	06:34 19:14-19:28/14	07:00	06:28	07:01	07:24
	17:26	18:00	18:26	19:55	20:21	20:36	20:25	19:49	19:02	17:19	16:53	16:57
27	07:19	06:46	06:04	06:20 19:06-19:34/28	05:52	05:49	06:08	06:35 19:15-19:27/12	07:01	06:29	07:02	07:24
	17:27	18:01	18:27	19:56	20:22	20:36	20:24	19:48	19:01	17:18	16:52	16:57
28	07:18	06:44	06:03	06:19 19:07-19:35/28	05:52	05:50	06:09	06:36 19:16-19:25/9	07:02	06:30	07:03	07:24
	17:28	18:02	18:28	19:57	20:23	20:36	20:23	19:46	18:59	17:17	16:52	16:58
29	07:17		07:01	06:18 19:07-19:36/29	05:51	05:50	06:10	06:36 19:17-19:23/6	07:03	06:31	07:04	07:25
	17:29		19:29	19:58	20:24	20:36	20:22	19:45	18:58	17:16	16:52	16:59
30	07:17		07:00	06:16 19:08-19:37/29	05:51	05:51	06:11	06:37 19:19-19:22/3	07:04	06:32	07:05	07:25
	17:30		19:30	19:59	20:24	20:36	20:21	19:44	18:56	17:15	16:52	16:59
31	07:16		06:58		05:50		06:12	06:38		06:33	07:03	07:25
	17:31		19:31		20:25		20:21	19:42		17:13		17:00
Potential sun hours	306	302	370	395	440	442	450	422	374	348	305	298
Sum of minutes with flicker	0	0	0	357	218	0	0	584	0	0	0	0

Tabella 11 Lista giornaliera dei singoli eventi di shadow flickering dovuta alla turbina MRS-06.



PROGETTO DI UN IMPIANTO EOLICO E DELLE RELATIVE OPERE DI CONNESSIONE DA REALIZZARE IN AGRO DI MARSALA (TP) IN LOCALITA' C.DA MESSINELLO DI POTENZA COMPLESSIVA DI 56,00 MW DENOMINATO "MARSA-ALLAH"



RELAZIONE SULL'ANALISI DELL'EVOLUZIONE DELL'OMBRA INDOTTA DAGLI AEROGENERATORI (EFFETTO "SHADOW FLICKERING")

11/2021

REV: 0

Pag.36

WTG: MRS 05 - Siemens Gamesa SG 6.0-155 6600 155.0 !O! hub: 122,5 m (TOT: 200,0 m) (5)

Assumptions for shadow calculations

- The calculated times are "worst case" given by the following assumptions:
- The sun is shining all the day, from sunrise to sunset
- The rotor plane is always perpendicular to the line from the WTG to the sun
- The WTG is always operating

	January	February	March	April	May	June	July	August	September	October	November	December
1 07:25	07:15 08:36-09:02/26	06:43 08:12-09:22/70	06:57 17:41-19:01/80	06:15 17:41-19:02/81	05:50 18:14-18:32/18	05:51	06:12 17:57-19:05/68	06:39 17:36-19:06/90	07:05 08:56-09:47/51	06:34 07:51-08:48/57	07:06	07:06
1 17:51	17:32	18:03	19:32	19:59	20:26	20:26	19:11	18:54	17:12	18:54	17:12	18:51
2 07:26	07:14 08:34-09:05/31	06:41 08:13-09:22/69	06:55 17:41-19:02/81	06:14 17:40-19:01/81	05:49 18:17-18:30/13	05:51	06:13 17:56-19:06/70	06:40 17:35-19:04/89	07:05 08:54-09:48/51	06:35 07:52-08:47/55	07:07	07:07
2 17:52	17:33	18:04	19:33	20:00	20:26	20:26	19:19	18:59	17:11	18:59	17:11	18:51
3 07:26	07:13 08:31-09:07/36	06:40 08:12-09:20/68	06:54 17:40-19:03/83	06:13 17:41-19:00/79	05:49	05:52	06:14 17:56-19:07/71	06:41 17:35-19:04/89	07:06 08:53-09:49/56	06:36 07:54-08:45/51	07:08	07:08
3 17:53	17:35	18:05	19:34	20:01	20:27	20:26	19:18	18:58	17:13	18:58	17:13	18:51
4 07:26	07:12 08:29-09:09/40	06:39 08:13-09:20/67	06:52 17:40-19:04/84	06:12 17:41-19:00/79	05:49	05:52	06:15 17:55-19:07/72	06:41 17:35-19:03/88	07:07 08:52-09:50/58	06:37 07:55-08:44/49	07:09	07:09
4 17:53	17:36	18:06	19:35	20:02	20:28	20:28	19:20	18:59	17:15	18:59	17:15	18:51
5 07:26	07:11 08:28-09:11/43	06:37 08:12-09:18/66	06:51 17:39-19:04/85	06:11 17:42-18:59/77	05:48	05:53	06:16 17:53-19:07/74	06:42 17:35-19:02/87	07:08 08:51-09:51/60	06:38 07:56-08:43/47	07:09	07:09
5 17:54	17:37	18:07	19:36	20:03	20:28	20:28	19:20	18:59	17:15	18:59	17:15	18:51
6 07:26	07:10 08:26-09:13/47	06:36 08:13-09:18/65	06:49 17:39-19:05/86	06:10 17:43-18:59/76	05:48	05:53	06:17 17:53-19:08/75	06:43 17:35-19:01/86	07:09 08:50-09:52/62	06:40 07:58-08:41/43	07:10	07:10
6 17:55	17:38	18:07	19:37	20:04	20:29	20:29	19:21	18:57	17:17	18:57	17:17	18:51
7 07:26	07:09 08:25-09:14/49	06:34 08:13-09:16/63	06:48 17:38-19:05/87	06:08 17:43-18:58/75	05:48	05:54	06:17 17:52-19:09/77	06:44 17:34-18:59/85	07:10 08:49-09:53/64	06:41 07:59-08:39/40	07:11	07:11
7 17:56	17:39	18:08	19:37	20:05	20:29	20:29	19:23	18:55	17:06	18:55	17:06	18:51
8 07:26	07:08 08:24-09:16/52	06:33 08:14-09:15/61	06:46 17:38-19:06/88	06:07 17:44-18:57/73	05:48	05:55	06:18 17:52-19:09/77	06:45 17:34-18:58/81	07:11 08:48-09:53/65	06:42 08:02-08:38/36	07:12	07:12
8 17:57	17:40	18:09	19:38	20:06	20:30	20:30	19:24	18:54	17:05	18:54	17:05	18:51
9 07:26	07:07 08:22-09:17/55	06:31 08:14-09:13/59	06:45 17:37-19:06/89	06:06 17:45-18:57/72	05:48	05:55	06:19 17:51-19:10/79	06:46 17:34-18:57/83	07:13 08:48-09:54/66	06:43 08:05-08:35/30	07:13	07:13
9 17:58	17:41	18:10	19:39	20:07	20:30	20:30	19:24	18:54	17:04	18:54	17:04	18:51
10 07:26	07:06 08:21-09:18/57	06:30 08:15-09:12/57	06:43 17:37-19:06/89	06:05 17:45-18:56/71	05:47	05:56	06:19 17:51-19:10/79	06:47 17:34-18:56/82	07:13 08:47-09:54/67	06:44 08:08-08:35/25	07:14	07:14
10 17:59	17:42	18:11	19:40	20:08	20:31	20:31	19:24	18:54	17:04	18:54	17:04	18:51
11 07:26	07:05 08:20-09:19/59	06:28 08:15-09:10/55	06:42 17:37-19:07/90	06:04 17:46-18:55/69	05:47	05:56	06:23 18:23-18:39/16	06:21 17:49-19:10/81	06:47 17:34-18:54/80	07:14 08:16-09:55/69	06:45 08:11-08:29/18	07:15
11 17:59	17:43	18:12	19:41	20:09	20:31	20:31	19:24	18:54	17:04	18:54	17:04	18:51
12 07:25	07:04 08:20-09:21/61	06:27 08:16-09:09/53	06:40 17:37-19:06/89	06:03 17:47-18:54/67	05:47	05:57	06:24 18:20-18:36/17	06:22 17:48-19:10/82	06:48 17:35-18:53/78	07:14 08:16-09:55/69	06:46	07:15
12 17:55	17:44	18:13	19:42	20:09	20:32	20:32	19:24	18:54	17:04	18:54	17:04	18:51
13 07:25	07:03 08:19-09:21/62	06:26 08:17-09:06/49	06:39 17:37-19:07/90	06:03 17:49-18:54/65	05:47	05:58	06:25 18:19-18:34/24	06:23 17:48-19:11/83	06:49 17:34-18:50/76	07:15 08:16-09:55/69	06:47	07:16
13 17:52	17:46	18:14	19:43	20:10	20:32	20:32	19:24	18:54	17:04	18:54	17:04	18:51
14 07:25	07:02 08:17-09:21/64	06:24 08:19-09:05/46	06:38 17:37-19:06/89	06:02 17:49-18:53/64	05:47	05:58	06:26 18:16-18:31/28	06:23 17:47-19:11/84	06:50 17:34-18:49/75	07:16 08:15-09:56/71	06:48	07:17
14 17:53	17:47	18:15	19:44	20:11	20:33	20:32	19:24	18:54	17:04	18:54	17:04	18:51
15 07:25	07:01 08:17-09:22/65	06:23 17:21-17:30/9	06:36 17:37-19:07/90	06:01 17:50-18:52/62	05:47	05:59	06:27 18:15-18:36/31	06:24 17:47-19:11/84	06:51 17:35-18:48/73	07:17 08:15-09:56/71	06:49	07:18
15 17:54	17:48	18:16	19:45	20:12	20:33	20:32	19:24	18:54	17:04	18:54	17:04	18:51
16 07:24	07:00 08:16-09:23/67	06:21 17:13-17:38/25	06:35 17:36-19:06/90	06:00 17:51-18:51/60	05:47	06:00	06:28 18:14-18:39/34	06:25 17:46-19:11/85	06:52 17:36-18:47/71	07:18 08:15-09:56/71	06:50	07:18
16 17:55	17:49	18:17	19:46	20:13	20:34	20:31	19:24	18:54	17:04	18:54	17:04	18:51
17 07:24	06:58 08:16-09:24/68	06:20 17:08-17:41/33	06:33 17:37-19:06/89	05:59 17:52-18:50/58	05:47	06:00	06:29 18:13-18:30/37	06:26 17:45-19:11/86	06:52 17:37-18:46/69	07:19 08:15-09:56/71	06:51	07:19
17 17:56	17:50	18:18	19:47	20:14	20:34	20:31	19:24	18:54	17:04	18:54	17:04	18:51
18 07:24	06:57 08:16-09:24/68	06:18 17:05-17:45/40	06:32 17:38-19:07/89	05:58 17:53-18:50/57	05:47	06:01	06:30 18:11-18:31/40	06:27 17:44-19:11/87	06:53 17:36-18:43/67	07:20 08:15-09:56/71	06:52	07:19
18 17:57	17:51	18:19	19:48	20:15	20:34	20:30	19:24	18:54	17:04	18:54	17:04	18:51
19 07:23	06:56 08:14-09:24/70	06:16 17:01-17:47/46	06:31 17:37-19:06/89	05:57 17:54-18:49/55	05:47	06:02	06:31 18:10-18:32/42	06:28 17:44-19:11/87	06:54 17:37-18:42/65	07:21 08:15-09:56/71	06:53	07:20
19 17:58	17:52	18:20	19:49	20:16	20:35	20:30	19:24	18:54	17:04	18:54	17:04	18:51
20 07:23	06:55 08:14-09:24/70	06:15 16:59-17:50/51	06:29 17:38-19:06/88	05:57 17:56-18:47/52	05:48	06:03	06:32 18:09-18:34/45	06:29 17:44-19:11/87	06:55 17:39-18:40/61	07:22 08:15-09:55/70	06:54	07:21
20 17:59	17:53	18:21	19:50	20:16	20:35	20:29	19:24	18:54	17:04	18:54	17:04	18:51
21 07:22	06:53 08:14-09:24/70	06:13 16:57-17:51/54	06:28 17:38-19:06/88	05:56 17:56-18:46/50	05:48	06:03	06:33 18:08-18:34/46	06:30 17:43-19:11/88	06:56 17:40-18:39/59	07:23 08:15-09:55/70	06:56	07:21
21 17:59	17:54	18:22	19:50	20:17	20:35	20:29	19:24	18:54	17:04	18:54	17:04	18:51
22 07:22	06:52 08:14-09:25/71	06:12 16:55-17:53/58	06:27 17:38-19:05/87	05:55 17:58-18:46/48	05:48	06:04	06:34 18:07-18:36/49	06:30 17:42-19:10/88	06:57 17:41-18:37/56	07:24 08:15-09:55/70	06:57	07:22
22 17:59	17:55	18:23	19:51	20:18	20:35	20:28	19:24	18:54	17:04	18:54	17:04	18:51
23 07:21	06:51 08:13-09:24/71	06:10 16:56-17:54/61	06:25 17:38-19:05/87	05:55 17:58-18:46/48	05:48	06:05	06:35 18:06-18:37/51	06:31 17:42-19:10/88	06:58 17:43-18:35/52	07:25 08:15-09:54/69	06:58	07:22
23 17:56	17:56	18:24	19:52	20:19	20:35	20:27	19:24	18:54	17:04	18:54	17:04	18:51
24 07:21	06:50 08:13-09:24/71	06:09 16:51-17:55/64	06:24 17:38-19:05/87	05:54 18:00-18:44/44	05:48	06:06	06:36 18:05-18:38/53	06:32 17:41-19:10/89	06:58 17:44-18:31/47	07:26 08:15-09:54/69	06:59	07:23
24 17:53	17:57	18:25	19:53	20:20	20:36	20:26	19:24	18:54	17:04	18:54	17:04	18:51
25 07:20	06:48 08:13-09:24/71	06:07 16:49-17:56/67	06:23 17:39-19:05/86	05:53 18:01-18:42/41	05:49	06:07	06:37 18:04-19:00/56	06:33 17:40-19:10/90	06:59 17:46-18:38/42	07:27 07:46-08:33/67	07:00	07:23
25 17:58	17:58	18:26	19:54	20:20	20:36	20:26	19:24	18:54	17:04	18:54	17:04	18:51
26 07:19	06:47 08:12-09:23/71	06:06 16:47-17:56/69	06:21 17:38-19:04/86	05:53 18:03-18:41/38	05:49	06:07	06:38 18:03-19:00/57	06:34 17:40-19:09/89	07:00 17:49-18:25/36	07:28 07:46-08:32/66	07:01	07:24
26 17:56	17:59	18:26	19:55	20:21	20:36	20:25	19:24	18:54	17:04	18:54	17:04	18:51
27 07:19	06:46 08:13-09:23/70	06:04 16:47-17:58/71	06:20 17:39-19:04/85	05:52 18:04-18:40/36	05:49	06:08	06:38 18:02-19:01/59	06:35 17:39-19:09/90	07:01 17:53-18:21/28	07:29 07:47-08:32/65	07:02	07:24
27 17:57	18:00	18:27	19:56	20:22	20:36	20:24	19:24	18:54	17:04	18:54	17:04	18:51



PROGETTO DI UN IMPIANTO EOLICO E DELLE RELATIVE OPERE DI CONNESSIONE DA REALIZZARE IN AGRO DI MARSALA (TP) IN LOCALITA' C.DA MESSINELLO DI POTENZA COMPLESSIVA DI 56,00 MW DENOMINATO "MARSA-ALLAH"



RELAZIONE SULL'ANALISI DELL'EVOLUZIONE DELL'OMBRA INDOTTA DAGLI AEROGENERATORI (EFFETTO "SHADOW FLICKERING")

11/2021

REV: 0

Pag.37

WTG: MRS 06 - Siemens Gamesa SG 6.0-155 6600 155.0 !O! hub: 122,5 m (TOT: 200,0 m) (6)

Assumptions for shadow calculations

The calculated times are "worst case" given by the following assumptions:

The sun is shining all the day, from sunrise to sunset

The rotor plane is always perpendicular to the line from the WTG to the sun

The WTG is always operating

	January	February	March	April	May	June	July	August	September	October	November	December
1	07:25	07:15	06:13 16:15-17:35/80	06:57 19:04-19:11/7	06:15	05:50	05:51	06:12	06:39 19:11-19:20/9	07:05 16:55-18:10/75	06:34 16:00-16:50/50	07:06
2	17:01	17:32	18:03	19:32	20:00	20:26	20:36	20:20	19:41	18:54	17:12	16:51
3	07:26	07:14	06:11 16:15-17:35/80	06:55 19:05-19:13/8	06:14	05:49	05:51	06:13	06:40 19:08-19:17/9	07:05 16:54-18:09/75	06:35 16:02-16:49/47	07:07
4	17:02	17:34	18:04	19:33	20:00	20:26	20:36	20:19	19:39	18:53	17:11	16:51
5	07:26	07:13	06:53-16:57/4	06:40 16:14-17:34/80	06:54 19:04-19:13/9	06:13	05:49	05:52 06:14	06:41 19:06-19:16/10	07:06 16:53-18:09/76	06:36 16:03-16:47/44	07:08
6	17:03	17:35	18:05	19:34	20:01	20:27	20:36	20:18	19:38	18:51	17:10	16:51
7	07:26	07:12	16:45-17:05/20	06:39 16:14-17:35/81	06:52 19:05-19:14/9	06:12	05:49	05:52 06:15	06:42 19:05-19:15/10	07:07 16:52-18:09/77	06:37 16:06-16:44/38	07:09
8	17:03	17:36	18:06	19:35	20:02	20:28	20:36	20:17	19:36	18:50	17:09	16:51
9	07:26	07:11	16:41-17:09/28	06:37 16:14-17:34/80	06:51 19:05-19:15/10	06:11	05:48	05:53 06:16	06:42 19:04-19:14/10	07:08 16:51-18:09/78	06:39 16:08-16:42/34	07:09
10	17:04	17:37	18:07	19:36	20:03	20:28	20:35	20:16	19:35	18:48	17:08	16:51
11	07:26	07:10	16:38-17:12/34	06:36 16:14-17:34/80	06:49 19:06-19:16/10	06:10	05:48	05:53 06:17	06:43 19:02-19:12/10	07:09 16:51-18:09/78	06:40 16:11-16:38/27	07:10
12	17:05	17:38	18:08	19:37	20:04	20:29	20:35	20:14	19:33	18:47	17:07	16:51
13	07:26	07:09	16:35-17:15/40	06:34 16:14-17:33/79	06:48 19:07-19:16/9	06:09	05:48	05:54 06:17	06:44 19:00-19:10/10	07:10 16:50-18:09/79	06:41 16:15-16:34/19	07:11
14	17:06	17:39	18:09	19:37	20:05	20:29	20:35	20:13	19:32	18:45	17:06	16:51
15	07:26	07:08	16:33-17:17/44	06:29 16:15-17:33/78	06:46 19:08-19:18/10	06:07	05:48	05:55 06:18	06:45 18:59-19:09/10	07:11 16:50-18:09/79	06:42	07:12
16	17:07	17:40	18:09	19:38	20:06	20:30	20:35	20:12	19:30	18:44	17:05	16:51
17	07:26	07:07	16:31-17:19/48	06:31 16:14-17:32/78	06:45 19:08-19:18/10	06:06	05:48	05:55 06:19	06:46 18:58-19:07/9	07:12 16:49-18:09/80	06:43	07:13
18	17:08	17:41	18:10	19:39	20:07	20:30	20:34	20:11	19:29	18:42	17:04	16:51
19	07:26	07:06	16:30-17:21/51	06:30 16:15-17:32/77	06:43 19:10-19:19/9	06:05	05:47	05:56 06:20	06:47 18:58-19:06/8	07:13 16:49-18:09/80	06:44	07:14
20	17:09	17:42	18:11	19:40	20:08	20:31	20:34	20:10	19:27	18:41	17:03	16:51
21	07:26	07:05	16:28-17:22/54	06:29 16:15-17:31/76	06:42 19:12-19:21/9	06:04	05:47	05:56 06:21	06:47 18:57-19:05/8	07:14 16:49-18:09/80	06:45	07:15
22	17:10	17:44	18:12	19:41	20:09	20:32	20:34	20:09	19:26	18:40	17:02	16:51
23	07:26	07:04	16:27-17:23/56	06:27 16:16-17:30/74	06:40 19:15-19:21/6	06:04	05:47	05:57 06:22	06:48 18:57-19:03/6	07:15 16:48-18:08/80	06:46	07:15
24	17:11	17:45	18:13	19:42	20:10	20:32	20:33	20:08	19:24	18:38	17:02	16:51
25	07:25	07:03	16:26-17:24/58	06:26 16:16-17:29/73	06:39	06:03	05:47	05:58 06:23	06:49 18:56-19:01/5	07:15 16:48-18:08/80	06:47	07:16
26	17:12	17:46	18:14	19:43	20:10	20:32	20:33	20:06	19:22	18:37	17:01	16:51
27	07:25	07:02	16:24-17:25/61	06:24 16:17-17:29/72	06:38	06:02	05:47	05:58 06:24	06:50 18:56-18:59/3	07:16 16:48-18:08/80	06:48	07:17
28	17:13	17:47	18:15	19:44	20:11	20:33	20:33	20:05	19:21	17:35-17:44/9	18:35	17:00
29	07:25	07:01	16:23-17:26/63	06:23 16:17-17:27/70	06:36	06:01	05:47	05:59 06:24	06:51 18:56-18:58/2	07:17 16:48-18:07/79	06:49	07:18
30	17:14	17:48	18:16	19:45	20:12	20:33	20:32	20:04	19:19	17:28-17:51/23	18:34	16:59
31	07:24	07:00	16:22-17:27/65	06:21 16:18-17:27/69	06:35	06:00	05:47	06:00 06:25	06:52 18:56-18:57/1	07:18 16:48-18:07/79	06:50	07:18
32	17:15	17:49	18:17	19:46	20:13	20:34	20:32	20:03	19:18	17:24-17:54/30	18:32	16:58
33	07:24	06:58	16:21-17:29/68	06:20 16:18-17:25/67	06:33	05:59	05:47	06:00 06:26	06:52 17:21-17:57/36	07:19 16:48-18:06/78	06:51	07:19
34	17:16	17:50	18:18	19:47	20:14	20:34	20:31	20:01	19:16	18:31	16:58	16:52
35	07:24	06:57	16:21-17:30/69	06:18 16:20-17:24/64	06:32	05:58	05:47	06:01 06:27	06:53 17:17-17:58/41	07:20 16:48-18:05/77	06:52	07:20
36	17:17	17:51	18:19	19:48	20:15	20:34	20:30	20:00	19:15	18:30	16:57	16:53
37	07:23	06:56	16:19-17:31/72	06:17 16:20-17:23/63	06:31	05:57	05:47	06:02 06:28	06:54 17:14-18:00/46	07:21 16:48-18:05/77	06:53	07:20
38	17:18	17:52	18:20	19:48	20:16	20:35	20:30	19:59	19:13	18:28	16:56	16:53
39	07:23	06:55	16:19-17:32/73	06:15 16:22-17:22/60	06:29	05:57	05:48	06:03 06:29	06:55 17:12-18:02/50	07:22 16:49-18:04/75	06:54	07:21
40	17:19	17:53	18:21	19:49	20:16	20:35	20:29	19:58	19:12	18:27	16:56	16:53
41	07:22	06:54	16:18-17:33/75	06:13 16:23-17:19/56	06:28	05:56	05:48	06:03 06:30	06:56 17:10-18:03/53	07:23 16:49-18:03/74	06:56	07:21
42	17:20	17:54	18:22	19:50	20:17	20:35	20:29	19:56	19:10	18:26	16:55	16:54
43	07:22	06:52	16:18-17:34/76	06:12 16:24-17:18/54	06:27	05:55	05:48	06:04 06:30	06:57 17:08-18:04/56	07:24 16:50-18:02/72	06:57	07:22
44	17:21	17:55	18:23	19:51	20:18	20:35	20:28	19:55	19:08	18:24	16:55	16:54
45	07:21	06:51	16:17-17:33/76	06:10 16:25-17:16/51	06:25	05:55	05:48	06:05 06:31	06:58 17:07-18:06/59	07:25 16:50-18:01/71	06:58	07:22
46	17:22	17:56	18:24	19:52	20:19	20:36	20:27	19:53	19:07	18:23	16:54	16:55
47	07:21	06:50	16:16-17:34/78	06:09 16:28-17:14/46	06:24	05:54	05:48	06:06 06:32	06:58 17:04-18:06/62	07:26 16:51-18:00/69	06:59	07:23
48	17:23	17:57	18:25	19:53	20:20	20:36	20:26	19:52	19:05	18:22	16:54	16:55
49	07:20	06:48	16:16-17:35/79	06:07 16:29-17:11/42	06:23	05:53	05:49	06:07 06:33	06:59 17:03-18:06/63	06:27 15:51-16:58/67	07:00	07:23
50	17:25	17:58	18:26	19:54	20:20	20:36	20:26	19:51	19:04	18:20	16:53	16:56
51	07:19	06:47	16:15-17:34/79	06:06 16:32-17:09/37	06:21	05:53	05:49	06:07 06:34	07:00 17:01-18:07/66	06:28 15:52-16:57/65	07:01	07:24
52	17:26	17:59	18:26	19:55	20:21	20:36	20:25	19:49	19:02	17:19	16:53	16:57
53	07:19	06:46	16:15-17:35/80	06:04 16:34-17:06/32	06:20	05:52	05:49	06:08 06:35	07:01 17:00-18:08/68	06:29 15:53-16:56/63	07:02	07:24
54	17:27	18:01	18:27	19:56	20:22	20:36	20:24	19:48	19:01	17:18	16:52	16:57
55	07:18	06:44	16:14-17:34/80	06:03 18:06-18:08/2	06:19	05:52	05:50	06:09 06:36	07:02 16:59-18:08/69	06:30 15:54-16:54/60	07:03	07:24
56	17:28	18:02		18:28 16:37-17:01/24	19:57	20:23	20:36	20:23	19:46	18:59	17:17	16:52
57	07:17		07:01 19:06-19:09/3	06:18	06:18	05:51	05:50	06:10 06:36	07:03 16:57-18:09/72	06:31 15:55-16:53/58	07:04	07:25
58	17:29		19:29 17:43-17:55/12	19:58	20:23	20:36	20:22	19:45	18:58	17:16	16:52	16:59
59	07:16		07:00 19:05-19:09/4	06:16	06:16	05:51	05:51	06:11 06:37	07:04 16:56-18:09/73	06:32 15:56-16:52/56	07:05	07:25
60	17:30		19:30	19:59	20:24	20:36	20:21	19:44	18:56	17:14	16:52	16:59
61	07:16		06:58 19:05-19:11/6		06:16	05:50		06:12 06:38 19:15-19:21/6		06:33 15:59-16:51/52		07:25
62	17:31		19:31		20:25	20:35	20:21	19:42		17:13		17:00
63	Potential sun hours	306	302	370	395	440	442	450	422	374	348	298
64	Sum of minutes with flicker	0	1531	1850	106	0	0	0	6	996	2269	259

Tabella 13 Lista giornaliera dei singoli eventi di shadow flickering dovuta alla turbina MRS-07.



**PROGETTO DI UN IMPIANTO EOLICO E DELLE RELATIVE
OPERE DI CONNESSIONE DA REALIZZARE IN AGRO DI
MARSALA (TP) IN LOCALITA' C.DA MESSINELLO DI
POTENZA COMPLESSIVA DI 56,00 MW DENOMINATO
"MARSA-ALLAH"**



**RELAZIONE SULL'ANALISI DELL'EVOLUZIONE
DELL'OMBRA INDOTTA DAGLI AEROGENERATORI
(EFFETTO "SHADOW FLICKERING")**

11/2021

REV: 0

Pag.38

**WTG: MRS 07 - Siemens Gamesa SG 6.0-155 6600 155.0 !O! hub: 122,5 m (TOT: 200,0 m) (7)
Assumptions for shadow calculations**

The calculated times are "worst case" given by the following assumptions:

The sun is shining all the day, from sunrise to sunset

The rotor plane is always perpendicular to the line from the WTG to the sun

The WTG is always operating

	January	February	March	April	May	June	July	August	September	October	November	December		
1	07:26	07:15	06:43	06:57	06:15	05:50	05:51	06:12	06:39	07:05	18:30-18:33/3	06:34	07:06	
	17:01	17:32	18:03	19:32	20:00	20:26	20:36	20:20	19:11	18:55	17:12	18:51	17:12	18:51
2	07:26	07:14	06:42	06:55	06:14	05:50	05:51	06:13	06:40	07:06	18:29-18:31/2	06:35	07:07	
	17:02	17:34	18:04	19:33	20:00	20:26	20:36	20:19	19:39	18:53	17:11	18:51	17:11	18:51
3	07:26	07:13	06:40	06:54	06:13	05:49	05:52	06:14	06:41	07:06	06:36	07:08	06:36	07:08
	17:03	17:35	18:05	19:34	20:01	20:27	20:36	20:18	19:38	18:51	17:10	18:51	17:10	18:51
4	07:26	07:12	06:39	06:52	06:12	05:49	05:52	06:15	06:42	07:07	06:38	07:09	06:38	07:09
	17:04	17:36	18:06	19:35	20:02	20:28	20:36	20:17	19:36	18:50	17:09	18:50	17:09	18:50
5	07:26	07:11	06:37	06:51	06:11	05:49	05:53	06:16	06:42	07:08	06:39	07:10	06:39	07:10
	17:04	17:37	18:07	19:36	20:03	20:28	20:36	20:16	19:35	18:48	17:08	18:51	17:08	18:51
6	07:26	07:10	06:36	06:49	06:10	05:48	05:54	06:17	06:43	07:09	06:40	07:10	06:40	07:10
	17:05	17:38	18:08	19:37	20:04	20:29	20:35	20:15	19:33	18:47	17:07	18:51	17:07	18:51
7	07:26	07:10	06:34	06:48	06:09	05:48	05:54	06:18	06:44	07:10	06:41	07:10	06:41	07:10
	17:06	17:39	18:09	19:38	20:05	20:29	20:35	20:13	19:32	18:45	17:06	18:51	17:06	18:51
8	07:26	07:09	06:33	06:46	06:08	05:48	05:55	06:18	06:45	07:11	06:42	07:12	06:42	07:12
	17:07	17:40	18:10	19:38	20:06	20:30	20:35	20:12	19:30	18:44	17:05	18:51	17:05	18:51
9	07:26	07:07	06:32	06:45	06:07	05:48	05:55	06:19	06:46	07:12	06:43	07:13	06:43	07:13
	17:08	17:41	18:11	19:39	20:07	20:31	20:35	20:11	19:29	18:42	17:04	18:51	17:04	18:51
10	07:26	07:06	06:30	06:43	06:06	05:48	05:56	06:20	06:47	07:13	06:44	07:14	06:44	07:14
	17:09	17:42	18:12	19:40	20:08	20:31	20:34	20:10	19:27	18:41	17:03	18:51	17:03	18:51
11	07:26	07:05	06:29	06:42	06:05	05:47	05:56	06:21	06:47	07:14	06:45	07:15	06:45	07:15
	17:10	17:44	18:12	19:41	20:09	20:32	20:34	20:09	19:26	18:40	17:02	18:50	17:02	18:50
12	07:25	07:04	06:27	06:40	06:04	05:47	05:57	06:22	06:48	07:15	06:46	07:15	06:46	07:15
	17:11	17:45	18:13	19:42	20:10	20:32	20:33	20:08	19:24	18:38	17:02	18:51	17:02	18:51
13	07:25	07:03	06:26	06:39	06:03	05:47	05:58	06:23	06:49	07:16	06:47	07:16	06:47	07:16
	17:12	17:46	18:14	19:43	20:10	20:32	20:33	20:07	19:22	18:37	17:01	18:51	17:01	18:51
14	07:25	07:02	06:24	06:37	06:02	05:47	05:58	06:24	06:50	07:16	06:48	07:17	06:48	07:17
	17:13	17:47	18:15	19:44	20:11	20:33	20:33	20:05	19:21	18:35	17:00	18:51	17:00	18:51
15	07:25	07:01	06:23	06:36	06:01	05:47	05:59	06:24	06:51	07:17	06:49	07:18	06:49	07:18
	17:14	17:48	18:16	19:45	20:12	20:33	20:32	20:04	19:19	18:34	16:59	18:52	16:59	18:52
16	07:24	07:00	06:21	06:34	06:00	05:47	06:00	06:25	06:52	07:18	06:50	07:18	06:50	07:18
	17:15	17:49	18:17	19:46	20:13	20:34	20:32	20:03	19:18	18:32	16:58	18:52	16:58	18:52
17	07:24	06:59	06:20	06:33	06:00	05:47	06:01	06:26	06:53	07:19	06:51	07:19	06:51	07:19
	17:16	17:50	18:18	19:47	20:14	20:34	20:31	20:02	19:16	18:31	16:58	18:52	16:58	18:52
18	07:24	06:57	06:18	06:32	06:00	05:47	06:01	06:27	06:53	07:20	06:52	07:20	06:52	07:20
	17:17	17:51	18:19	19:48	20:15	20:34	20:30	20:00	19:15	18:30	16:57	18:53	16:57	18:53
19	07:23	06:56	06:17	06:31	06:00	05:48	06:02	06:28	06:54	07:21	06:53	07:20	06:53	07:20
	17:18	17:52	18:20	19:49	20:16	20:35	20:30	19:59	19:13	18:28	16:56	18:53	16:56	18:53
20	07:23	06:55	06:15	06:29	06:00	05:48	06:03	06:29	06:55	07:22	06:54	07:21	06:54	07:21
	17:19	17:53	18:21	19:50	20:16	20:35	20:29	19:58	19:12	18:27	16:56	18:53	16:56	18:53
21	07:22	06:54	06:14	06:28	06:00	05:48	06:04	06:30	06:56	07:23	06:55	07:21	06:55	07:21
	17:20	17:54	18:22	19:50	20:17	20:35	20:29	19:56	19:10	18:26	16:55	18:54	16:55	18:54
22	07:22	06:52	06:12	06:27	06:00	05:48	06:04	06:30	06:57	07:24	06:57	07:22	06:57	07:22
	17:21	17:55	18:23	19:51	20:18	20:35	20:28	19:55	19:08	18:24	16:55	18:54	16:55	18:54
23	07:21	06:51	06:10	06:25	06:00	05:48	06:05	06:31	06:58	07:25	06:58	07:22	06:58	07:22
	17:22	17:56	18:24	19:52	20:19	20:36	20:27	19:54	19:07	18:23	16:54	18:53	16:54	18:53
24	07:21	06:50	06:09	06:24	06:00	05:49	06:06	06:32	06:59	07:26	06:59	07:23	06:59	07:23
	17:24	17:57	18:25	19:53	20:20	20:36	20:26	19:52	19:05	18:22	16:54	18:53	16:54	18:53
25	07:20	06:48	06:07	06:23	06:00	05:49	06:07	06:33	06:59	07:27	06:59	07:23	06:59	07:23
	17:25	17:59	18:26	19:54	20:21	20:36	20:26	19:51	19:04	18:21	16:53	18:54	16:53	18:54
26	07:19	06:47	06:06	06:21	06:00	05:49	06:07	06:34	07:00	07:28	07:01	07:24	07:01	07:24
	17:26	18:00	18:27	19:55	20:21	20:36	20:25	19:49	19:02	18:19	16:53	18:54	16:53	18:54
27	07:19	06:46	06:04	06:20	06:00	05:49	06:08	06:35	07:01	07:29	07:02	07:24	07:02	07:24
	17:27	18:01	18:27	19:56	20:22	20:36	20:24	19:48	19:01	18:18	16:53	18:54	16:53	18:54
28	07:18	06:44	06:03	06:19	06:00	05:50	06:09	06:36	07:02	07:30	07:03	07:24	07:03	07:24
	17:28	18:02	18:28	19:57	20:23	20:36	20:23	19:47	18:59	18:17	16:52	18:54	16:52	18:54
29	07:17		07:01	06:18	06:00	05:50	06:10	06:36	07:03	07:31	07:04	07:25	07:04	07:25
	17:29		19:29	19:58	20:24	20:36	20:22	19:45	18:58	18:16	16:52	18:54	16:52	18:54
30	07:17		07:00	06:16	06:00	05:51	06:11	06:37	07:04	07:32	07:05	07:25	07:05	07:25
	17:30		19:30	19:59	20:24	20:36	20:21	19:44	18:56	18:15	16:52	18:54	16:52	18:54
31	07:16		06:58		06:50		06:12	06:38		06:33		07:25		07:25
	17:31		19:31		20:25		20:21	19:42		17:13		17:00		17:00
Potential sun hours	306	302	370	395	440	442	450	422	374	348	305	298	305	298
Sum of minutes with flicker	0	0	80	0	0	0	0	0	74	5	0	0	0	0

Tabella 14 Lista giornaliera degli eventi **nulli** di shadow flickering dovuta alla turbina MRS-08.



**PROGETTO DI UN IMPIANTO EOLICO E DELLE RELATIVE
OPERE DI CONNESSIONE DA REALIZZARE IN AGRO DI
MARSALA (TP) IN LOCALITA' C.DA MESSINELLO DI
POTENZA COMPLESSIVA DI 56,00 MW DENOMINATO
"MARSA-ALLAH"**



**RELAZIONE SULL'ANALISI DELL'EVOLUZIONE
DELL'OMBRA INDOTTA DAGLI AEROGENERATORI
(EFFETTO "SHADOW FLICKERING")**

11/2021

REV: 0

Pag.39

**WTG: MRS 08 - Siemens Gamesa SG 6.0-155 6600 155.0 !O! hub: 122,5 m (TOT: 200,0 m) (8)
Assumptions for shadow calculations**

The calculated times are "worst case" given by the following assumptions:

The sun is shining all the day, from sunrise to sunset

The rotor plane is always perpendicular to the line from the WTG to the sun

The WTG is always operating

	January	February	March	April	May	June	July	August	September	October	November	December
1	07:26	07:15	06:13	06:57	06:15	05:50	05:51	06:12	06:39	07:05	06:34	07:06
1	17:01	17:32	18:03	19:32	20:00	20:26	20:36	20:20	19:41	18:55	17:12	16:51
2	07:26	07:14	06:12	06:55	06:14	05:50	05:51	06:13	06:40	07:06	06:35	07:07
1	17:02	17:34	18:04	19:33	20:01	20:26	20:36	20:19	19:39	18:53	17:11	16:51
3	07:26	07:13	06:10	06:54	06:13	05:49	05:52	06:14	06:41	07:06	06:36	07:08
1	17:03	17:35	18:05	19:34	20:01	20:27	20:36	20:18	19:38	18:51	17:10	16:51
4	07:26	07:12	06:39	06:52	06:12	05:49	05:52	06:15	06:42	07:07	06:38	07:09
1	17:04	17:36	18:06	19:35	20:02	20:28	20:36	20:17	19:36	18:50	17:09	16:51
5	07:26	07:11	06:37	06:51	06:11	05:49	05:53	06:16	06:42	07:08	06:39	07:10
1	17:04	17:37	18:07	19:36	20:03	20:28	20:36	20:16	19:35	18:48	17:08	16:51
6	07:26	07:11	06:36	06:49	06:10	05:48	05:54	06:17	06:43	07:09	06:40	07:10
1	17:05	17:38	18:08	19:37	20:04	20:29	20:35	20:15	19:33	18:47	17:07	16:51
7	07:26	07:10	06:34	06:48	06:09	05:48	05:54	06:18	06:44	07:10	06:41	07:11
1	17:06	17:39	18:09	19:38	20:05	20:29	20:35	20:14	19:32	18:45	17:06	16:51
8	07:26	07:09	06:33	06:46	06:08	05:48	05:55	06:18	06:45	07:11	06:42	07:12
1	17:07	17:40	18:10	19:38	20:06	20:30	20:35	20:12	19:30	18:44	17:05	16:51
9	07:26	07:08	06:32	06:45	06:07	05:48	05:55	06:19	06:46	07:12	06:43	07:13
1	17:08	17:41	18:11	19:39	20:07	20:31	20:35	20:11	19:29	18:43	17:04	16:51
10	07:26	07:06	06:30	06:43	06:06	05:48	05:56	06:20	06:47	07:13	06:44	07:14
1	17:09	17:43	18:12	19:40	20:08	20:31	20:34	20:10	19:27	18:41	17:03	16:51
11	07:26	07:05	06:29	06:42	06:05	05:47	05:56	06:21	06:48	07:14	06:45	07:15
1	17:10	17:44	18:12	19:41	20:09	20:32	20:34	20:09	19:26	18:40	17:02	16:51
12	07:25	07:04	06:27	06:41	06:04	05:47	05:57	06:22	06:48	07:15	06:46	07:15
1	17:11	17:45	18:13	19:42	20:10	20:32	20:33	20:08	19:24	18:38	17:02	16:51
13	07:25	07:03	06:26	06:39	06:02	05:47	05:58	06:23	06:49	07:16	06:47	07:16
1	17:12	17:46	18:14	19:43	20:11	20:33	20:33	20:07	19:23	18:37	17:01	16:51
14	07:25	07:02	06:24	06:38	06:02	05:47	05:58	06:24	06:50	07:16	06:48	07:17
1	17:13	17:47	18:15	19:44	20:11	20:33	20:33	20:05	19:21	18:35	17:00	16:51
15	07:25	07:01	06:23	06:36	06:01	05:47	05:59	06:24	06:51	07:17	06:49	07:18
1	17:14	17:48	18:16	19:45	20:12	20:33	20:32	20:04	19:19	18:34	16:59	16:52
16	07:24	07:00	06:21	06:35	06:00	05:47	06:00	06:25	06:52	07:18	06:50	07:18
1	17:15	17:49	18:17	19:46	20:13	20:34	20:32	20:03	19:18	18:32	16:58	16:52
17	07:24	06:59	06:20	06:33	05:59	05:47	06:01	06:26	06:53	07:19	06:51	07:19
1	17:16	17:50	18:18	19:47	20:14	20:34	20:31	20:02	19:16	18:31	16:58	16:52
18	07:24	06:57	06:18	06:32	05:58	05:47	06:01	06:27	06:53	07:20	06:52	07:20
1	17:17	17:51	18:19	19:48	20:15	20:34	20:31	20:00	19:15	18:30	16:57	16:53
19	07:23	06:56	06:17	06:31	05:58	05:48	06:02	06:28	06:54	07:21	06:54	07:20
1	17:18	17:52	18:20	19:49	20:16	20:35	20:30	19:59	19:13	18:28	16:56	16:53
20	07:23	06:55	06:15	06:29	05:57	05:48	06:03	06:29	06:55	07:22	06:55	07:21
1	17:19	17:53	18:21	19:49	20:17	20:35	20:29	19:58	19:12	18:27	16:56	16:53
21	07:22	06:54	06:14	06:28	05:56	05:48	06:04	06:30	06:56	07:23	06:56	07:21
1	17:20	17:54	18:22	19:50	20:17	20:35	20:29	19:56	19:10	18:26	16:55	16:54
22	07:22	06:52	06:12	06:27	05:55	05:48	06:04	06:30	06:57	07:24	06:57	07:22
1	17:21	17:55	18:23	19:51	20:18	20:35	20:28	19:55	19:08	18:24	16:55	16:54
23	07:21	06:51	06:11	06:25	05:55	05:48	06:05	06:31	06:58	07:25	06:58	07:22
1	17:22	17:56	18:24	19:52	20:19	20:36	20:27	19:54	19:07	18:23	16:54	16:55
24	07:21	06:50	06:09	06:24	05:54	05:49	06:06	06:32	06:59	07:26	06:59	07:23
1	17:24	17:58	18:25	19:53	20:20	20:36	20:27	19:52	19:05	18:22	16:54	16:55
25	07:20	06:48	06:07	06:23	05:53	05:49	06:07	06:33	06:59	06:27	07:00	07:23
1	17:25	17:59	18:26	19:54	20:21	20:36	20:26	19:51	19:04	17:21	16:53	16:56
26	07:19	06:47	06:06	06:21	05:53	05:49	06:07	06:34	07:00	06:28	07:01	07:24
1	17:26	18:00	18:27	19:55	20:21	20:36	20:25	19:49	19:02	17:19	16:53	16:57
27	07:19	06:46	06:04	06:20	05:52	05:49	06:08	06:35	07:01	06:29	07:02	07:24
1	17:27	18:01	18:27	19:56	20:22	20:36	20:24	19:48	19:01	17:18	16:53	16:57
28	07:18	06:44	06:03	06:19	05:52	05:50	06:09	06:36	07:02	06:30	07:03	07:24
1	17:28	18:02	18:28	19:57	20:23	20:36	20:23	19:47	18:59	17:17	16:52	16:58
29	07:17		07:01	06:18	05:51	05:50	06:10	06:36	07:03	06:31	07:04	07:25
1	17:29		19:29	19:58	20:24	20:36	20:22	19:45	18:58	17:16	16:52	16:59
30	07:17		07:00	06:16	05:51	05:51	06:11	06:37	07:04	06:32	07:05	07:25
1	17:30		19:30	19:59	20:24	20:36	20:22	19:44	18:56	17:15	16:52	16:59
31	07:16		06:58		05:50		06:12	06:38		06:33		07:25
1	17:31		19:31		20:25		20:21	19:42		17:13		17:00
Potential sun hours	306	302	370	395	440	442	450	422	374	348	305	298
Sum of minutes with flicker	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

Tabella 15 Lista giornaliera degli eventi **nulli** di shadow flickering dovuta alla turbina MRS-09.



**PROGETTO DI UN IMPIANTO EOLICO E DELLE RELATIVE
OPERE DI CONNESSIONE DA REALIZZARE IN AGRO DI
MARSALA (TP) IN LOCALITA' C.DA MESSINELLO DI
POTENZA COMPLESSIVA DI 56,00 MW DENOMINATO
"MARSA-ALLAH"**



**RELAZIONE SULL'ANALISI DELL'EVOLUZIONE
DELL'OMBRA INDOTTA DAGLI AEROGENERATORI
(EFFETTO "SHADOW FLICKERING")**

11/2021

REV: 0

Pag.40

**WTG: MRS 09 - Siemens Gamesa SG 6.0-155 6600 155.0 !O! hub: 122,5 m (TOT: 200,0 m) (9)
Assumptions for shadow calculations**

The calculated times are "worst case" given by the following assumptions:

The sun is shining all the day, from sunrise to sunset

The rotor plane is always perpendicular to the line from the WTG to the sun

The WTG is always operating

	January	February	March	April	May	June	July	August	September	October	November	December
1	07:25	07:15	06:43	06:57	06:15	05:50	05:51	06:12	06:39	07:05	06:34	07:06
	17:01	17:32	18:03	19:32	20:00	20:26	20:36	20:20	19:11	18:54	17:12	16:51
2	07:26	07:14	06:42	06:55	06:14	05:49	05:51	06:13	06:40	07:05	06:35	07:07
	17:02	17:34	18:04	19:33	20:00	20:26	20:36	20:19	19:39	18:53	17:11	16:51
3	07:26	07:13	06:40	06:54	06:13	05:49	05:52	06:14	06:41	07:06	06:36	07:08
	17:03	17:35	18:05	19:34	20:01	20:27	20:36	20:18	19:38	18:51	17:10	16:51
4	07:26	07:12	06:39	06:52	06:12	05:49	05:52	06:15	06:42	07:07	06:37	07:09
	17:03	17:36	18:06	19:35	20:02	20:28	20:36	20:17	19:36	18:50	17:09	16:51
5	07:26	07:11	06:37	06:51	06:11	05:48	05:53	06:16	06:42	07:08	06:39	07:09
	17:04	17:37	18:07	19:36	20:03	20:28	20:35	20:16	19:35	18:48	17:08	16:51
6	07:26	07:10	06:36	06:49	06:10	05:48	05:53	06:17	06:43	07:09	06:40	07:10
	17:05	17:38	18:08	19:37	20:04	20:29	20:35	20:14	19:33	18:47	17:07	16:51
7	07:26	07:09	06:34	06:48	06:09	05:48	05:54	06:17	06:44	07:10	06:41	07:11
	17:06	17:39	18:09	19:37	20:05	20:29	20:35	20:13	19:32	18:45	17:06	16:51
8	07:26	07:08	06:33	06:46	06:07	05:48	05:55	06:18	06:45	07:11	06:42	07:12
	17:07	17:40	18:10	19:38	20:06	20:30	20:35	20:12	19:30	18:44	17:05	16:51
9	07:26	07:07	06:31	06:45	06:06	05:48	05:55	06:19	06:46	07:12	06:43	07:13
	17:08	17:41	18:10	19:39	20:07	20:30	20:34	20:11	19:29	18:42	17:04	16:51
10	07:26	07:06	06:30	06:43	06:05	05:47	05:56	06:20	06:47	07:13	06:44	07:14
	17:09	17:42	18:11	19:40	20:08	20:31	20:34	20:10	19:27	18:41	17:03	16:51
11	07:26	07:05	06:29	06:42	06:04	05:47	05:56	06:21	06:47	07:14	06:45	07:15
	17:10	17:44	18:12	19:41	20:09	20:31	20:34	20:09	19:26	18:40	17:02	16:51
12	07:25	07:04	06:27	06:40	06:04	05:47	05:57	06:22	06:48	07:15	06:46	07:15
	17:11	17:45	18:13	19:42	20:10	20:32	20:33	20:08	19:24	18:38	17:02	16:51
13	07:25	07:03	06:26	06:39	06:03	05:47	05:58	06:23	06:49	07:15	06:47	07:16
	17:12	17:46	18:14	19:43	20:10	20:32	20:33	20:06	19:22	18:37	17:01	16:51
14	07:25	07:02	06:24	06:38	06:02	05:47	05:58	06:24	06:50	07:16	06:48	07:17
	17:13	17:47	18:15	19:44	20:11	20:33	20:33	20:05	19:21	18:35	17:00	16:51
15	07:25	07:01	06:23	06:36	06:01	05:47	05:59	06:24	06:51	07:17	06:49	07:18
	17:14	17:48	18:16	19:45	20:12	20:33	20:32	20:04	19:19	18:34	16:59	16:52
16	07:24	07:00	06:21	06:35	06:00	05:47	06:00	06:25	06:52	07:18	06:50	07:18
	17:15	17:49	18:17	19:46	20:13	20:34	20:32	20:03	19:18	18:32	16:58	16:52
17	07:24	06:58	06:20	06:33	05:59	05:47	06:01	06:26	06:53	07:19	06:51	07:19
	17:16	17:50	18:18	19:47	20:14	20:34	20:31	20:01	19:16	18:31	16:58	16:52
18	07:24	06:57	06:18	06:32	05:58	05:47	06:01	06:27	06:53	07:20	06:52	07:20
	17:17	17:51	18:19	19:48	20:15	20:34	20:30	20:00	19:15	18:30	16:57	16:53
19	07:23	06:56	06:17	06:31	05:58	05:47	06:02	06:28	06:54	07:21	06:53	07:20
	17:18	17:52	18:20	19:48	20:16	20:35	20:30	19:59	19:13	18:28	16:56	16:53
20	07:23	06:55	06:15	06:29	05:57	05:48	06:03	06:29	06:55	07:22	06:54	07:21
	17:19	17:53	18:21	19:49	20:16	20:35	20:29	19:58	19:12	18:27	16:56	16:53
21	07:22	06:54	06:13	06:28	05:56	05:48	06:03	06:30	06:56	07:23	06:56	07:21
	17:20	17:54	18:22	19:50	20:17	20:35	20:29	19:56	19:10	18:26	16:55	16:54
22	07:22	06:52	06:12	06:27	05:55	05:48	06:04	06:30	06:57	07:24	06:57	07:22
	17:21	17:55	18:23	19:51	20:18	20:35	20:28	19:55	19:08	18:24	16:55	16:54
23	07:21	06:51	06:10	06:25	05:53	05:48	06:05	06:31	06:58	07:25	06:58	07:22
	17:22	17:56	18:24	19:52	20:19	20:35	20:27	19:53	19:07	18:23	16:54	16:55
24	07:21	06:50	06:09	06:24	05:54	05:48	06:06	06:32	06:58	07:26	06:59	07:23
	17:24	17:57	18:25	19:53	20:20	20:36	20:28	19:52	19:05	18:22	16:54	16:55
25	07:20	06:48	06:07	06:23	05:53	05:49	06:07	06:33	06:59	06:27	06:54	07:23
	17:25	17:58	18:26	19:54	20:20	20:36	20:26	19:51	19:04	17:21	16:53	16:56
26	07:19	06:47	06:06	06:21	05:53	05:49	06:07	06:34	07:00	06:28	06:53	07:24
	17:26	17:59	18:26	19:55	20:21	20:36	20:25	19:49	19:02	17:19	16:51	16:57
27	07:19	06:46	06:04	06:20	05:52	05:49	06:08	06:35	07:01	06:29	06:53	07:24
	17:27	18:01	18:27	19:56	20:22	20:36	20:24	19:48	19:01	17:18	16:52	16:57
28	07:18	06:44	06:03	06:19	05:52	05:50	06:09	06:36	07:02	06:30	06:53	07:24
	17:28	18:02	18:28	19:57	20:23	20:36	20:23	19:46	18:59	17:17	16:52	16:58
29	07:17		07:01	06:18	05:51	05:50	06:10	06:36	07:03	06:31	06:52	07:25
	17:29		19:29	19:58	20:23	20:36	20:22	19:45	18:58	17:16	16:52	16:59
30	07:16		07:00	06:16	05:51	05:51	06:11	06:37	07:04	06:32	07:05	07:25
	17:30		19:30	19:59	20:24	20:36	20:21	19:44	18:56	17:15	16:52	16:59
31	07:16		06:58		05:50		06:12	06:38		06:33		07:25
	17:31		19:31		20:25		20:21	19:42		17:13		17:00
Potential sun hours	306	302	370	395	440	442	450	422	374	348	305	298
Sum of minutes with flicker	0	47	0	0	0	0	0	0	0	46	0	0

Tabella 16 Lista giornaliera dei singoli eventi di shadow flickering dovuta alla turbina MRS-10.

	PROGETTO DI UN IMPIANTO EOLICO E DELLE RELATIVE OPERE DI CONNESSIONE DA REALIZZARE IN AGRO DI MARSALA (TP) IN LOCALITA' C.DA MESSINELLO DI POTENZA COMPLESSIVA DI 56,00 MW DENOMINATO "MARSA-ALLAH" RELAZIONE SULL'ANALISI DELL'EVOLUZIONE DELL'OMBRA INDOTTA DAGLI AEROGENERATORI (EFFETTO "SHADOW FLICKERING")	 Ingegneria & Innovazione	
		11/2021	REV: 0

7 ANALISI DEI RISULTATI PER SINGOLO RICETTORE (WORST CASE)

Dai risultati precedenti si evince che tutti e tre i ricettori considerati sono interessati dal fenomeno di *shadow flickering*, in quanto caratterizzati da valori non nulli delle ore/anno, giorni/anno e ore/giorno di *shadow*. Di seguito si descrive l'analisi dei risultati ottenuti per ogni singolo ricettore.

Dall'analisi del "Calendar Graph" e del "Calendar Time" risulta che il fenomeno dello *shadow flickering* per il ricettore **REC-10** in "WORST CASE" si può verificare nel corso di 4 distinti periodi continuativi durante l'anno e più precisamente:

- *Periodo 1*: dal 31 gennaio al 29 marzo per un minimo di 12 minuti per giorno fino ad un massimo di 150 minuti per giorno causato dalla turbina MRS-05 alla mattina, all'interno della fascia oraria 8.00 / 9.30, e al pomeriggio dalle turbine MRS-06 e MRS-07 all'interno della fascia oraria 16.00 / 18.00;
- *Periodo 2*: dal 13 aprile al 9 maggio per un minimo di 3 minuti per giorno fino ad un massimo di 30 minuti per giorno causato dalla turbina MRS-04 prevalentemente al tramonto all'interno della fascia oraria 19.00 / 20.00.
- *Periodo 3*: dal 3 al 30 agosto per un minimo di 3 minuti per giorno fino ad un massimo di 30 minuti per giorno causato dalla turbina MRS-04 prevalentemente al tramonto all'interno della fascia oraria 19.00 / 20.00.
- *Periodo 4*: dal 14 settembre all' 11 novembre per un minimo di 9 minuti per giorno fino ad un massimo di 150 minuti per giorno causato dalla turbina MRS-05 alla mattina, all'interno della fascia oraria 7.30 / 10.00, e al pomeriggio dalle turbine MRS-06 e MRS-07 all'interno della fascia oraria 16.00 / 19.00.

Dall'analisi del "Calendar Graph" e del "Calendar Time" risulta che il fenomeno dello *shadow flickering* per il ricettore **REC-17** in "WORST CASE" si può verificare nel corso di 4 distinti periodi continuativi durante l'anno e più precisamente:

- *Periodo 1*: dal 14 al 22 febbraio per un minimo di 2 minuti per giorno fino ad un massimo di 6 minuti per giorno causato dalla turbina MRS-09 prevalentemente al tramonto all'incirca alle 17.30;
- *Periodo 2*: dal 15 marzo al 14 maggio per un minimo di 9 minuti per giorno fino ad un massimo di 92 minuti per giorno causato dalla turbina MRS-05 e MRS-06 prevalentemente al tramonto all'interno della fascia oraria 17.00 / 19.30;
- *Periodo 3*: dal 30 luglio al 28 settembre per un minimo di 15 minuti per giorno fino ad un massimo di 92 minuti per giorno causato dalla turbina MRS-05 e MRS-06 prevalentemente al tramonto all'interno della fascia oraria 17.30 / 19.30;
- *Periodo 4*: dal 20 al 29 ottobre per un minimo di 1 minuto per giorno fino ad un massimo di 5 minuti per giorno causato dalla turbina MRS-09 prevalentemente al tramonto all'incirca alle 18.00.

Dall'analisi del "Calendar Graph" e del "Calendar Time" risulta che il fenomeno dello *shadow flickering* per il ricettore **REC-18** in "WORST CASE" si può verificare nel corso di 4 distinti periodi continuativi durante l'anno e più precisamente:

- *Periodo 1*: dal 14 al 24 febbraio per un minimo di 1 minuto per giorno fino ad un massimo di 6 minuti per giorno causato dalla turbina MRS-09 prevalentemente al tramonto all'incirca alle 17.30;
- *Periodo 2*: dal 22 marzo al 2 giugno per un minimo di 13 minuti per giorno fino ad un massimo di 95 minuti per giorno causato dalla turbina MRS-05 e MRS-06 prevalentemente al tramonto all'interno della fascia oraria 17.00 / 19.30;
- *Periodo 3*: dal 10 luglio al 22 settembre per un minimo di 9 minuti per giorno fino ad un massimo di 95 minuti per

	PROGETTO DI UN IMPIANTO EOLICO E DELLE RELATIVE OPERE DI CONNESSIONE DA REALIZZARE IN AGRO DI MARSALA (TP) IN LOCALITA' C.DA MESSINELLO DI POTENZA COMPLESSIVA DI 56,00 MW DENOMINATO "MARSA-ALLAH"	 Ingegneria & Innovazione	
	RELAZIONE SULL'ANALISI DELL'EVOLUZIONE DELL'OMBRA INDOTTA DAGLI AEROGENERATORI (EFFETTO "SHADOW FLICKERING")	11/2021	REV: 0

giorno causato dalla turbina MRS-05 e MRS-06 prevalentemente al tramonto all'interno della fascia oraria 17.30 / 19.30;

- *Periodo 4*: dal 18 al 27 ottobre per un minimo di 2 minuti per giorno fino ad un massimo di 6 minuti per giorno causato dalla turbina MRS-09 prevalentemente al tramonto all'incirca alle 18.00.

Nella Tabella seguente vengono mostrate per ogni ricettore le durate totali del fenomeno dello *shadow flickering* causato dalle relative turbine.

Tabella 17 *Tabella riepilogativa dei dati di Shadow per ogni ricettore*

Ricettore	Turbine interessate	Shadow WORST CASE RSF01		
		Shadow ore per anno	Shadow giorni per anno	Shadow ore per giorno
REC-10	MRS-04 MRS-05 MRS-06 MRS-07	225.03	172	2.31
REC-17	MRS-05 MRS-06 MRS-09	134.03	141	1.32
REC-18	MRS-05 MRS-06 MRS-09	167.08	169	1.35

	PROGETTO DI UN IMPIANTO EOLICO E DELLE RELATIVE OPERE DI CONNESSIONE DA REALIZZARE IN AGRO DI MARSALA (TP) IN LOCALITA' C.DA MESSINELLO DI POTENZA COMPLESSIVA DI 56,00 MW DENOMINATO "MARSA-ALLAH"	 Ingegneria & Innovazione	
	RELAZIONE SULL'ANALISI DELL'EVOLUZIONE DELL'OMBRA INDOTTA DAGLI AEROGENERATORI (EFFETTO "SHADOW FLICKERING")	11/2021	REV: 0

8 ANALISI DEI RISULTATI PER SINGOLO AEROGENERATORE (WORST CASE)

Vengono analizzati nel presente paragrafo i risultati del calcolo del fenomeno di *shadow flickering* per singola turbina. 5 delle turbine proposte (MRS-04, MRS-05, MRS-06, MRS-07 E MRS-09) causano il fenomeno di *shadow flickering* sui ricettori selezionati ed analizzati nel presente lavoro.

Nelle Tabelle che seguono sono mostrati i risultati principali per singola turbina nel *WORST CASE*.

Tabella 18 Riepilogo del calcolo del fenomeno di *shadow flickering* per la turbina MRS-01 nel *WORST CASE*.

TURBINA MRS-01						
Periodo	Ricettori	Fascia oraria in cui si verifica shadow		Shadow WORST CASE		
				Durata minima (minuti/giorno)	Durata massima (minuti / giorno)	Durata totale (ore / anno)
nessuno	---	---	---	0	0	0

Tabella 19 Riepilogo del calcolo del fenomeno di *shadow flickering* per la turbina MRS-02 nel *WORST CASE*.

TURBINA MRS-02						
Periodo	Ricettori	Fascia oraria in cui si verifica shadow		Shadow WORST CASE		
				Durata minima (minuti/giorno)	Durata massima (minuti / giorno)	Durata totale (ore / anno)
nessuno	---	---	---	0	0	0

Tabella 20 Riepilogo del calcolo del fenomeno di *shadow flickering* per la turbina MRS-03 nel *WORST CASE*.

TURBINA MRS-03						
Periodo	Ricettori	Fascia oraria in cui si verifica shadow		Shadow WORST CASE		
				Durata minima (minuti/giorno)	Durata massima (minuti / giorno)	Durata totale (ore / anno)
nessuno	---	---	---	0	0	0

Tabella 21 Riepilogo del calcolo del fenomeno di *shadow flickering* per la turbina MRS-04 nel *WORST CASE*.

	PROGETTO DI UN IMPIANTO EOLICO E DELLE RELATIVE OPERE DI CONNESSIONE DA REALIZZARE IN AGRO DI MARSALA (TP) IN LOCALITA' C.DA MESSINELLO DI POTENZA COMPLESSIVA DI 56,00 MW DENOMINATO "MARSA-ALLAH"	 Ingegneria & Innovazione		
	RELAZIONE SULL'ANALISI DELL'EVOLUZIONE DELL'OMBRA INDOTTA DAGLI AEROGENERATORI (EFFETTO "SHADOW FLICKERING")	11/2021	REV: 0	Pag.45

TURBINA MRS-04						
Periodo	Ricettori	Fascia oraria in cui si verifica shadow		Shadow WORST CASE		
				Durata minima (minuti/giorno)	Durata massima (minuti / giorno)	Durata totale (ore / anno)
13 apr. / 8 mag.	REC-10	19.00	20.00	3	30	487.20
3 / 29 ago.	REC-10	19.00	20.00	3	30	

Tabella 22 Riepilogo del calcolo del fenomeno di shadow flickering per la turbina MRS-05 nel WORST CASE.

TURBINA MRS-05						
Periodo	Ricettori	Fascia oraria in cui si verifica shadow		Shadow WORST CASE		
				Durata minima (minuti/giorno)	Durata massima (minuti / giorno)	Durata totale (ore / anno)
31 gen. / 2 giu.	REC-10	8.00	9.30	6	90	
	REC-17					
	REC-18	16.30	19.00			
10 lug. / 11 nov.	REC-10	7.30	10.00	9	90	270.22
	REC-17					
	REC-18	17.30	19.00			

Tabella 23 Riepilogo del calcolo del fenomeno di shadow flickering per la turbina MRS-06 nel WORST CASE.

	PROGETTO DI UN IMPIANTO EOLICO E DELLE RELATIVE OPERE DI CONNESSIONE DA REALIZZARE IN AGRO DI MARSALA (TP) IN LOCALITA' C.DA MESSINELLO DI POTENZA COMPLESSIVA DI 56,00 MW DENOMINATO "MARSA-ALLAH"		 Ingegneria & Innovazione	
	RELAZIONE SULL'ANALISI DELL'EVOLUZIONE DELL'OMBRA INDOTTA DAGLI AEROGENERATORI (EFFETTO "SHADOW FLICKERING")		11/2021	REV: 0

TURBINA MRS-06						
Periodo	Ricettori	Fascia oraria in cui si verifica shadow		Shadow WORST CASE		
				Durata minima (minuti/giorno)	Durata massima (minuti / giorno)	Durata totale (ore / anno)
3 feb. / 12 apr.	REC-10	16.00	17.30	2	80	
	REC-17					
	REC-18	19.00	19.30			
31 ago. / 6 nov.	REC-10	16.00	18.15	1	80	116.57
	REC-17					
	REC-18	19.00	19.30			

Tabella 24 Riepilogo del calcolo del fenomeno di shadow flickering per la turbina MRS-07 nel WORST CASE.

TURBINA MRS-07						
Periodo	Ricettori	Fascia oraria in cui si verifica shadow		Shadow WORST CASE		
				Durata minima (minuti/giorno)	Durata massima (minuti / giorno)	Durata totale (ore / anno)
11 / 21 mar.	REC-10	17.30	18.00	1	11	2.39
22 set. / 2 ott.	REC-10	18.30	19.00	2	10	

Tabella 25 Riepilogo del calcolo del fenomeno di shadow flickering per la turbina MRS-08 nel WORST CASE.

	PROGETTO DI UN IMPIANTO EOLICO E DELLE RELATIVE OPERE DI CONNESSIONE DA REALIZZARE IN AGRO DI MARSALA (TP) IN LOCALITA' C.DA MESSINELLO DI POTENZA COMPLESSIVA DI 56,00 MW DENOMINATO "MARSA-ALLAH"			 Ingegneria & Innovazione		
	RELAZIONE SULL'ANALISI DELL'EVOLUZIONE DELL'OMBRA INDOTTA DAGLI AEROGENERATORI (EFFETTO "SHADOW FLICKERING")			11/2021	REV: 0	Pag.47

TURBINA MRS-08						
Periodo	Ricettori	Fascia oraria in cui si verifica shadow		Shadow WORST CASE		
				Durata minima (minuti/giorno)	Durata massima (minuti / giorno)	Durata totale (ore / anno)
nessuno	---	---	---	0	0	0

Tabella 26 Riepilogo del calcolo del fenomeno di shadow flickering per la turbina MRS-09 nel WORST CASE.

TURBINA MRS-09						
Periodo	Ricettori	Fascia oraria in cui si verifica shadow		Shadow WORST CASE		
				Durata minima (minuti/giorno)	Durata massima (minuti / giorno)	Durata totale (ore / anno)
14 / 24 feb.	REC-17	17.30	18.00	2	6	1.33
	REC-18					
18 / 29 ott.	REC-17	17.00	18.00	1	6	
	REC-18					

Tabella 27 Riepilogo del calcolo del fenomeno di shadow flickering per la turbina MRS-10 nel WORST CASE.

TURBINA MRS-10						
Periodo	Ricettori	Fascia oraria in cui si verifica shadow		Shadow WORST CASE		
				Durata minima (minuti/giorno)	Durata massima (minuti / giorno)	Durata totale (ore / anno)
nessuno	---	---	---	0	0	0

	PROGETTO DI UN IMPIANTO EOLICO E DELLE RELATIVE OPERE DI CONNESSIONE DA REALIZZARE IN AGRO DI MARSALA (TP) IN LOCALITA' C.DA MESSINELLO DI POTENZA COMPLESSIVA DI 56,00 MW DENOMINATO "MARSA-ALLAH" RELAZIONE SULL'ANALISI DELL'EVOLUZIONE DELL'OMBRA INDOTTA DAGLI AEROGENERATORI (EFFETTO "SHADOW FLICKERING")	 Ingegneria & Innovazione	
		11/2021	REV: 0

9 METODOLOGIA DI CALCOLO "REAL CASE" DELLO SHADOW FLICKERING

E' stato già detto che i diagrammi e le liste dei paragrafi precedenti, per quanto riguarda il Worst Case, sono rappresentativi delle condizioni di *shadow flickering* che nella realtà non hanno alcuna possibilità di verificarsi. In particolare, nei documenti citati, viene riportato il valore massimo di ore /anno di ombreggiamento su superficie orizzontale in ciascun punto nell'intorno delle opere in progetto. Tale valore massimo di ombreggiamento rappresenta pertanto il numero di ore di fenomeno di *shadow flickering* che non ha alcuna probabilità di essere superato nel corso di un anno. Dal punto di vista matematico, tale valore prende il nome di P0 ovvero sia quel numero di ore di fenomeno di *shadow flickering* che ha una probabilità dello zero per cento di essere superato nel corso di un anno.

Per quanto riguarda il "REAL CASE" si hanno più opzioni di calcolo tra cui il calcolo del P50 che, per analogia, è un'estensione del concetto precedente (P0) e cioè quel valore di ore di fenomeno di shadow flickering che ha una probabilità del 50 per cento (P50) di essere superato nel corso di un anno. In pratica, ogni anno si hanno le stesse probabilità (50%) di stare sopra o di stare sotto a questo valore P50. Orbene, per la legge dei grandi numeri, si ha che nel corso di un periodo di molti anni (come può essere assimilato il periodo ventennale ed oltre di vita attesa dell'impianto) il valore medio di un qualunque fenomeno stocastico tende ad approssimare proprio il valore P50.

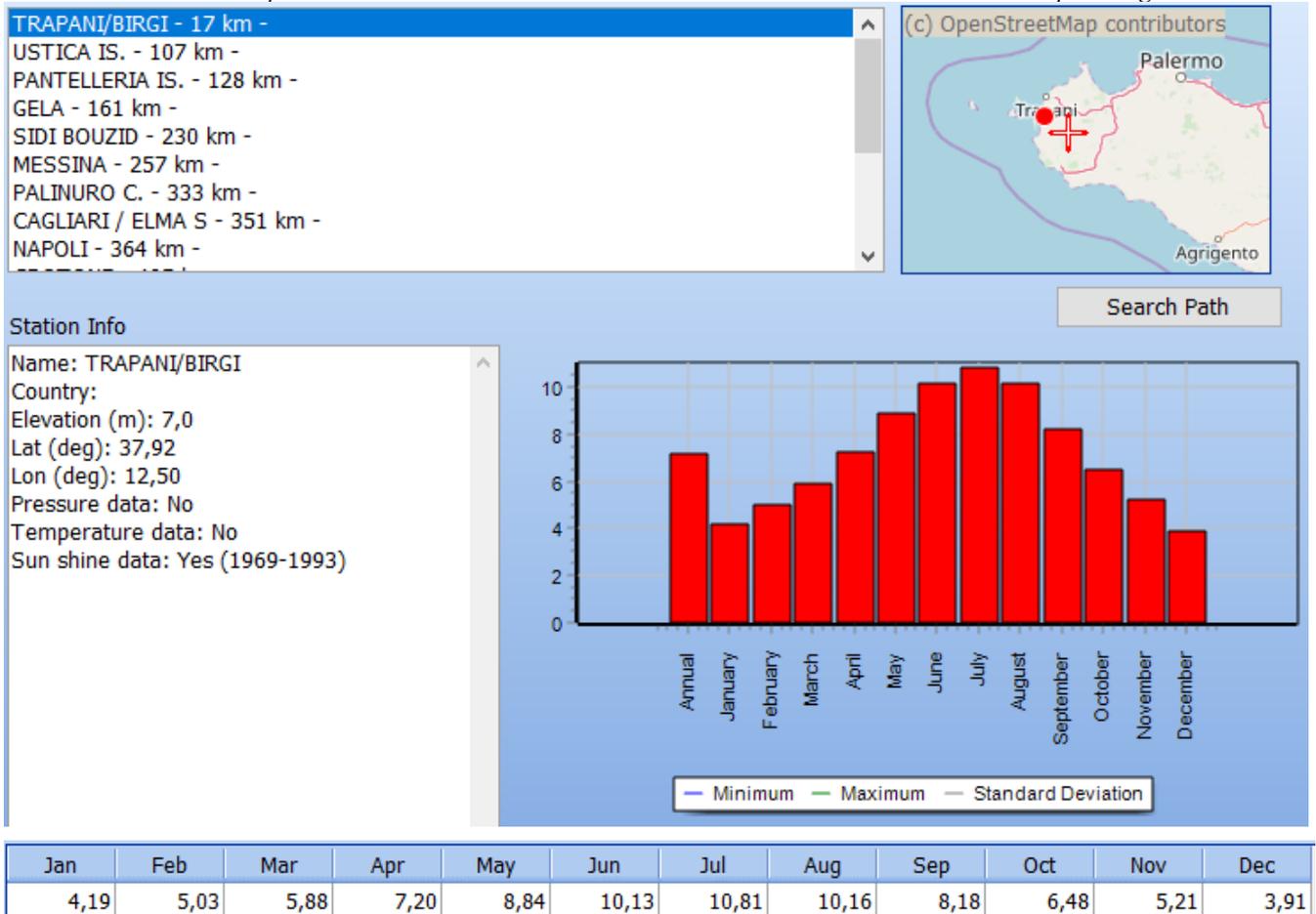
L'altra opzione di calcolo dello shadow flickering, per la sua valutazione nel caso del Real Case, è basato sull'interpolazione dei dati statistici ricavati da data base di stazioni climatiche presenti nell'intorno delle aree di studio e le ore attese di operatività dell'impianto.

Entrambi i metodi si basano sulle cosiddette incertezze date dalla possibile presenza di manto nuvoloso, dalla possibile assenza di vento e dal possibile orientamento del rotore in direzione non ortogonale alla congiungente ricettore-sole, ma sicuramente il secondo metodo, essendo basato su dati statistici in genere di alcune decine di anni, è quello che più si avvicina alla realtà dei luoghi e all'attività attesa.

Per il caso in esame, essendo in possesso dei dati necessari, si è optato per il calcolo del Real Case basato su dati statistici. Ritornando al discorso della quantificazione delle incertezze, la prima incertezza (ovvero quella dovuta alla possibile presenza di manto nuvoloso) può essere determinata sulla base della probabilità mensile di presenza di radiazione solare diretta desumibile o da stazioni meteorologiche o da rilevamenti satellitari. In particolare, per il progetto in esame si è utilizzata la banca dati ultra ventennale della stazione climatica "Trapani-Birgi".

I risultati per il progetto in esame vengono mostrati nella seguente tabella.

Tabella 28 Output dei dati di DSH tratto dalla banca dati della stazione climatica di "Trapan-Birgi".



Sulla base dei dati estratti è possibile quantificare l'errore percentuale che si commette nell'ipotizzare l'assenza di manto nuvoloso. Tale errore (da intendersi matematicamente come incertezza percentuale) viene definito per fasce orarie mensili.

Per quanto riguarda le altre due incertezze, similmente a quanto appena descritto e a partire dall'analisi dei dati anemometrici e dalla producibilità attesa del sito, è possibile quantificare le ore di operatività dell'impianto per settore di provenienza (tabella seguente) così come l'errore percentuale che si commette nell'ipotizzare l'orientamento del rotore in direzione sempre ortogonale alla congiungente ricettore-sole.

Tabella 29 Output delle ore di operatività attesa per i 12 settori di provenienza.

Settore	Centro Settore	"da" gradi	"a" gradi	Ore per Settore	Ore No Work	% Ore No Work
1	0	-15	15	610	90	14,8%
2	30	15	45	1062	283	26,6%
3	60	45	75	343	206	60,1%
4	90	75	105	183	137	74,8%
5	120	105	135	324	137	42,3%
6	150	135	165	1184	185	15,6%
7	180	165	195	779	200	25,6%
8	210	195	225	431	186	43,0%
9	240	225	255	486	191	39,3%
10	270	255	285	847	258	30,5%
11	300	285	315	1452	324	22,3%
12	330	315	345	1063	199	18,7%

Operational time

N	NNE	ENE	E	ESE	SSE	S	SSW	WSW	W	WNW	NNW	Sum
520	779	137	46	187	999	579	245	295	589	1.128	864	6.368

in "Ore No Work" sono indicate le ore per cui si prevede una velocità del vento minore del Cut-In dell'aerogeneratore (3 m/s), per le quali il rotore sarà fermo e non produrrà alcun effetto di Shadow Flickering ma solo una Fixed Shadow delle 3 pale e, se consideriamo che fino a circa 4-5 m/s le rotazioni RPM sono molto lievi (Idling) le ore "Very Low Work" con una riduzione sul totale delle ore/anno stimate nel 27,3%.

Interpolando tutti questi dati che agiscono contemporaneamente si ottiene la stima del fenomeno nel *REAL CASE* calcolati per ogni periodo e per ogni ricettore o turbina come riportato di seguito.



PROGETTO DI UN IMPIANTO EOLICO E DELLE RELATIVE OPERE DI CONNESSIONE DA REALIZZARE IN AGRO DI MARSALA (TP) IN LOCALITA' C.DA MESSINELLO DI POTENZA COMPLESSIVA DI 56,00 MW DENOMINATO "MARSA-ALLAH"



RELAZIONE SULL'ANALISI DELL'EVOLUZIONE DELL'OMBRA INDOTTA DAGLI AEROGENERATORI (EFFETTO "SHADOW FLICKERING")

11/2021

REV: 0

Pag.53

Calculation: Real Case Shadow receptor: REC 18 - Shadow Receptor: 1.0 x 1.0 Azimuth: 0,0° Slope: 90,0° (3)
 Sunshine probability S (Average daily sunshine hours) [TRAPANI/BIRGI]

Jan Feb Mar Apr May Jun Jul Aug Sep Oct Nov Dec
 4,19 5,03 5,88 7,20 8,84 10,13 10,81 10,16 8,18 6,48 5,21 3,91

Operational time

N NNE ENE E ESE SSE S SSW WSW W NNW NNW Sum
 520 779 137 46 187 999 579 245 295 589 1.128 864 6.368

	January	February	March	April	May	June	July	August	September	October	November	December
1	07:25	07:15	06:53	06:27	05:57	05:20	04:54	04:23	03:57	03:26	02:51	02:15
2	07:26	07:14	06:52	06:26	05:56	05:19	04:53	04:22	03:56	03:25	02:50	02:14
3	07:27	07:13	06:51	06:25	05:55	05:18	04:52	04:21	03:55	03:24	02:49	02:13
4	07:28	07:12	06:50	06:24	05:54	05:17	04:51	04:20	03:54	03:23	02:48	02:12
5	07:29	07:11	06:49	06:23	05:53	05:16	04:50	04:19	03:53	03:22	02:47	02:11
6	07:30	07:10	06:48	06:22	05:52	05:15	04:49	04:18	03:52	03:21	02:46	02:10
7	07:31	07:09	06:47	06:21	05:51	05:14	04:48	04:17	03:51	03:20	02:45	02:09
8	07:32	07:08	06:46	06:20	05:50	05:13	04:47	04:16	03:50	03:19	02:44	02:08
9	07:33	07:07	06:45	06:19	05:49	05:12	04:46	04:15	03:49	03:18	02:43	02:07
10	07:34	07:06	06:44	06:18	05:48	05:11	04:45	04:14	03:48	03:17	02:42	02:06
11	07:35	07:05	06:43	06:17	05:47	05:10	04:44	04:13	03:47	03:16	02:41	02:05
12	07:36	07:04	06:42	06:16	05:46	05:09	04:43	04:12	03:46	03:15	02:40	02:04
13	07:37	07:03	06:41	06:15	05:45	05:08	04:42	04:11	03:45	03:14	02:39	02:03
14	07:38	07:02	06:40	06:14	05:44	05:07	04:41	04:10	03:44	03:13	02:38	02:02
15	07:39	07:01	06:39	06:13	05:43	05:06	04:40	04:09	03:43	03:12	02:37	02:01
16	07:40	07:00	06:38	06:12	05:42	05:05	04:39	04:08	03:42	03:11	02:36	01:59
17	07:41	06:59	06:37	06:11	05:41	05:04	04:38	04:07	03:41	03:10	02:35	01:58
18	07:42	06:58	06:36	06:10	05:40	05:03	04:37	04:06	03:40	03:09	02:34	01:57
19	07:43	06:57	06:35	06:09	05:39	05:02	04:36	04:05	03:39	03:08	02:33	01:56
20	07:44	06:56	06:34	06:08	05:38	05:01	04:35	04:04	03:38	03:07	02:32	01:55
21	07:45	06:55	06:33	06:07	05:37	05:00	04:34	04:03	03:37	03:06	02:31	01:54
22	07:46	06:54	06:32	06:06	05:36	04:59	04:33	04:02	03:36	03:05	02:30	01:53
23	07:47	06:53	06:31	06:05	05:35	04:58	04:32	04:01	03:35	03:04	02:29	01:52
24	07:48	06:52	06:30	06:04	05:34	04:57	04:31	04:00	03:34	03:03	02:28	01:51
25	07:49	06:51	06:29	06:03	05:33	04:56	04:30	03:59	03:33	03:02	02:27	01:50
26	07:50	06:50	06:28	06:02	05:32	04:55	04:29	03:58	03:32	03:01	02:26	01:49
27	07:51	06:49	06:27	06:01	05:31	04:54	04:28	03:57	03:31	03:00	02:25	01:48
28	07:52	06:48	06:26	06:00	05:30	04:53	04:27	03:56	03:30	02:59	02:24	01:47
29	07:53	06:47	06:25	05:59	05:29	04:52	04:26	03:55	03:29	02:58	02:23	01:46
30	07:54	06:46	06:24	05:58	05:28	04:51	04:25	03:54	03:28	02:57	02:22	01:45
31	07:55	06:45	06:23	05:57	05:27	04:50	04:24	03:53	03:27	02:56	02:21	01:44
32	07:56	06:44	06:22	05:56	05:26	04:49	04:23	03:52	03:26	02:55	02:20	01:43
33	07:57	06:43	06:21	05:55	05:25	04:48	04:22	03:51	03:25	02:54	02:19	01:42
34	07:58	06:42	06:20	05:54	05:24	04:47	04:21	03:50	03:24	02:53	02:18	01:41
35	07:59	06:41	06:19	05:53	05:23	04:46	04:20	03:49	03:23	02:52	02:17	01:40
36	08:00	06:40	06:18	05:52	05:22	04:45	04:19	03:48	03:22	02:51	02:16	01:39
37	08:01	06:39	06:17	05:51	05:21	04:44	04:18	03:47	03:21	02:50	02:15	01:38
38	08:02	06:38	06:16	05:50	05:20	04:43	04:17	03:46	03:20	02:49	02:14	01:37
39	08:03	06:37	06:15	05:49	05:19	04:42	04:16	03:45	03:19	02:48	02:13	01:36
40	08:04	06:36	06:14	05:48	05:18	04:41	04:15	03:44	03:18	02:47	02:12	01:35
41	08:05	06:35	06:13	05:47	05:17	04:40	04:14	03:43	03:17	02:46	02:11	01:34
42	08:06	06:34	06:12	05:46	05:16	04:39	04:13	03:42	03:16	02:45	02:10	01:33
43	08:07	06:33	06:11	05:45	05:15	04:38	04:12	03:41	03:15	02:44	02:09	01:32
44	08:08	06:32	06:10	05:44	05:14	04:37	04:11	03:40	03:14	02:43	02:08	01:31
45	08:09	06:31	06:09	05:43	05:13	04:36	04:10	03:39	03:13	02:42	02:07	01:30
46	08:10	06:30	06:08	05:42	05:12	04:35	04:09	03:38	03:12	02:41	02:06	01:29
47	08:11	06:29	06:07	05:41	05:11	04:34	04:08	03:37	03:11	02:40	02:05	01:28
48	08:12	06:28	06:06	05:40	05:10	04:33	04:07	03:36	03:10	02:39	02:04	01:27
49	08:13	06:27	06:05	05:39	05:09	04:32	04:06	03:35	03:09	02:38	02:03	01:26
50	08:14	06:26	06:04	05:38	05:08	04:31	04:05	03:34	03:08	02:37	02:02	01:25
51	08:15	06:25	06:03	05:37	05:07	04:30	04:04	03:33	03:07	02:36	02:01	01:24
52	08:16	06:24	06:02	05:36	05:06	04:29	04:03	03:32	03:06	02:35	02:00	01:23
53	08:17	06:23	06:01	05:35	05:05	04:28	04:02	03:31	03:05	02:34	01:59	01:22
54	08:18	06:22	06:00	05:34	05:04	04:27	04:01	03:30	03:04	02:33	01:58	01:21
55	08:19	06:21	05:59	05:33	05:03	04:26	04:00	03:29	03:03	02:32	01:57	01:20
56	08:20	06:20	05:58	05:32	05:02	04:25	03:59	03:28	03:02	02:31	01:56	01:19
57	08:21	06:19	05:57	05:31	05:01	04:24	03:58	03:27	03:01	02:30	01:55	01:18
58	08:22	06:18	05:56	05:30	05:00	04:23	03:57	03:26	03:00	02:29	01:54	01:17
59	08:23	06:17	05:55	05:29	04:59	04:22	03:56	03:25	02:59	02:28	01:53	01:16
60	08:24	06:16	05:54	05:28	04:58	04:21	03:55	03:24	02:58	02:27	01:52	01:15
61	08:25	06:15	05:53	05:27	04:57	04:20	03:54	03:23	02:57	02:26	01:51	01:14
62	08:26	06:14	05:52	05:26	04:56	04:19	03:53	03:22	02:56	02:25	01:50	01:13
63	08:27	06:13	05:51	05:25	04:55	04:18	03:52	03:21	02:55	02:24	01:49	01:12
64	08:28	06:12	05:50	05:24	04:54	04:17	03:51	03:20	02:54	02:23	01:48	01:11
65	08:29	06:11	05:49	05:23	04:53	04:16	03:50	03:19	02:53	02:22	01:47	01:10
66	08:30	06:10	05:48	05:22	04:52	04:15	03:49	03:18	02:52	02:21	01:46	01:09
67	08:31	06:09	05:47	05:21	04:51	04:14	03:48	03:17	02:51	02:20	01:45	01:08
68	08:32	06:08	05:46	05:20	04:50	04:13	03:47	03:16	02:50	02:19	01:44	01:07
69	08:33	06:07	05:45	05:19	04:49	04:12	03:46	03:15	02:49	02:18	01:43	01:06
70	08:34	06:06	05:44	05:18	04:48	04:11	03:45	03:14	02:48	02:17	01:42	01:05
71	08:35	06:05	05:43	05:17	04:47	04:10	03:44	03:13	02:47	02:16	01:41	01:04
72	08:36	06:04	05:42	05:16	04:46	04:09	03:43	03:12	02:46	02:15	01:40	01:03
73	08:37	06:03	05:41	05:15	04:45	04:08	03:42	03:11	02:45	02:14	01:39	01:02
74	08:38	06:02	05:40	05:14	04:44	04:07	03:41	03:10	02:44	02:13	01:38	01:01
75	08:39	06:01	05:39	05:13	04:43	04:06	03:40	03:09	02:43	02:12	01:37	01:00
76	08:40	06:00	05:38	05:12	04:42	04:05	03:39	03:08	02:42	02:11	01:36	00:59
77	08:41	05:59	05:37	05:11	04:41	04:04	03:38	03:07	02:41	02:10	01:35	00:58
78	08:42	05:58	05:36	05:10	04:40	04:03	03:37	03:06	02:40	02:09	01:34	00:57

Nell'immagine che segue si riporta, in opportuna scala cromatica, il valore massimo di ombreggiamento annuo su superficie orizzontale prodotta dalle opere in progetto nelle condizioni di Real Case, quindi considerando nel calcolo l'incertezza dovuta alla presenza di manto nuvoloso per le varie fasce orarie mensili, le ore di operatività attese del rotore e l'orientamento del rotore nelle diverse direzioni.

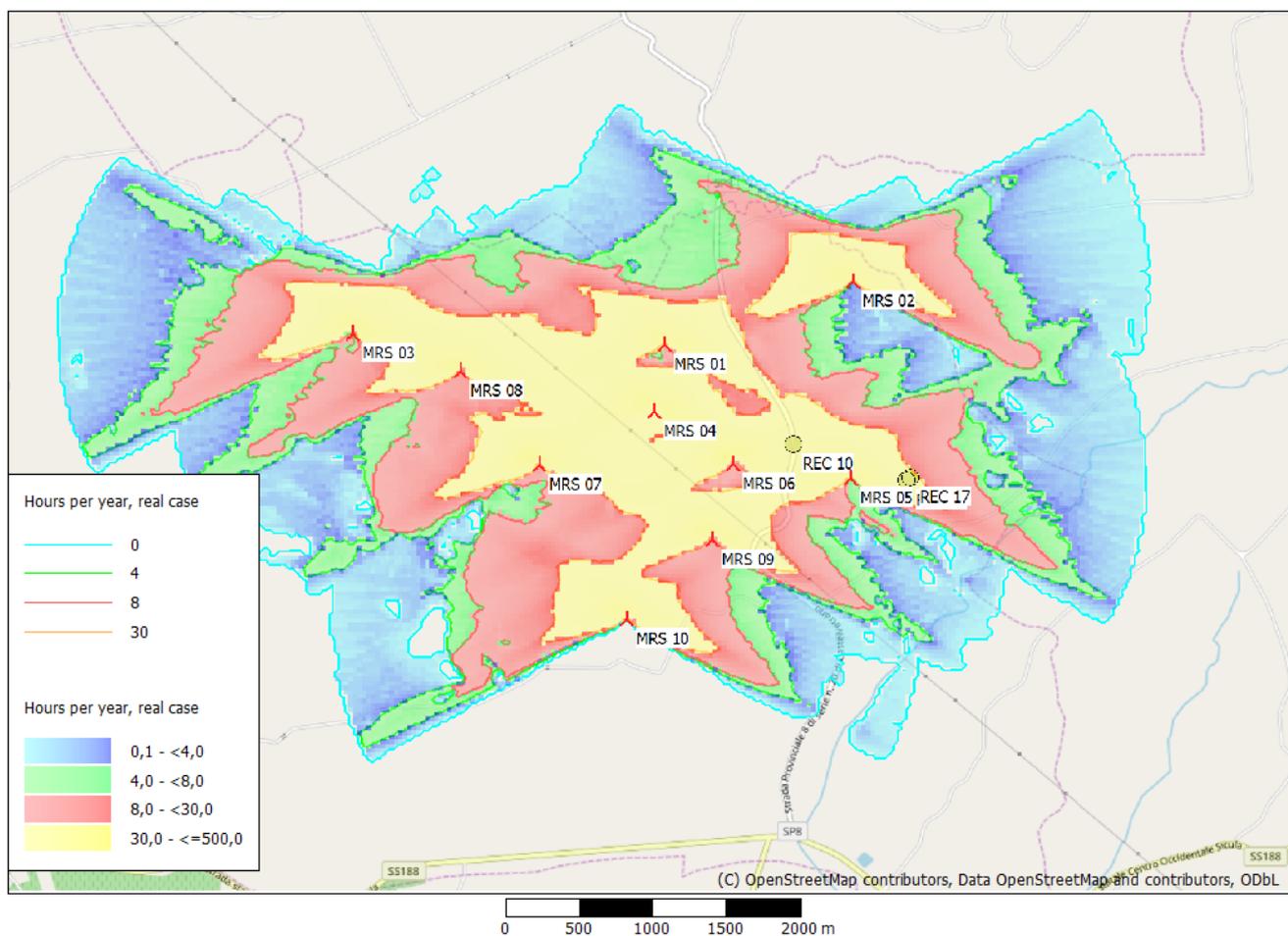


Figura 21 Rappresentazione grafica dell'ombreggiamento delle turbine rispetto i ricettori nel "Real Case"

Come si può notare, se confrontata alla figura 7 in cui si rappresentava graficamente il Worst Case, si ha un sensibile abbattimento delle ore di shadow flickering per anno.

Di seguito vengono riproposti, sinteticamente e in forma tabellare, i risultati complessivi di REAL CASE a confronto con i relativi valori di WORST CASE sia per i ricettori analizzati sia per le turbine di impianto.

Tabella 33 Confronto tra i risultati di Worst e Real Case del fenomeno di Shadow subito dai ricettori

	PROGETTO DI UN IMPIANTO EOLICO E DELLE RELATIVE OPERE DI CONNESSIONE DA REALIZZARE IN AGRO DI MARSALA (TP) IN LOCALITA' C.DA MESSINELLO DI POTENZA COMPLESSIVA DI 56,00 MW DENOMINATO "MARSA-ALLAH" RELAZIONE SULL'ANALISI DELL'EVOLUZIONE DELL'OMBRA INDOTTA DAGLI AEROGENERATORI (EFFETTO "SHADOW FLICKERING")	 Ingegneria & Innovazione		
		11/2021	REV: 0	Pag.55

Ricettore	<i>Shadow WORST CASE (ore / anno)</i>	<i>Shadow REAL CASE (ore / anno)</i>	<i>Percentuale di decremento delle ore/anno di shadow da worst a real case</i>
REC-10	225.03	57.13	-74.62 %
REC-17	134.03	38.40	-71.34 %
REC-18	167.08	50.38	-69.84%

Tabella 34 Confronto tra i risultati di Worst e Real Case del fenomeno di Shadow dovuto agli aerogeneratori

Turbina	<i>Shadow WORST CASE (ore / anno)</i>	<i>Shadow REAL CASE (ore / anno)</i>	<i>Percentuale di decremento delle ore/anno di shadow da worst a real case</i>
MRS 01	0.00	0.00	---
MRS 02	0.00	0.00	---
MRS 03	0.00	0.00	---
MRS 04	19.19	6.11	68.16 %
MRS 05	270.22	79.22	70.68 %
MRS 06	116.57	25.58	78.05 %
MRS 07	2.39	0.41	82.84 %
MRS 08	0.00	0.00	---
MRS 09	1.33	0.19	85.71 %
MRS 10	0.00	0.00	---

	PROGETTO DI UN IMPIANTO EOLICO E DELLE RELATIVE OPERE DI CONNESSIONE DA REALIZZARE IN AGRO DI MARSALA (TP) IN LOCALITA' C.DA MESSINELLO DI POTENZA COMPLESSIVA DI 56,00 MW DENOMINATO "MARSA-ALLAH"	 Ingegneria & Innovazione	
	RELAZIONE SULL'ANALISI DELL'EVOLUZIONE DELL'OMBRA INDOTTA DAGLI AEROGENERATORI (EFFETTO "SHADOW FLICKERING")	11/2021	REV: 0

12 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 dell'eventuale presenza di ostacoli e/o vegetazione interposti tra il sole e le finestre, ad esclusione degli ostacoli orografici (topographic shadow), il fenomeno dello *shadow flickering* si verifica per ognuno dei tre ricettori in esame.

Tale fenomeno si manifesta però in modo differente per i diversi ricettori per cui non si possono generalizzare le conclusioni ma è doveroso analizzare i diversi casi.

Per la corretta analisi dello *shadow flickering*, vanno considerati tutti i fattori che possono influenzare il risultato, anche nel caso di ricettori che apparentemente subiscono un fenomeno rilevante, è necessario verificare se, in conclusione, il fenomeno stesso dell'ombreggiamento arreca un disturbo reale oppure non è neppure avvertito da chi abitualmente utilizza i locali. Partendo proprio dai dati ricavati con condizione peggiorativa (WORST CASE), si analizza quale reale disturbo si trasmette alle attività lavorative nell'area del parco. Tutti i ricettori con emissioni marginali di esposizione al fenomeno sono adibiti a funzioni abitative o funzioni a carattere di supporto alle attività agricole. Per il ricettore REC-10 si ha una classificazione catastale "Ente Urbano" (e.u.) che sta ad indicare che su di un determinato terreno (o vicino ad esso) è stato edificato un fabbricato. Il passaggio della particella dal catasto terreni ad ente urbano avviene con l'accatastamento del relativo fabbricato ma che in questo caso non è mai avvenuto. In ogni caso il ricettore in oggetto si trova in evidente stato di abbandono, peraltro di lungo periodo come si evidenzia dalle immagini seguenti.

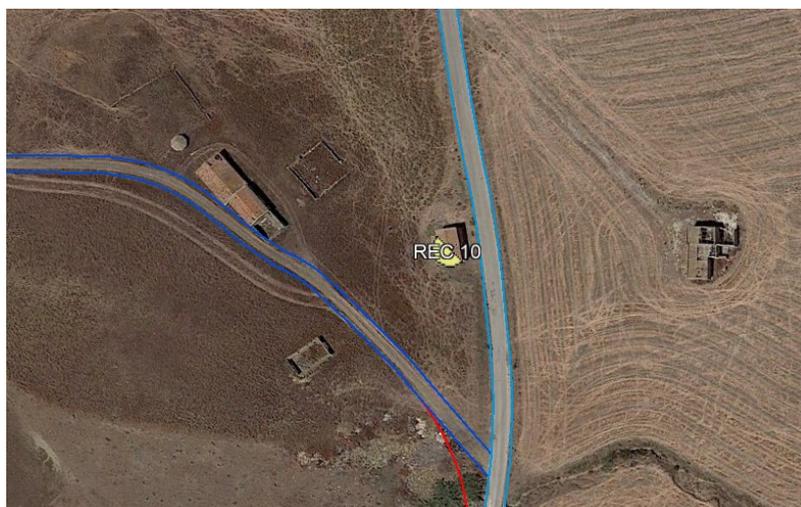


Figura 22 Vista satellitare del ricettore REC-10



Figura 23 ricettore REC-10

Per i ricettori REC-17 e REC-18 si ha una classificazione catastale "A-3 / D-10" dove la presenza di persone è giustificata sia per scopo residenziale sia per scopo lavorativo. Come si può vedere dalle immagini seguenti, i due fabbricati sembrano più che altro utilizzati come magazzino/ricovero per mezzi e attrezzature agricole e forse, solo occasionalmente, come abitazione. Inoltre, si rileva che il massimo ombreggiamento si ha prevalentemente all'alba e al tramonto, momenti in cui le ombre sono estremamente allungate e poco definite. E' inoltre da tener conto il fatto che il calcolo in real case, seppur realistico, esegue una sovrastima del fenomeno di ombreggiamento in quanto non tiene conto della vegetazione ad alto fusto e di altri ostacoli come, per esempio in questo caso, della presenza degli altri casolari diruti attorno a quelli analizzati, ma solo eventualmente degli ostacoli digitalizzati.



Figura 24 Vista satellitare dei ricettori REC-17 e REC-18



Figura 25 ricettore REC-17



Figura 26 ricettore REC-18

Quindi in generale e per meglio comprendere l'effettivo "disturbo" si riepilogano di seguito le condizioni al contorno che portano alle conclusioni reali:

1. Il fenomeno studiato in WORST CASE, quindi nelle condizioni peggiori, considera il cielo sempre limpido, cosa non del tutto vera specialmente per i ricettori che subiscono maggiore ombreggiamento nel periodo invernale; considera un particolare orientamento delle pale dell'aerogeneratore sempre fisso e nella stessa direzione, nonché una certa disposizione delle finestre. Queste condizioni raramente sono sempre presenti e soprattutto contemporaneamente, infatti nelle condizioni di REAL CASE le ore di esposizione al fenomeno si riducono di circa il 70/80%.
2. I ricettori, tutti, sono per lo più adibiti a immobili a sostegno delle attività agricole che vengono svolte nei relativi

	<p>PROGETTO DI UN IMPIANTO EOLICO E DELLE RELATIVE OPERE DI CONNESSIONE DA REALIZZARE IN AGRO DI MARSALA (TP) IN LOCALITA' C.DA MESSINELLO DI POTENZA COMPLESSIVA DI 56,00 MW DENOMINATO "MARSA-ALLAH"</p> <p><i>RELAZIONE SULL'ANALISI DELL'EVOLUZIONE DELL'OMBRA INDOTTA DAGLI AEROGENERATORI (EFFETTO "SHADOW FLICKERING")</i></p>	 <i>Ingegneria & Innovazione</i>		
		11/2021	REV: 0	Pag.59

fondi agricoli e sono utilizzati prevalentemente come ricovero notturno, nelle prime ore mattutine e al tramonto.

Tale utilizzo già di per sé esclude o comunque minimizza il problema dell'ombra;

Inoltre va comunque sottolineato che:

- ✓ la velocità di rotazione della tipologia di turbina selezionata va da un minimo di 5,4 a un massimo di 9,3 rotazioni al minuto, quindi nettamente inferiore ai 60 rpm, frequenza massima raccomandata al fine di ridurre al minimo i fastidi e soddisfare le condizioni di benessere. In tale condizione la frequenza si riduce a solo 0,5 Hz, molto inferiore alla frequenza critica di 2,5 Hz.

Per quanto riguarda l'eventuale permanenza di ghiaccio sulla carreggiata stradale nei mesi invernali causata dal possibile permanere dell'ombreggiamento sulla stessa dovuto alle ombre proiettate delle turbine eoliche, il fenomeno si presenterà solo per brevi istanti oltre che in movimento ed inoltre la zona di Marsala si trova in condizioni di altitudine, topografiche e climatiche, con temperature durante l'arco dell'anno per lo più miti, tali da presentare la formazione di ghiaccio solo in condizioni estremamente rare, quindi il fenomeno viene ritenuto irrilevante.