

REGIONE SARDEGNA

Provincia della Città Metropolitana di Cagliari (CA)

COMUNE DI VILLASOR



REV.	DESCRIZIONE	DATA	REDATTO	CONTROL.	APPROV.
1	EMISSIONE PER ENTI ESTERNI	24/09/21	FURNO C.	FURNO C.	NASTASI A.
0	EMISSIONE PER COMMENTI	19/07/21	FURNO C.	FURNO C.	NASTASI A.

Committente:

IBERDROLA RENOVABLES ITALIA S.p.A.



Società di Progettazione:

Ingegneria & Innovazione



Via Jonica, 16 – Loc. Belvedere – 96100 Siracusa (SR) Tel. 0931.1663409
Web: www.antexgroup.it e-mail: info@antexgroup.it

Progetto:

PARCO EOLICO DI "VILLASOR"

Progettista/Resp. Tecnico

Dott. Ing. Cesare Furno
Ordine degli Ingegneri
della Provincia di Catania
n° 6130 sez. A

Elaborato:

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

Scala:

NA

Nome DIS/FILE:

C20018S05-VA-RT-09-01

Allegato:

1/1

F.to:

A4

Livello:



DEFINITIVO

*Il presente documento è di proprietà della ANTEX GROUP srl.
È vietato la comunicazione a terzi o la riproduzione senza il permesso scritto della suddetta.
La società tutela i propri diritti a rigore di Legge.*



INDICE

1	PREMESSA.....	3
2	PARTE GENERALE.....	4
3	CENNI SUL FENOMENO DELL’EVOLUZIONE DELL’OMBRA GENERATA DAGLI AEROGENERATORI.....	5
4	IL CASO STUDIO.....	6
4.1	Descrizione degli aerogeneratori e caratteristiche geografiche di posizione.....	7
4.2	Analisi dei recettori.....	8
5	MODELLO DI CALCOLO.....	12
5.1	Calcolo dello shadow flickering “WORST CASE”.....	12
5.2	Risultati.....	13
6	ANALISI DEI RISULTATI PER SINGOLO RICETTORE (WORST CASE).....	15
7	ANALISI DEI RISULTATI PER SINGOLO AEROGENERATORE (WORST CASE).....	21
8	ALLEGATO I “CALENDAR-GRAPHICAL” (WORST CASE).....	26
8.1	Ricettori “Calendar- Graphical”.....	26
8.2	Turbine “Calendar- Graphical”.....	39
9	ALLEGATO II - “CALENDAR-TIME” (WORST CASE).....	49
9.1	Ricettori “Calendar-Time”.....	49
9.2	Turbine “Calendar-Time”.....	62
10	ANALISI DEI RISULTATI NEL “REAL CASE”.....	72
11	ALLEGATO III - “CALENDAR-TIME” (REAL CASE).....	77
11.1	Ricettori “Calendar-Time”.....	77
12	CONCLUSIONI.....	90

	<p align="center">PARCO EOLICO DI "VILLASOR"</p> <p align="center">RELAZIONE SULL'ANALISI DELL'EVOLUZIONE DELL'OMBRA INDOTTA DAGLI AEROGENERATORI (EFFETTO "SHADOW FLICKERING")</p>	 <i>Ingegneria & Innovazione</i>		
		24/09/2021	REV: 1	Pag.3

1 PREMESSA

Su incarico di IBERDROLA Renovables Italia S.p.A., la società Antex Group Srl ha redatto il progetto definitivo relativo alla realizzazione di un impianto eolico nei comuni di Villasor, nella provincia della Città Metropolitana di Cagliari.

Il progetto prevede l'installazione di n.10 nuovi aerogeneratori 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 Villasor (CA), 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 150 kV.

Tutta l'energia elettrica prodotta verrà ceduta alla rete tramite collegamento in antenna a 150 kV, previa condivisione dello stallo in stazione con altri produttori, su un nuovo stallo a 150 kV da realizzare presso la Stazione Elettrica (SE) di Trasformazione a 220/150 kV della RTN, denominata "Villasor", la cui autorizzazione è oggetto di altra iniziativa (benessere requisiti tecnici richiesto da altro produttore nominato capofila in sede di tavolo tecnico con Terna).

Le attività di progettazione definitiva e di studio di impatto ambientale sono state sviluppate dalla società di ingegneria Antex Group Srl.

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 Iberdrola 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.

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 VESTAS V162-5,6 MW 50/60Hz per un'altezza totale al tip di circa 206 m, aventi un diametro rotore di 162 m (lunghezza massima della pala di 79,35 m) e un'altezza al mozzo di 125 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 allorquando il sole si trova alle loro spalle (cfr. 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.

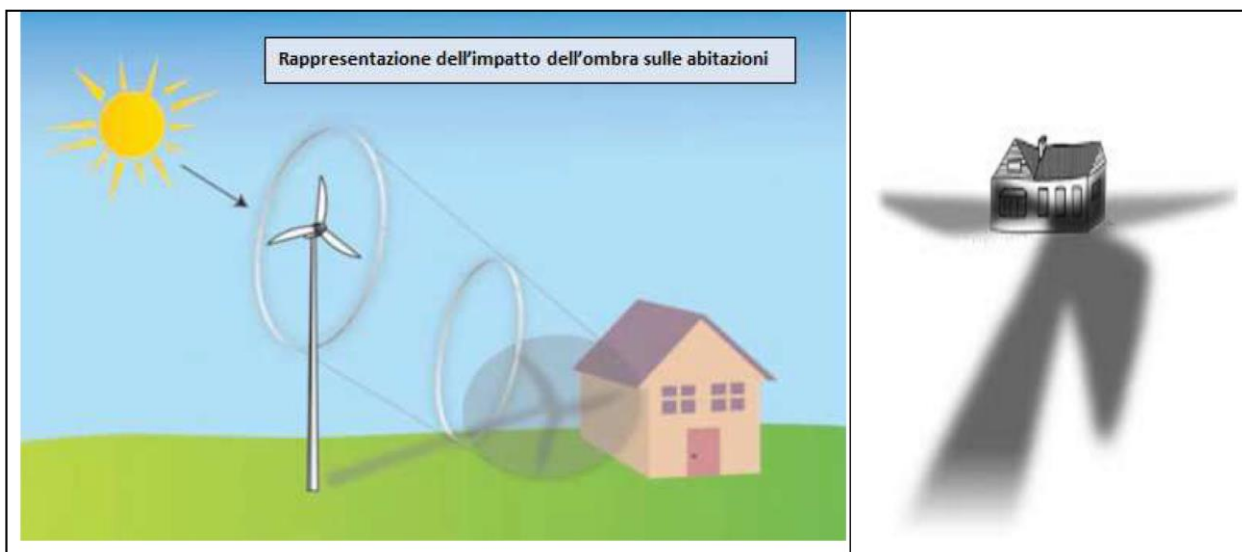


Figura 1 Rappresentazione schematica del fenomeno dello *shadow flickering*

I più recenti aerogeneratori tripala operano ad una velocità di rotazione 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 12,1 giri al minuto, corrispondente a frequenze di passaggio delle pale ampiamente minori di quelle ritenute fastidiose per la maggioranza degli individui.

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, comunque, 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 soggetta a *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 soli 10 aerogeneratori proposti per una futura potenza complessiva del parco eolico di circa 56.00 MW.

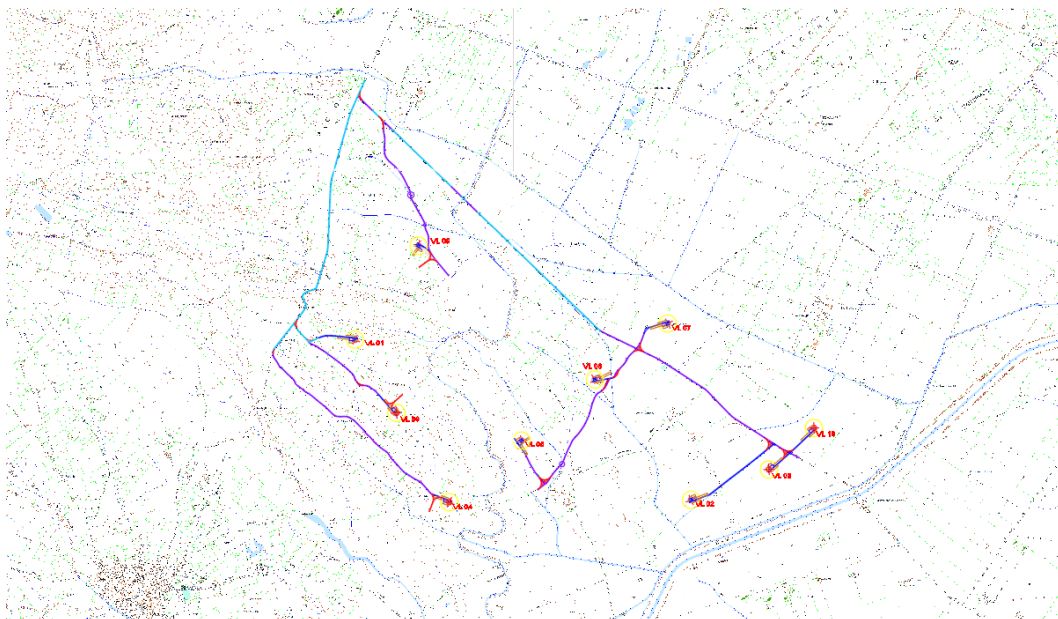


Figura 2 Inquadramento degli aerogeneratori proposti su CTR

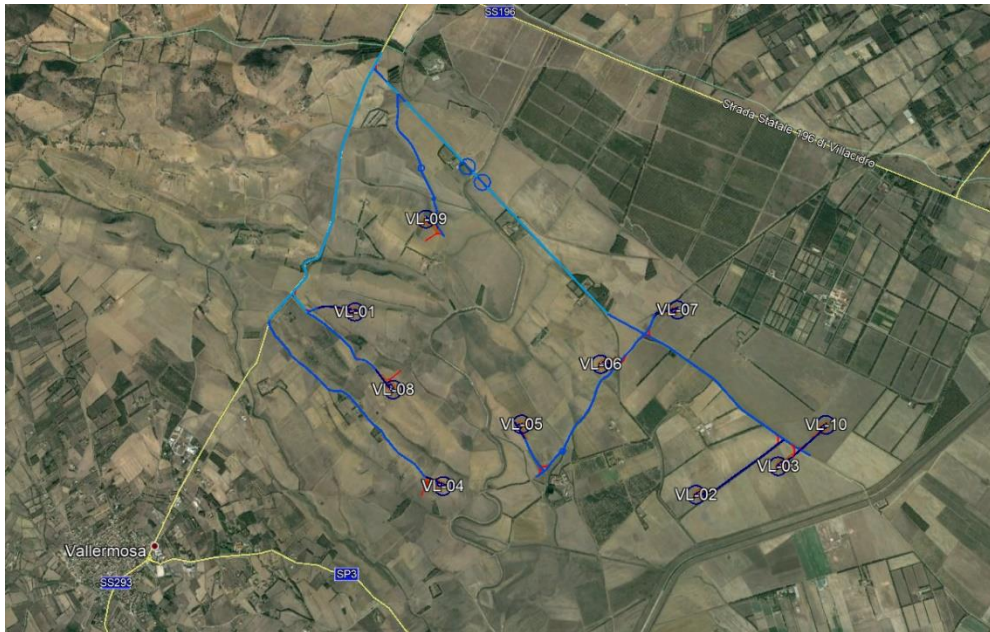


Figura 3 Localizzazione geografica degli aerogeneratori proposti su immagine Google Earth.

L'area oggetto dello sviluppo progettuale si presenta a carattere prettamente pianeggiante con il suolo che evidenzia una variabilità topografica ed altimetrica nel complesso abbastanza omogenea.

L'elevazione media dell'area di installazione del parco eolico si attesta essere intorno ai 60 m s.l.m. Precedentemente sono riportate le immagini su CTR (cfr. fig. 2) e su ortofoto planimetrica estratta da Google Earth (cfr. fig. 3) dell'area di progetto comprendente le 10 turbine proposte oggetto dello studio.

4.1 Descrizione degli aerogeneratori e caratteristiche geografiche di posizione

Le 11 macchine oggetto di studio, del tipo VESTAS V162-5,6 MW 50/60 Hz, sono caratterizzate da un'altezza totale al *tip* non superiore a 206 m. Il modello di turbina candidato ad essere utilizzato nel progetto è di seguito descritto:

- diametro rotore 162 m
- altezza mozzo 125 m
- altezza totale (Tip) 206 m

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

Turbine	Easting	Northing
VL-01	484371.00 m E	4359534.00 m N
VL-02	487608.00 m E	4358000.00 m N
VL-03	488342.00 m E	4358286.00 m N
VL-04	485331.42 m E	4357977.81 m N
VL-05	486010.40 m E	4358558.43 m N
VL-06	486703.09 m E	4359132.02 m N
VL-07	487387.72 m E	4359659.05 m N
VL-08	484833.66 m E	4358817.92 m N
VL-09	485042.26 m E	4360391.30 m N
VL-10	488766.34 m E	4358675.91 m N

Figura 4 Coordinate dei 10 aerogeneratori oggetto di studio.

4.2 Analisi dei recettori

L'analisi dei ricettori ha lo scopo di identificare, tra tutti quelli regolarmente censiti nel 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 oltre 700 m di raggio da ogni turbina costituente l'impianto e come mostrato nella seguente tabella:

CODICE RICETTORE	COORDINATE WGS84		COMUNE	MAPPALE	PARTICELLA	CATEGORIA CATASTALE
REC-01	484435.48 m E	4360158.17 m N	VILLASOR	10	354	D/10
REC-02	484403.40 m E	4360238.89 m N	VILLASOR	10	350	A/2
REC-04	487592.96 m E	4358557.70 m N	DECIMOPUTZU	1	294	A/2
REC-05	487654.30 m E	4358563.46 m N	DECIMOPUTZU	1	295	D/10
REC-06	487620.92 m E	4358615.21 m N	DECIMOPUTZU	1	298	D/10
REC-07	487712.93 m E	4358588.64 m N	DECIMOPUTZU	1	297	D/10
REC-08	486844.00 m E	4358262.00 m N	DECIMOPUTZU	1	283	D/10-A/3
REC-09	487116.25 m E	4357785.49 m N	DECIMOPUTZU	1	310	C/6
REC-10	487162.71 m E	4357698.85 m N	DECIMOPUTZU	1	311	A/2
REC-11	487141.24 m E	4357826.21 m N	DECIMOPUTZU	1	309	C/2
REC-23	486481.54 m E	4359682.04 m N	VILLASOR	12	216	D/10
REC-24	486503.45 m E	4359722.22 m N	VILLASOR	12	215	D/10
REC-25	486537.88 m E	4359845.63 m N	VILLASOR	13	207	A/3
REC-26	486818.00 m E	4358566.00 m N	DECIMOPUTZU	1	274	D/10-A/3
REC-27	487352.67 m E	4358757.28 m N	DECIMOPUTZU	1	350	A/2
REC-28	487367.35 m E	4358785.37 m N	DECIMOPUTZU	1	351	C/2
REC-29	487425.29 m E	4358804.61 m N	DECIMOPUTZU	1	301	D/10-A/2
REC-30	487423.53 m E	4358756.35 m N	DECIMOPUTZU	1	290	D/10
REC-31	487441.88 m E	4358865.90 m N	DECIMOPUTZU	1	286	F/2
REC-32	487532.04 m E	4358817.66 m N	DECIMOPUTZU	1	292	D/10
REC-33	487429.97 m E	4358717.85 m N	DECIMOPUTZU	1	287	D/10
REC-34	487460.52 m E	4358738.33 m N	DECIMOPUTZU	1	289	D/10
REC-35	487482.43 m E	4358726.15 m N	DECIMOPUTZU	1	288	D/10
REC-36	487965.49 m E	4359408.16 m N	VILLASOR	20	426	C/2
REC-37	487981.14 m E	4359400.83 m N	VILLASOR	20	427	C/2
REC-38	487944.35 m E	4359290.16 m N	VILLASOR	20	422	D/10
REC-39	488009.70 m E	4359243.50 m N	VILLASOR	20	423	D/10
REC-40	488012.51 m E	4359217.97 m N	VILLASOR	20	424	D/10
REC-41	485826.00 m E	4360385.00 m N	VILLASOR	11	515	D/10-A/4
REC-42	484492.00 m E	4360522.00 m N	VILLASOR	10	362	A/2
REC-44	485287.98 m E	4360876.71 m N	VILLASOR	11	507	D/10
REC-45	485294.40 m E	4360904.32 m N	VILLASOR	11	504	D/10-A/4
REC-46	485208.39 m E	4360911.60 m N	VILLASOR	11	504	D/10-A/4
REC-47	485199.56 m E	4360946.18 m N	VILLASOR	11	504	D/10-A/4
REC-48	485240.00 m E	4360957.00 m N	VILLASOR	11	504	D/10-A/4
REC-49	485413.59 m E	4361003.90 m N	VILLASOR	11	510	D/10
REC-50	489526.48 m E	4358890.88 m N	VILLASOR	20	420	D/10
REC-53	484400.00 m E	4360217.00 m N	VILLASOR	10	352	A/2
REC-55	484412.00 m E	4360284.00 m N	VILLASOR	10	363	F/3
REC-88	486532.80 m E	4359888.09 m N	VILLASOR	13	232	A/4
REC-89	486546.66 m E	4359857.92 m N	VILLASOR	13	233	C/2
REC-90	486569.96 m E	4359854.21 m N	VILLASOR	13	234	A/4
REC-98	484543.60 m E	4358591.46 m N	VILLASOR	16	103	D/10
REC-99	484503.71 m E	4358601.20 m N	VILLASOR	16	111	D/10
REC-100	484514.66 m E	4358590.69 m N	VILLASOR	16	104	D/10
REC-101	484331.56 m E	4358674.94 m N	VILLASOR	16	95	C/2
REC-102	484337.83 m E	4358681.09 m N	VILLASOR	16	101	D/10
REC-104	484395.74 m E	4358749.30 m N	VILLASOR	16	94	C/2
REC-105	484402.61 m E	4358745.95 m N	VILLASOR	16	96	C/2
REC-106	484409.44 m E	4358749.36 m N	VILLASOR	16	100	D/10
REC-110	485290.09 m E	4360873.15 m N	VILLASOR	11	507	D/10
REC-113	489256.35 m E	4357990.89 m N	VILLASOR	44	133	A/3-D/10
REC-114	489274.90 m E	4358001.57 m N	VILLASOR	44	134	C/2
REC-115	489280.87 m E	4357992.66 m N	VILLASOR	44	135	C/6
REC-116	488929.77 m E	4357671.05 m N	DECIMOPUTZU	2	834	A/3-D/10
REC-117	488872.48 m E	4357635.69 m N	DECIMOPUTZU	2	832	D/10
REC-118	488870.18 m E	4357592.88 m N	DECIMOPUTZU	2	833	D/10
REC-119	488828.78 m E	4357576.91 m N	DECIMOPUTZU	2	831	D/10
REC-120	488787.47 m E	4357561.00 m N	DECIMOPUTZU	2	830	D/10

L'analisi di *shadow flickering* di cui al presente studio è stata ristretta a specifici n. 13 ricettori selezionati in base a determinati criteri tecnici, riguardanti la materia dello studio in oggetto, e interpolati alla loro distanza dalle posizioni previste per le turbine e alla loro destinazione d'uso come indicato Allegato e) alla Delib. G.R. n. 59/90 del 27.11.2020 e cioè:

- 300 m da corpi aziendali ad utilizzazione agro-pastorale in cui sia accertata la presenza continuativa di personale in orario diurno (h. 6.00 – h. 22.00);
- 500 m da corpi aziendali ad utilizzazione agro-pastorale in cui sia accertata la presenza continuativa di personale in orario notturno (h. 22.00 – 6.00), o case rurali ad utilizzazione residenziale di carattere stagionale;
- 700 m da nuclei e case sparse nell'agro, destinati ad uso residenziale, così come definiti all'art. 82 delle NTA del PPR.

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 finestre orientate proprio sul prolungamento della direttrice sole-turbina, mentre risulta meno impattante (o addirittura nullo) per quegli ambienti con aperture e/o finestre 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 finestre. 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.

CODICE RICETTORE	COORDINATE WGS84		COMUNE	MAPPALE	PARTICELLA	CATEGORIA CATASTALE
REC-04	487592.96 m E	4358557.70 m N	DECIMOPUTZU	1	294	A/2
REC-08	486844.00 m E	4358262.00 m N	DECIMOPUTZU	1	283	D/10-A/3
REC-10	487162.71 m E	4357698.85 m N	DECIMOPUTZU	1	311	A/2
REC-25	486537.88 m E	4359845.63 m N	VILLASOR	13	207	A/3
REC-26	486818.00 m E	4358566.00 m N	DECIMOPUTZU	1	274	D/10-A/3
REC-27	487352.67 m E	4358757.28 m N	DECIMOPUTZU	1	350	A/2
REC-41	485826.00 m E	4360385.00 m N	VILLASOR	11	515	D/10-A/4
REC-42	484492.00 m E	4360522.00 m N	VILLASOR	10	362	A/2
REC-48	485240.00 m E	4360957.00 m N	VILLASOR	11	504	D/10-A/4
REC-53	484400.00 m E	4360217.00 m N	VILLASOR	10	352	A/2
REC-55	484412.00 m E	4360284.00 m N	VILLASOR	10	363	F/3
REC-113	489256.35 m E	4357990.89 m N	VILLASOR	44	133	A/3-D/10
REC-116	488929.77 m E	4357671.05 m N	DECIMOPUTZU	2	834	A/3-D/10

Figura 5 Elenco delle strutture considerate ricettori sensibili

Con riferimento all'analisi in esame, in via cautelativa, si considereranno per tutti i ricettori le finestre orientate proprio sul prolungamento della direttrice sole-turbina. Nella figura successiva vengono mostrati i suddetti ricettori su ortofoto planimetrica estratta da Google Earth (cfr. fig. 6) assieme alle turbine oggetto dello studio.

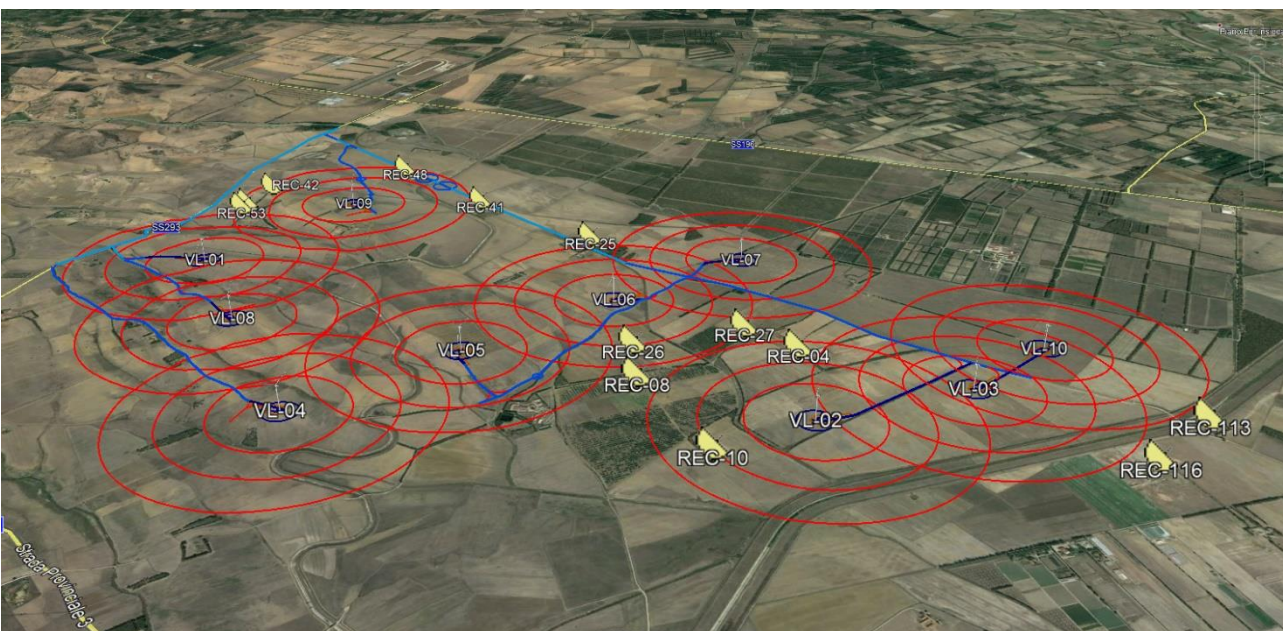
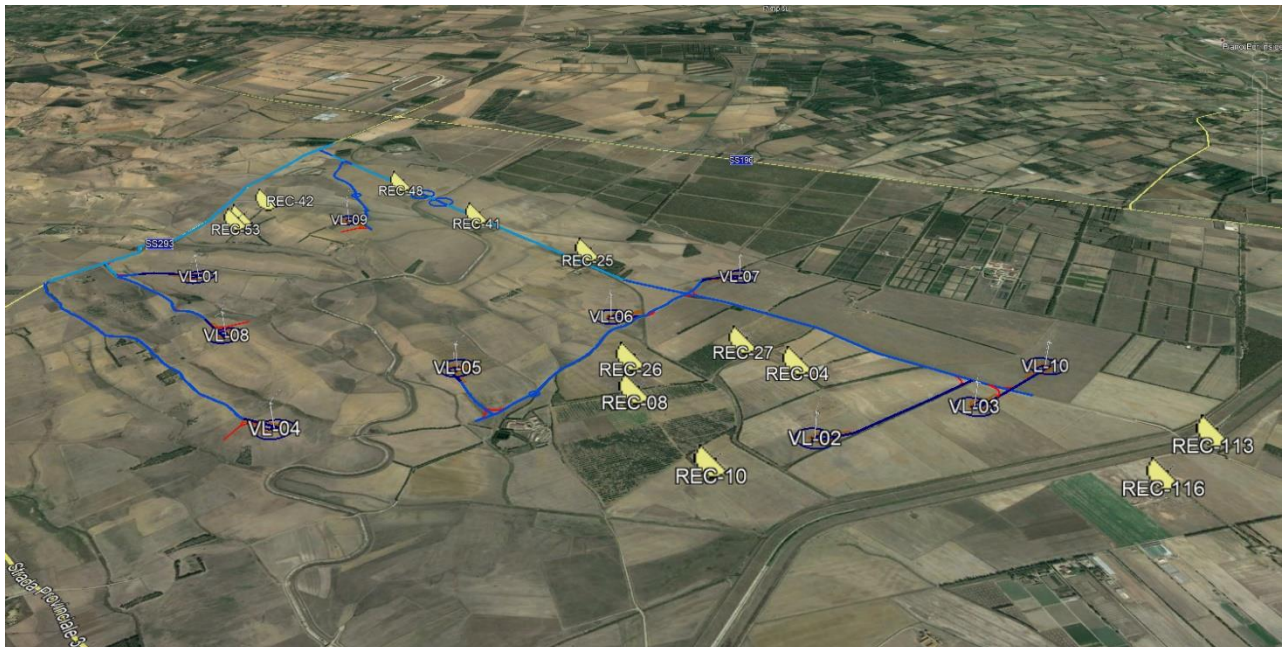


Figura 6 (sopra) Localizzazione geografica dei ricettori (in giallo) rispetto alle turbine
(sotto) localizzazione dei ricettori rispetto ai raggi di distanza dalle turbine di 300, 500 e 700 m (in rosso)

5 MODELLO DI CALCOLO

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 recettori 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.

5.1 Calcolo dello shadow flickering “WORST CASE”

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 (vedi fig. 4)
- coordinate geografiche dei recettori considerati (vedi fig. 5)
- disposizione orizzontale delle finestre
- estensione area simulata: circa 60 km²
- 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: 162 m
 - altezza torre al mozzo: 125 m
 - altezza complessiva dell'aerogeneratore: 206 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 da eventuali ostacoli imputati specificatamente (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.

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 piccolo. Poiché non vi è un valore generalmente accettato per questa distanza massima, *il software* permette di specificare il limite in metri o multipli del diametro della turbina o dell'altezza della pala stessa.

5.2 Risultati

I risultati dettagliati dell'analisi effettuata sono riportati nei diversi allegati al presente lavoro. 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.

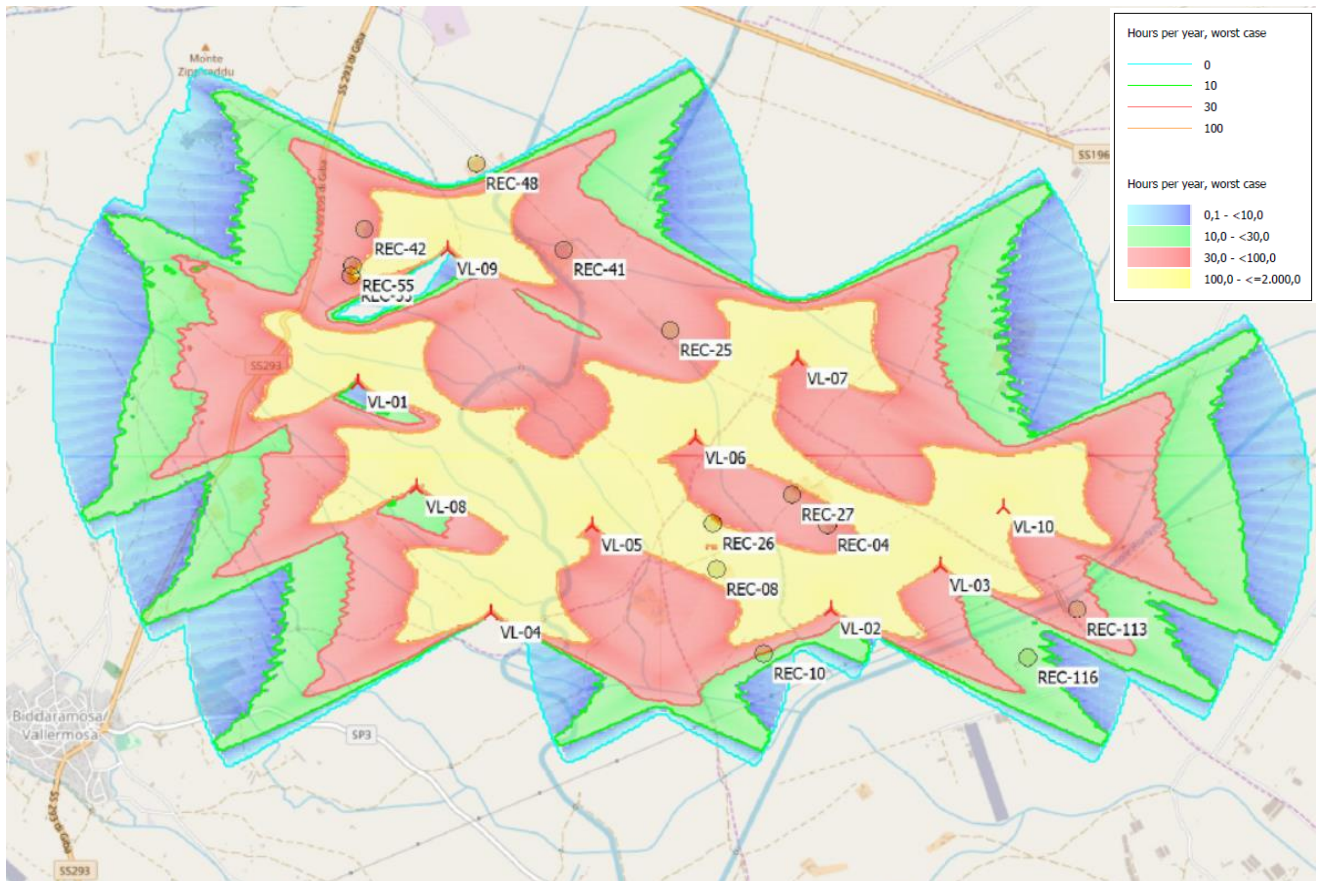


Figura 7 Rappresentazione grafica dell'ombreggiamento delle turbine rispetto i ricettori nel "Worst Case"

Inoltre, per ogni ricettore vengono rappresentati graficamente, negli appositi diagrammi riportati in Allegato I alla presente relazione, gli intervalli di ombreggiamento durante le varie ore dell'anno (il cosiddetto "Calendar Graph"), dove le curve indicano l'ora dell'alba e del tramonto e le aree colorate indicano 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). In Allegato II viene 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).

Di seguito, vengono presentati sinteticamente in forma tabellare i risultati complessivi della simulazione per i ricettori analizzati.

Ricettore	Shadow WORST CASE		
	Ore/Anno	Giorni/Anno	Ore/Giorno
REC-04	62:59	128	0:47
REC-08	123:25	232	0:58
REC-10	28:03	90	0:27
REC-113	54:34	129	0:41
REC-116	14:37	45	0:28
REC-25	54:39	159	0:43
REC-26	110:27	208	1:04
REC-27	50:22	132	0:38
REC-41	65:31	167	0:47
REC-42	70:25	84	1:05
REC-48	0:00	0	0:00
REC-53	98:48	124	0:58
REC-55	76:52	103	0:59

Figura 8 Risultati riepilogativi complessivi del calcolo del fenomeno di shadow flickering per ciascun ricettore nel WORST CASE.

6 ANALISI DEI RISULTATI PER SINGOLO RICETTORE (WORST CASE)

Dalla fig. 8 si evince che 12 dei 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* ad eccezione del REC-48. Di seguito si descrive l'analisi dei risultati ottenuti per ogni singolo ricettore.

Dall'analisi del "Calendar Graph" e del "Calendar Time" in Allegato I e II (cap. 8 e 9) risulta che il fenomeno dello *shadow flickering* per il ricettore **REC-04** in "WORST CASE" si può verificare nel corso di 4 distinti periodi continuativi durante l'anno e più precisamente:

- *Periodo 1*: dal 7 febbraio al 10 marzo per un minimo di 2 minuti per giorno fino ad un massimo di 47 minuti per giorno causato dalla turbina VL-03;
- *Periodo 2*: dal 21 marzo al 21 aprile per un minimo di 4 minuti per giorno fino ad un massimo di 32 minuti per giorno causato dalle turbine VL-10;
- *Periodo 3*: dal 22 agosto al 22 settembre per un minimo di 5 minuti per giorno fino ad un massimo di 32 minuti per giorno causato dalle turbine VL-10 e VL-05;
- *Periodo 4*: dal 3 ottobre al 3 novembre per un minimo di 12 minuti per giorno fino ad un massimo di 47 minuti per giorno causato dalle turbine VL-03.

Dall'analisi del "Calendar Graph" e del "Calendar Time" in Allegato I e II (cap. 8 e 9) risulta che il fenomeno dello *shadow flickering* per il ricevitore **REC-08** in "WORST CASE" si può verificare nel corso di 7 distinti periodi continuativi durante l'anno e più precisamente:

- *Periodo 1*: dal 9 febbraio al 15 marzo per un minimo di 9 minuti per giorno fino ad un massimo di 58 minuti per giorno causato dalla turbina VL-02 e VL-04;
- *Periodo 2*: dal 22 marzo al 6 aprile per un minimo di 2 minuti per giorno fino ad un massimo di 23 minuti per giorno causato dalle turbine VL-03;
- *Periodo 3*: dal 15 aprile al 27 aprile per un minimo di 2 minuti per giorno fino ad un massimo di 14 minuti per giorno causato dalle turbine VL-10;
- *Periodo 4*: dal 1 maggio al 11 agosto per un minimo di 5 minuti per giorno fino ad un massimo di 45 minuti per giorno causato dalla turbina VL-05;
- *Periodo 5*: dal 16 al 28 agosto per un minimo di 2 minuti per giorno fino ad un massimo di 14 minuti per giorno causato dalla turbina VL-10;
- *Periodo 6*: dal 6 settembre al 28 agosto per un minimo di 3 minuti per giorno fino ad un massimo di 22 minuti per giorno causato dalle turbine VL-03;
- *Periodo 7*: dal 28 settembre al 2 novembre per un minimo di 5 minuti per giorno fino ad un massimo di 53 minuti per giorno causato dalle turbine VL-02 e VL-04.

Dall'analisi del "Calendar Graph" e del "Calendar Time" in Allegato I e II (cap. 8 e 9) risulta che il fenomeno dello *shadow flickering* per il ricevitore **REC-10** in "WORST CASE" si può verificare nel corso di 3 distinti periodi continuativi durante l'anno e più precisamente:

- *Periodo 1*: dal 8 aprile al 21 aprile per un minimo di 4 minuti per giorno fino ad un massimo di 19 minuti per giorno causato dalla turbina SR-04;
- *Periodo 2*: dal 22 maggio al 22 luglio per un minimo di 3 minuti per giorno fino ad un massimo di 27 minuti per giorno causato dalla turbina VL-03;
- *Periodo 3*: dal 22 agosto al 4 settembre per un minimo di 4 minuti per giorno fino ad un massimo di 19 minuti per giorno causato dalla turbina VL-04.

Dall'analisi del "Calendar Graph" e del "Calendar Time" in Allegato I e II (cap. 8 e 9) risulta che il fenomeno dello *shadow flickering* per il ricevitore **REC-113** in "WORST CASE" si può verificare nel corso di 4 distinti periodi continuativi durante l'anno e più precisamente:

- *Periodo 1*: dal 22 marzo al 4 aprile per un minimo di 6 minuti per giorno fino ad un massimo di 21 minuti per giorno causato dalla turbina VL-02;
- *Periodo 2*: dal 27 aprile al 15 giugno per un minimo di 2 minuti per giorno fino ad un massimo di 41 minuti per giorno causato dalla turbina VL-03;
- *Periodo 3*: dal 28 luglio al 16 agosto per un minimo di 5 minuti per giorno fino ad un massimo di 41 minuti per giorno

causato dalla turbina VL-03;

- *Periodo 4:* dal 8 settembre al 22 settembre per un minimo di 2 minuti per giorno fino ad un massimo di 21 minuti per giorno causato dalla turbina VL-02.

Dall'analisi del "Calendar Graph" e del "Calendar Time" in Allegato I e II (cap. 8 e 9) risulta che il fenomeno dello *shadow flickering* per il ricevitore **REC-116** in "WORST CASE" si può verificare nel corso di 2 distinti periodi continuativi durante l'anno e più precisamente:

- *Periodo 1:* dal 18 aprile al 9 maggio per un minimo di 5 minuti per giorno fino ad un massimo di 28 minuti per giorno causato dalla turbina VL-02;
- *Periodo 2:* dal 3 agosto al 25 agosto per un minimo di 3 minuti per giorno fino ad un massimo di 28 minuti per giorno causato dalla turbina VL-02.

Dall'analisi del "Calendar Graph" e del "Calendar Time" in Allegato I e II (cap. 8 e 9) risulta che il fenomeno dello *shadow flickering* per il ricevitore **REC-25** in "WORST CASE" si può verificare nel corso di 6 distinti periodi continuativi durante l'anno e più precisamente:

- *Periodo 1:* dal 3 al 27 gennaio per un minimo di 1 minuti per giorno fino ad un massimo di 27 minuti per giorno causato dalla turbina VL-08;
- *Periodo 2:* dal 23 febbraio al 22 marzo per un minimo di 6 minuti per giorno fino ad un massimo di 43 minuti per giorno causato dalle turbine VL-07;
- *Periodo 3:* dal 4 al 29 maggio per un minimo di 4 minuti per giorno fino ad un massimo di 25 minuti per giorno causato dalle turbine VL-09;
- *Periodo 4:* dal 15 luglio al 9 agosto per un minimo di 5 minuti per giorno fino ad un massimo di 24 minuti per giorno causato dalla turbina VL-09;
- *Periodo 5:* dal 21 settembre al 18 ottobre per un minimo di 4 minuti per giorno fino ad un massimo di 43 minuti per giorno causato dalla turbina VL-07;
- *Periodo 6:* dal 15 novembre al 10 dicembre per un minimo di 1 minuti per giorno fino ad un massimo di 19 minuti per giorno causato dalle turbine VL-08.

Dall'analisi del "Calendar Graph" e del "Calendar Time" in Allegato I e II (cap. 8 e 9) risulta che il fenomeno dello *shadow flickering* per il ricevitore **REC-26** in "WORST CASE" si può verificare nel corso di 7 distinti periodi continuativi durante l'anno e più precisamente:

- *Periodo 1:* dal 11 novembre al 31 gennaio per un minimo di 10 minuti per giorno fino ad un massimo di 41 minuti per giorno causato dalla turbina VL-02;
- *Periodo 2:* dal 5 al 21 febbraio per un minimo di 6 minuti per giorno fino ad un massimo di 23 minuti per giorno causato dalle turbine VL-04;
- *Periodo 3:* dal 28 febbraio al 14 marzo per un minimo di 3 minuti per giorno fino ad un massimo di 21 minuti per giorno

causato dalle turbine VL-03;

- *Periodo 4:* dal dal 20 marzo al 18 aprile per un minimo di 4 minuti per giorno fino ad un massimo di 64 minuti per giorno causato dalla turbina VL-05, VL-08 e VL-10;
- *Periodo 5:* dal 25 agosto al 24 settembre per un minimo di 7 minuti per giorno fino ad un massimo di 64 minuti per giorno causato dalla turbina VL-05, VL-08 e VL-10;
- *Periodo 6:* dal 29 settembre al 14 ottobre per un minimo di 1 minuti per giorno fino ad un massimo di 21 minuti per giorno causato dalle turbine VL-03;
- *Periodo 7:* dal 21 ottobre al 6 novembre per un minimo di 5 minuti per giorno fino ad un massimo di 24 minuti per giorno causato dalle turbine VL-04.

Dall'analisi del "Calendar Graph" e del "Calendar Time" in Allegato I e II (cap. 8 e 9) risulta che il fenomeno dello *shadow flickering* per il ricevitore **REC-27** in "WORST CASE" si può verificare nel corso di 5 distinti periodi continuativi durante l'anno e più precisamente:

- *Periodo 1:* dal 24 gennaio al 20 febbraio per un minimo di 2 minuti per giorno fino ad un massimo di 35 minuti per giorno causato dalla turbina VL-03;
- *Periodo 2:* dal 5 al 30 marzo per un minimo di 7 minuti per giorno fino ad un massimo di 38 minuti per giorno causato dalle turbine VL-05 e VL-10;
- *Periodo 3:* dal 10 giugno al 2 luglio per un minimo di 2 minuti per giorno fino ad un massimo di 21 minuti per giorno causato dalle turbine VL-06;
- *Periodo 4:* dal 13 settembre al 9 ottobre per un minimo di 4 minuti per giorno fino ad un massimo di 37 minuti per giorno causato dalla turbina VL-05 e VL-10;
- *Periodo 5:* dal 22 ottobre al 18 novembre per un minimo di 7 minuti per giorno fino ad un massimo di 36 minuti per giorno causato dalla turbina VL-03.

Dall'analisi del "Calendar Graph" e del "Calendar Time" in Allegato I e II (cap. 8 e 9) risulta che il fenomeno dello *shadow flickering* per il ricevitore **REC-41** in "WORST CASE" si può verificare nel corso di 3 distinti periodi continuativi durante l'anno e più precisamente:

- *Periodo 1:* dal 31 ottobre al 11 febbraio per un minimo di 7 minuti per giorno fino ad un massimo di 25 minuti per giorno causato dalla turbina VL-01 e VL-07;
- *Periodo 2:* dal 23 marzo al 22 aprile per un minimo di 12 minuti per giorno fino ad un massimo di 47 minuti per giorno causato dalle turbine VL-09;
- *Periodo 3:* dal 20 agosto al 20 settembre per un minimo di 6 minuti per giorno fino ad un massimo di 47 minuti per giorno causato dalle turbine VL-09.

Dall'analisi del "Calendar Graph" e del "Calendar Time" in Allegato I e II (cap. 8 e 9) risulta che il fenomeno dello *shadow flickering* per il ricevitore **REC-42** in "WORST CASE" si può verificare nel corso di 2 distinti periodi continuativi durante l'anno e più precisamente:

- *Periodo 1*: dal 20 febbraio al 2 aprile per un minimo di 5 minuti per giorno fino ad un massimo di 51 minuti per giorno causato dalla turbina VL-09;
- *Periodo 2*: dal 11 settembre al 22 ottobre per un minimo di 15 minuti per giorno fino ad un massimo di 65 minuti per giorno causato dalle turbine VL-07.

Dall'analisi del "Calendar Graph" e del "Calendar Time" in Allegato I e II (cap. 8 e 9) risulta che il fenomeno dello *shadow flickering* per il ricevitore **REC-48** in "WORST CASE" non si verifica in nessun periodo dell'anno.

Dall'analisi del "Calendar Graph" e del "Calendar Time" in Allegato I e II (cap. 8 e 9) risulta che il fenomeno dello *shadow flickering* per il ricevitore **REC-53** in "WORST CASE" si può verificare nel corso di un solo periodo continuativo durante l'anno e più precisamente:

- *Periodo 1*: dal 21 aprile al 22 agosto per un minimo di 9 minuti per giorno fino ad un massimo di 58 minuti per giorno causato dalla turbina VL-09.

Dall'analisi del "Calendar Graph" e del "Calendar Time" in Allegato I e II (cap. 8 e 9) risulta che il fenomeno dello *shadow flickering* per il ricevitore **REC-55** in "WORST CASE" si può verificare nel corso di 2 distinti periodi continuativi durante l'anno e più precisamente:

- *Periodo 1*: dal 10 aprile al 30 maggio per un minimo di 10 minuti per giorno fino ad un massimo di 58 minuti per giorno causato dalla turbina VL-09;
- *Periodo 2*: dal 13 luglio al 2 settembre per un minimo di 6 minuti per giorno fino ad un massimo di 50 minuti per giorno causato dalle turbine VL-09.

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

Ricettore	Turbine interessate	Shadow WORST CASE RSF01		
		Shadow ore per anno	Shadow giorni per anno	Shadow ore per giorno
REC-04	VL-03, VL-05 VL-10	62:59	128	0:47
REC-08	VL-02, VL-03 VL-04, VL-05 VL-10	123:25	232	0:58
REC-10	VL-03, VL-04	28:03	90	0:27
REC-113	VL-02, VL-03	54:34	129	0:41
REC-116	VL-02	14:37	45	0:28
REC-25	VL-07, VL-08 VL-09	54:39	159	0:43
REC-26	VL-02, VL-03 VL-04, VL-05 VL-08, VL-10	110:27	208	1:04
REC-27	VL-03, VL-05 VL-06, VL-10	50:22	132	0:38
REC-41	VL-01, VL-07 VL-09	65:31	167	0:47
REC-42	VL-09	70:25	84	1:05
REC-48	---	0:00	0	0:00
REC-53	VL-09	98:48	124	0:58
REC-55	VL-09	76:52	103	0:59

Figura 9 Tabella riepilogativa dei dati di Shadow per ogni ricettore

7 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. Le turbine proposte causano il fenomeno di *shadow flickering* su dodici dei tredici ricettori selezionati, ad eccezione del REC-48, ed analizzati nel presente lavoro.

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

TURBINA VL-01						
Periodo	Ricettori	Legal	Legal	Shadow WORST CASE		
		Start Time min	End Time MAX	Numero giorni in cui si verifica il fenomeno	Durata media (ore / giorno)	Durata totale (ore / anno)
14 nov.– 28 gen.	REC-41	16:15	17:02	74	0:16	20:04
						20:04

Figura 10 Risultati dettagliati del calcolo del fenomeno di *shadow flickering* per la turbina VL-01 nel *WORST CASE*.

TURBINA VL-02						
Periodo	Ricettori	Legal	Legal	Shadow WORST CASE		
		Start Time min	End Time MAX	Numero giorni in cui si verifica il fenomeno	Durata media (ore / giorno)	Durata totale (ore / anno)
9 feb.– 11 mar.	REC-08	7:27	8:15	30	0:36	13:03
2 ott.– 2 nov.		7:05	8:46	32	0:30	18:01
11 nov.– 31 gen.	REC-26	7:50	8:51	81	0:32	50:00
22 mar.– 4 apr.	REC-113	18:05	19:27	13	0:15	5:06
8 sett.– 22 sett.		18:55	19:17	14	0:11	4:00
18 apr.– 9 mag.	REC-116	19:26	19:54	21	0:20	9:05
3 ago.– 25 ago.		19:33	20:02	22	0:16	8:03
						107:18

Figura 11 Risultati dettagliati del calcolo del fenomeno di *shadow flickering* per la turbina VL-02 nel *WORST CASE*.

TURBINA VL-03						
Periodo	Ricettori	Legal Start Time min	Legal End Time MAX	Shadow WORST CASE		
				Numero giorni in cui si verifica il fenomeno	Durata media (ore / giorno)	Durata totale (ore / anno)
24 gen.– 14 mar.	REC-04 REC-26 REC-27	7:19	8:18	49	0:36	35:20
22 mar.– 6 apr.	REC-08	6:36	7:52	15	0:31	7:01
27 apr.– 16 ago.	REC-10	19:22	20:12	112	0:31	52:16
	REC-113	6:19	6:45			
6 set.– 21 set.	REC-08	7:22	7:43	15	0:18	7:06
29 sett.– 18 nov.	REC-04	7:11	8:50	51	0:32	36:04
	REC-26					
	REC-27					
						137:47

Figura 12 Risultati dettagliati del calcolo del fenomeno di shadow flickering per la turbina VL-03 nel WORST CASE.

TURBINA VL-04						
Periodo	Ricettori	Legal Start Time min	Legal End Time MAX	Shadow WORST CASE		
				Numero giorni in cui si verifica il fenomeno	Durata media (ore / giorno)	Durata totale (ore / anno)
5 feb.– 21 feb.	REC-26	17:15	17:38	16	0:14	6:05
1 mar.– 15 mar.	REC-08	14:40	18:03	15	0:15	4:12
8 apr.– 21 apr.	REC-10	19:22	19:41	13	0:11	3:20
22 ago.– 4 set.		19:23	19:43	13	0:12	3:00
28 sett.– 13 ott.	REC-08	19:23	19:44	16	0:15	4:05
21 ott.– 6 nov.	REC-26	16:43	18:07	16	0:14	5:00
						24:42

Figura 13 Risultati dettagliati del calcolo del fenomeno di shadow flickering per la turbina VL-04 nel WORST CASE.

TURBINA VL-05						
Periodo	Ricettori	Legal Start Time min	Legal End Time MAX	Shadow WORST CASE		
				Numero giorni in cui si verifica il fenomeno	Durata media (ore / giorno)	Durata totale (ore / anno)
5 mar.– 18 apr.	REC-04 REC-26 REC-27	17:42	19:25	44	0:38	24
1 mag.– 11 ago.	REC-08	19:22	20:16	103	0:35	64:03
25 ago.– 9 ott.	REC-04 REC-26 REC-27	18:21	19:16	46	0:31	25:00
						113:03

Figura 14 Risultati dettagliati del calcolo del fenomeno di shadow flickering per la turbina VL-05 nel WORST CASE.

TURBINA VL-06						
Periodo	Ricettori	Legal Start Time min	Legal End Time MAX	Shadow WORST CASE		
				Numero giorni in cui si verifica il fenomeno	Durata media (ore / giorno)	Durata totale (ore / anno)
10 giug.– 2 lug.	REC-27	20:02	20:24	21	0:10	6:02
						6:02

Figura 15 Risultati dettagliati del calcolo del fenomeno di shadow flickering per la turbina VL-06 nel WORST CASE

TURBINA VL-07						
Periodo	Ricettori	Legal Start Time min	Legal End Time MAX	Shadow WORST CASE		
				Numero giorni in cui si verifica il fenomeno	Durata media (ore / giorno)	Durata totale (ore / anno)
26 gen.– 11 feb.	REC-41	7:46	8:06	17	0:12	4:00
23 feb.– 22 mar.	REC-25	7:08	7:51	28	0:32	14:00
21 set.– 18 ott.		7:46	8:29	27	0:33	15:00
31 ott.– 16 nov.	REC-41	7:15	8:28	17	0:11	3:24
						36:24

Figura 16 Risultati dettagliati del calcolo del fenomeno di shadow flickering per la turbina VL-07 nel WORST CASE

TURBINA VL-08						
Periodo	Ricettori	Legal Start Time min	Legal End Time MAX	Shadow WORST CASE		
				Numero giorni in cui si verifica il fenomeno	Durata media (ore / giorno)	Durata totale (ore / anno)
3 gen.– 27 gen.	REC-25	16:46	17:07	24	0:10	5:00
5 apr.– 17 apr.	REC-26	19:21	19:39	12	0:08	2:21
26 ago.– 7 sett.		19:20	19:39	13	0:11	2:20
15 nov.– 10 dic.	REC-25	16:24	16:40	25	0:12	5:00
						14:51

Figura 17 Risultati dettagliati del calcolo del fenomeno di shadow flickering per la turbina VL-08 nel WORST CASE

TURBINA VL-09						
Periodo	Ricettori	Legal Start Time min	Legal End Time MAX	Shadow WORST CASE		
				Numero giorni in cui si verifica il fenomeno	Durata media (ore / giorno)	Durata totale (ore / anno)
9 feb.– 22 ott.	REC-25 REC-41	6:45	8:48	244	0:39	257:09
	REC-42 REC-53 REC-55	17:38	20:18			
						257:09

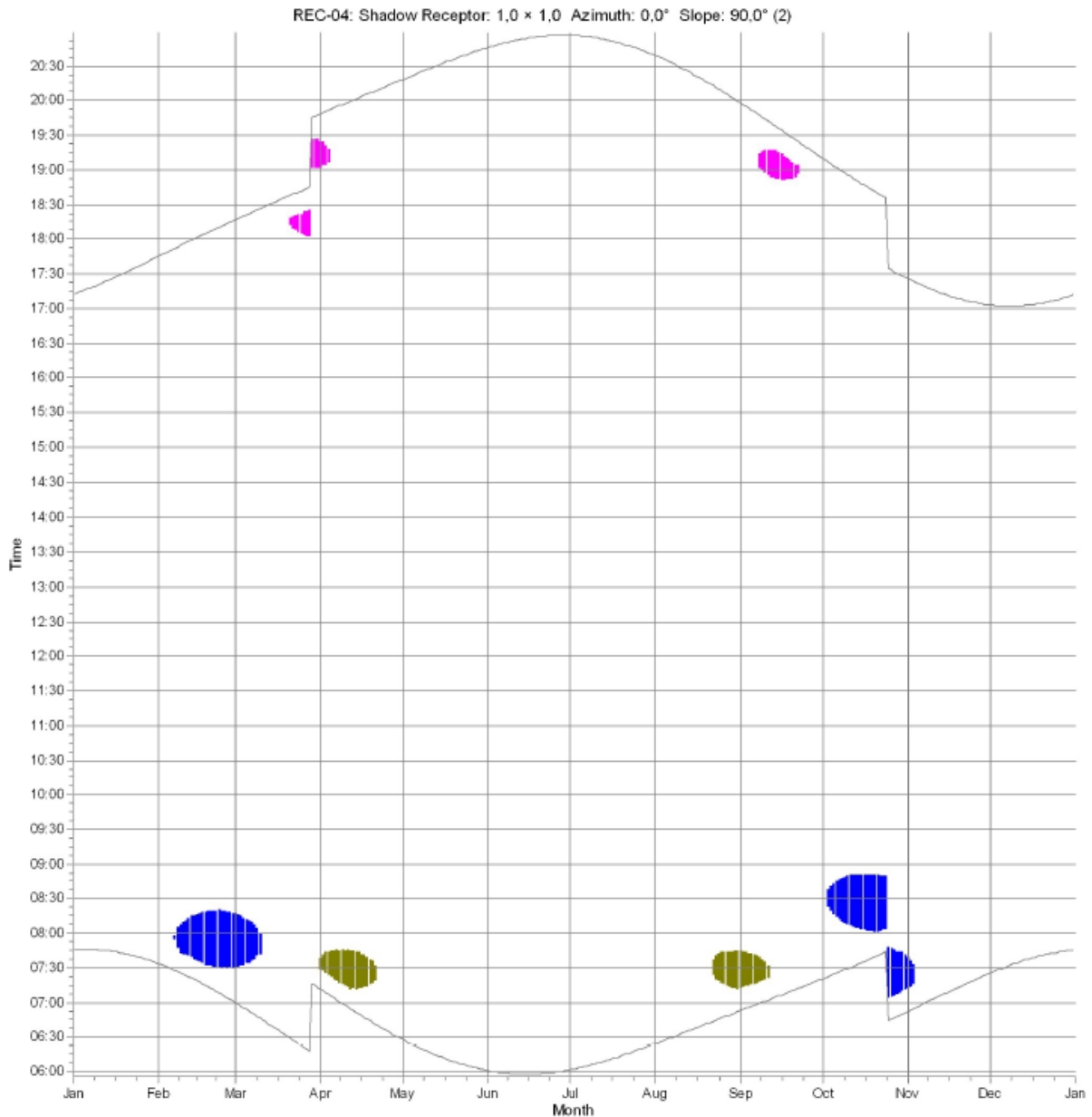
Figura 18 Risultati dettagliati del calcolo del fenomeno di shadow flickering per la turbina VL-09 nel WORST CASE

TURBINA VL-10						
Periodo	Ricettori	Legal Start Time min	Legal End Time MAX	Shadow WORST CASE		
				Numero giorni in cui si verifica il fenomeno	Durata media (ore / giorno)	Durata totale (ore / anno)
14 mar.– 27 apr.	REC-04 REC-08	6:35	7:59	45	0:19	15:00
16 ago.– 29 sett.	REC-26 REC-27	7:01	7:54	45	0:22	15:02
						31:02

Figura 19 Risultati dettagliati del calcolo del fenomeno di shadow flickering per la turbina VL-10 nel WORST CASE

8 ALLEGATO I "CALENDAR-GRAPHICAL" (WORST CASE)

8.1 Ricettori "Calendar- Graphical"



WTGs



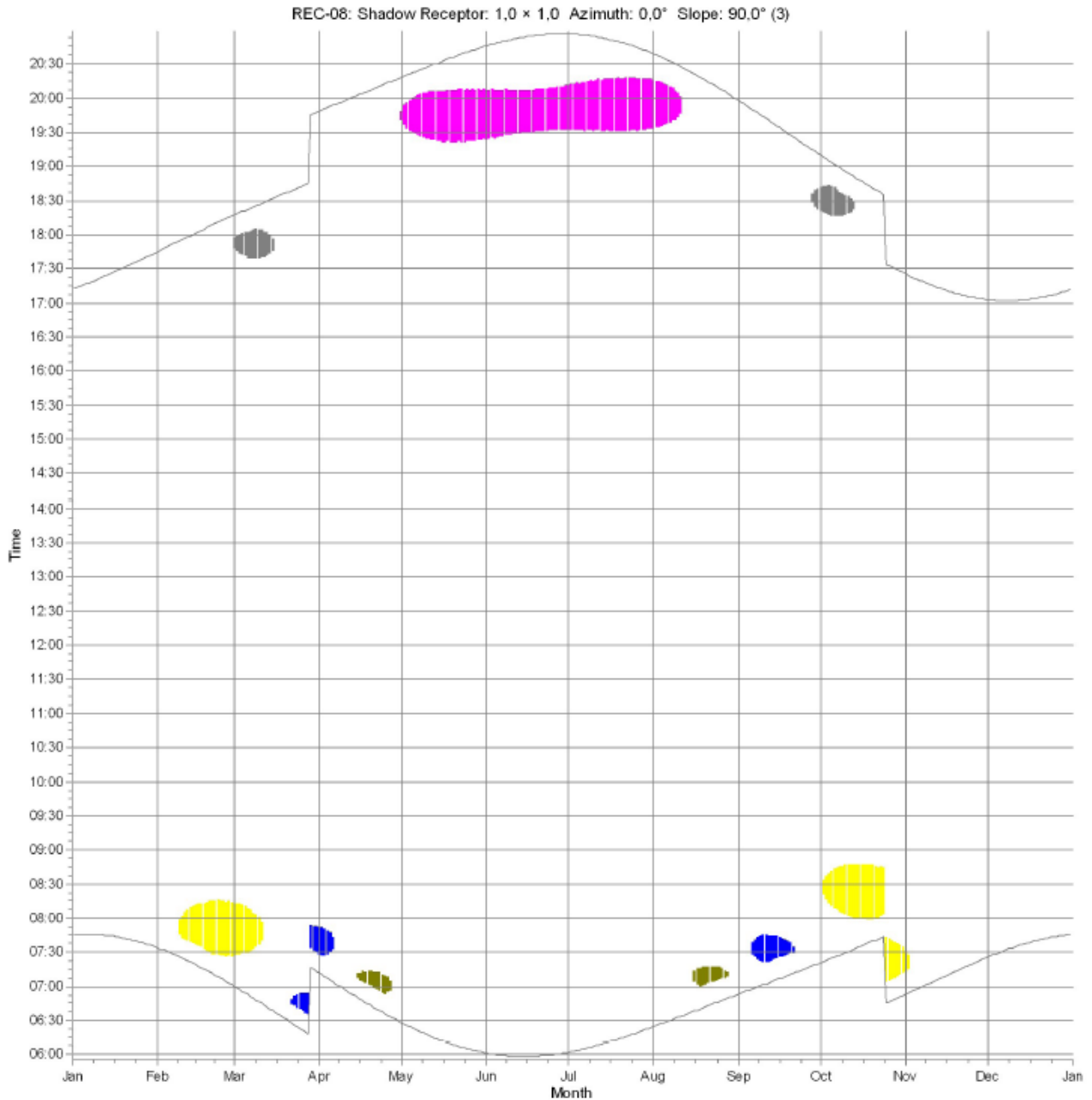
VL-03: VESTAS V162 5600 162,0 !0! hub: 125,0 m (TOT: 206,0 m) (3)

VL-05: VESTAS V162 5600 162,0 !0! hub: 125,0 m (TOT: 206,0 m) (5)



VL-10: VESTAS V162 5600 162,0 !0! hub: 125,0 m (TOT: 206,0 m) (10)

Figura 20 Diagramma grafico dei periodi dell'anno con indicazione dell'effetto shadow flickering subito dal ricettore REC-04.



WTGs






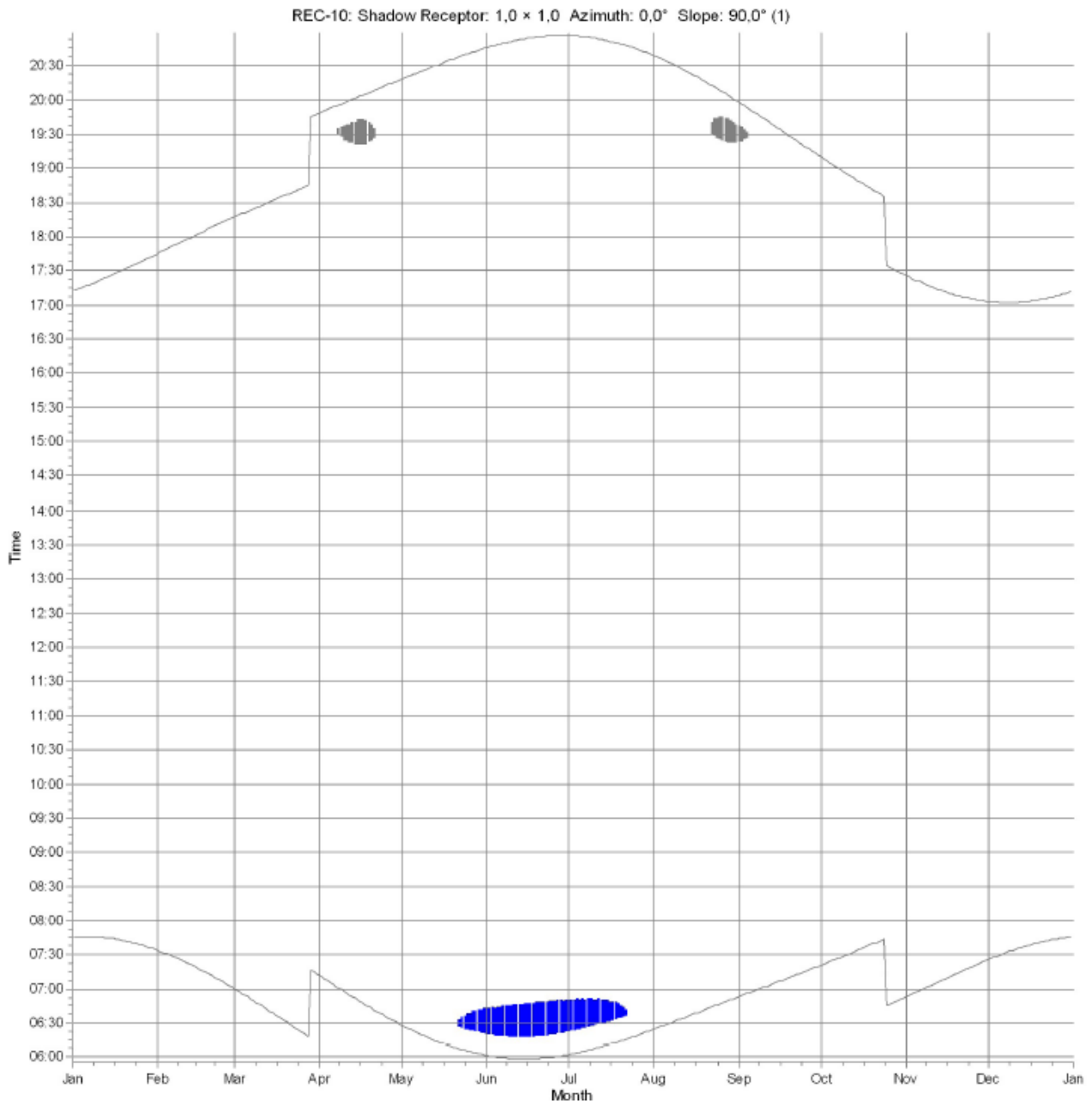
	VL-02: VESTAS V162 5600 162.0 !0! hub: 125,0 m (TOT: 206,0 m) (2)		VL-05: VESTAS V162 5600 162.0 !0! hub: 125,0 m (TOT: 206,0 m) (5)
	VL-03: VESTAS V162 5600 162.0 !0! hub: 125,0 m (TOT: 206,0 m) (3)		VL-10: VESTAS V162 5600 162.0 !0! hub: 125,0 m (TOT: 206,0 m) (10)
	VL-04: VESTAS V162 5600 162.0 !0! hub: 125,0 m (TOT: 206,0 m) (4)		

Figura 21 Diagramma grafico dei periodi dell'anno con indicazione dell'effetto shadow flickering subito dal ricettore REC-08.



WTGs

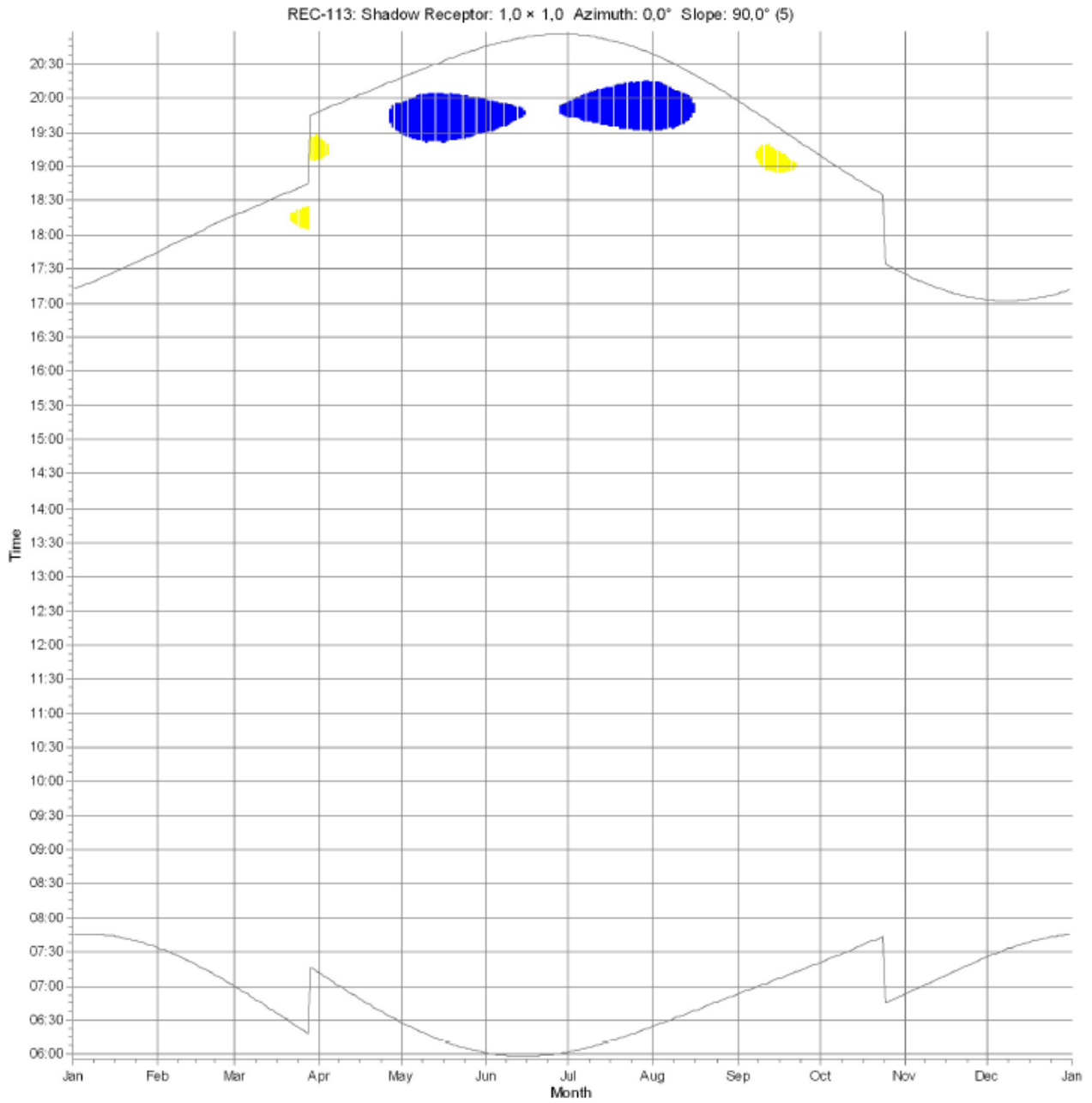


VL-03: VESTAS V162 5600 162,0 !0! hub: 125,0 m (TOT: 206,0 m) (3)




VL-04: VESTAS V162 5600 162,0 !0! hub: 125,0 m (TOT: 206,0 m) (4)

Figura 22 Diagramma grafico dei periodi dell'anno con indicazione dell'effetto shadow flickering subito dal ricettore REC-10.



WTGs

 VL-02: VESTAS V162 5600 162.0 !0! hub: 125,0 m (TOT: 206,0 m) (2)


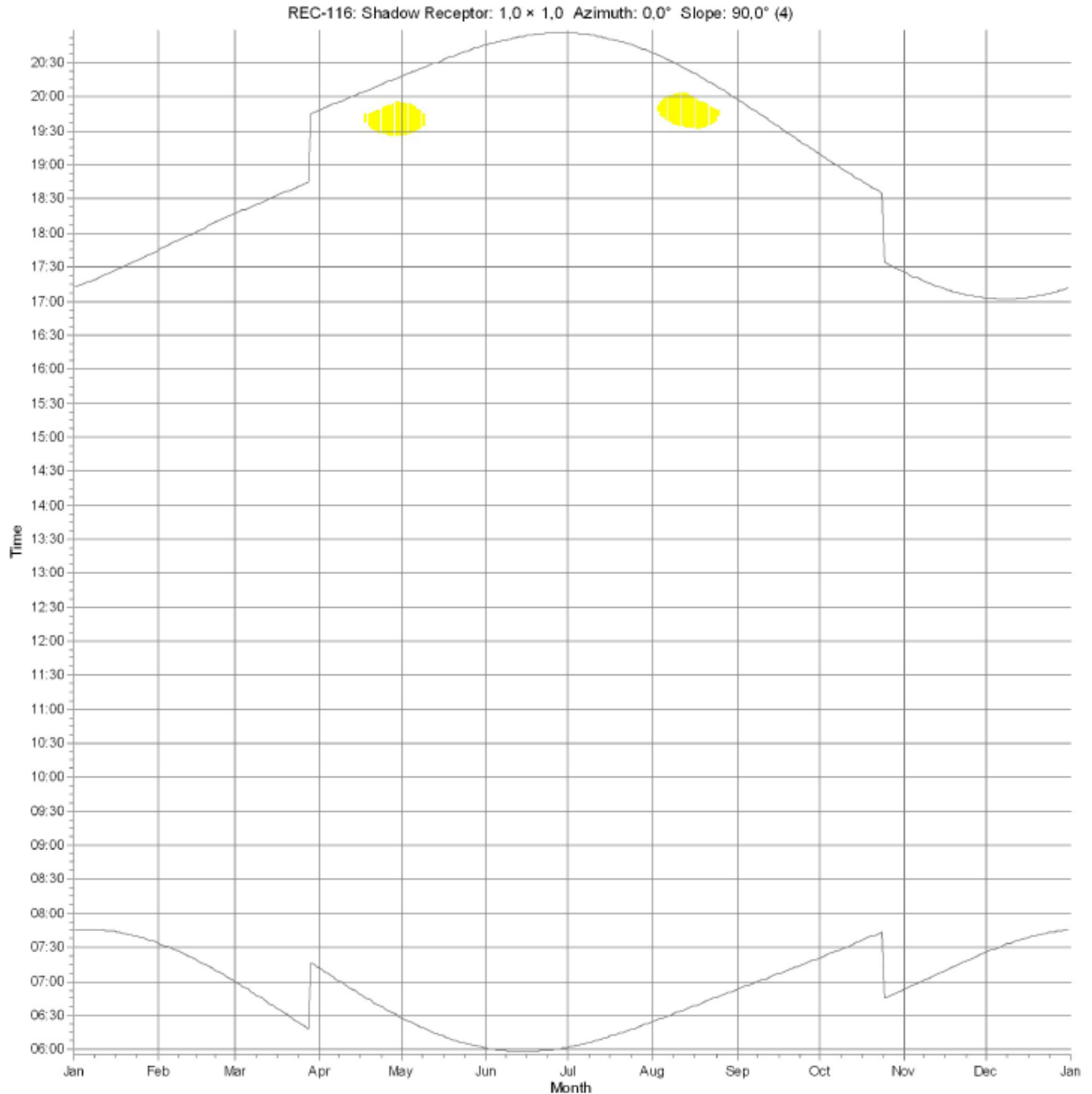
 VL-03: VESTAS V162 5600 162.0 !0! hub: 125,0 m (TOT: 206,0 m) (3)

Figura 23 Diagramma grafico dei periodi dell'anno con indicazione dell'effetto shadow flickering subito dal ricettore REC-113.



WTGs


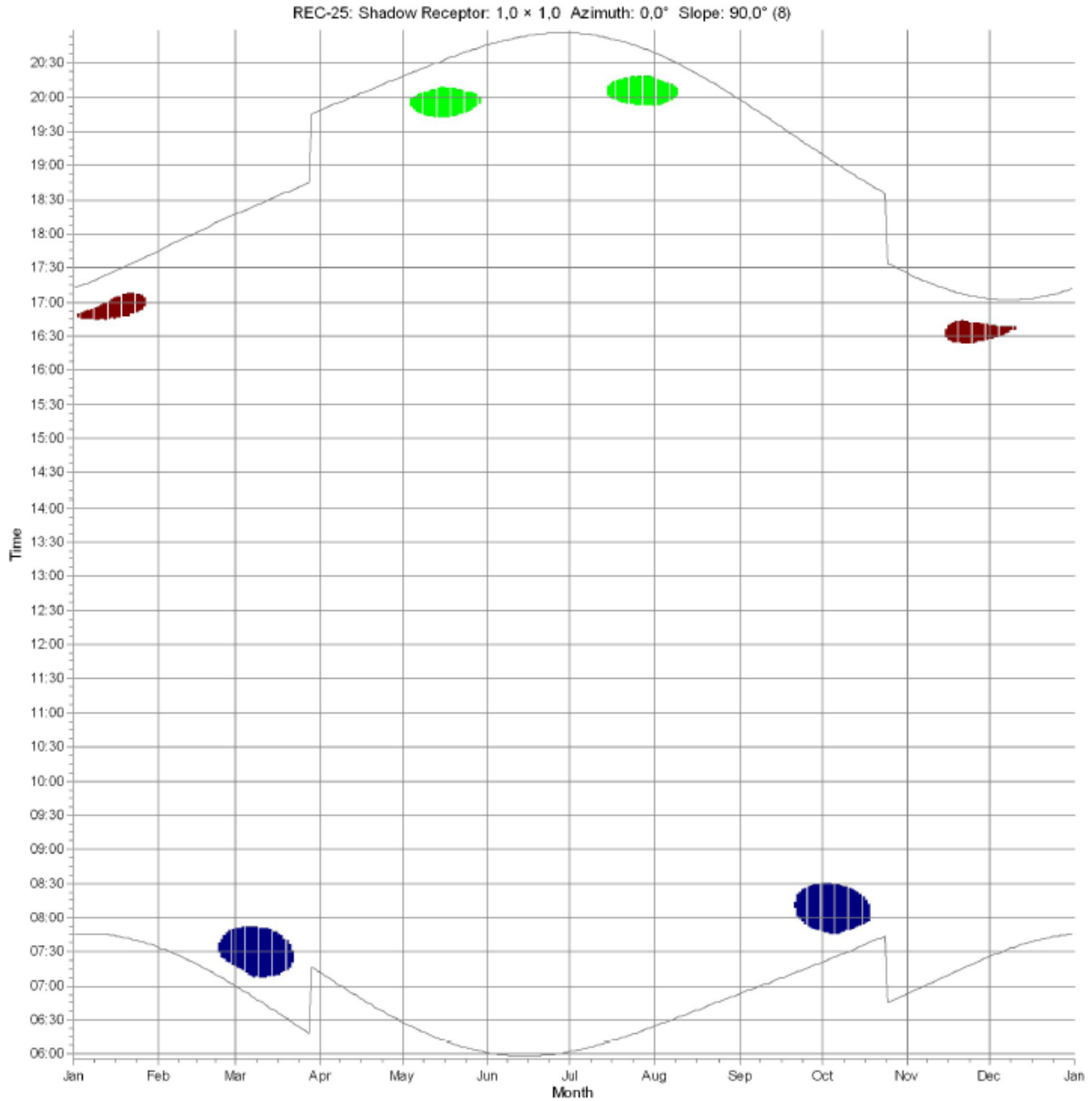
 VL-02: VESTAS V162 5600 162.0 !O! hub: 125,0 m (TOT: 206,0 m) (2)

Figura 24 Diagramma grafico dei periodi dell'anno con indicazione dell'effetto shadow flickering subito dal ricettore REC-116.



WTGs

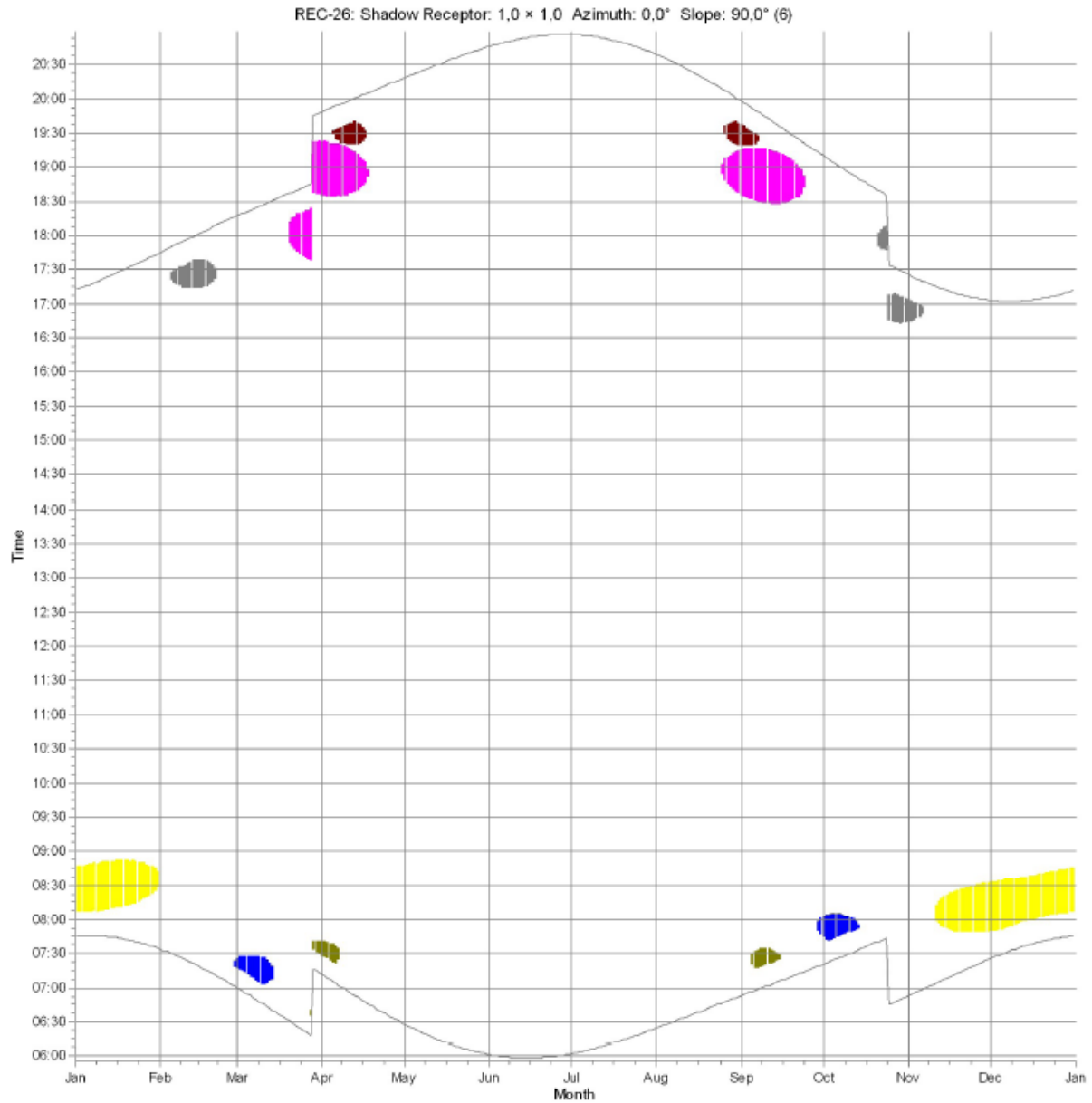


VL-07: VESTAS V162 5600 162,0 !0! hub: 125,0 m (TOT: 206,0 m) (7)
VL-08: VESTAS V162 5600 162,0 !0! hub: 125,0 m (TOT: 206,0 m) (8)



VL-09: VESTAS V162 5600 162,0 !0! hub: 125,0 m (TOT: 206,0 m) (9)

Figura 25 Diagramma grafico dei periodi dell'anno con indicazione dell'effetto shadow flickering subito dal ricettore REC-25.



WTGs







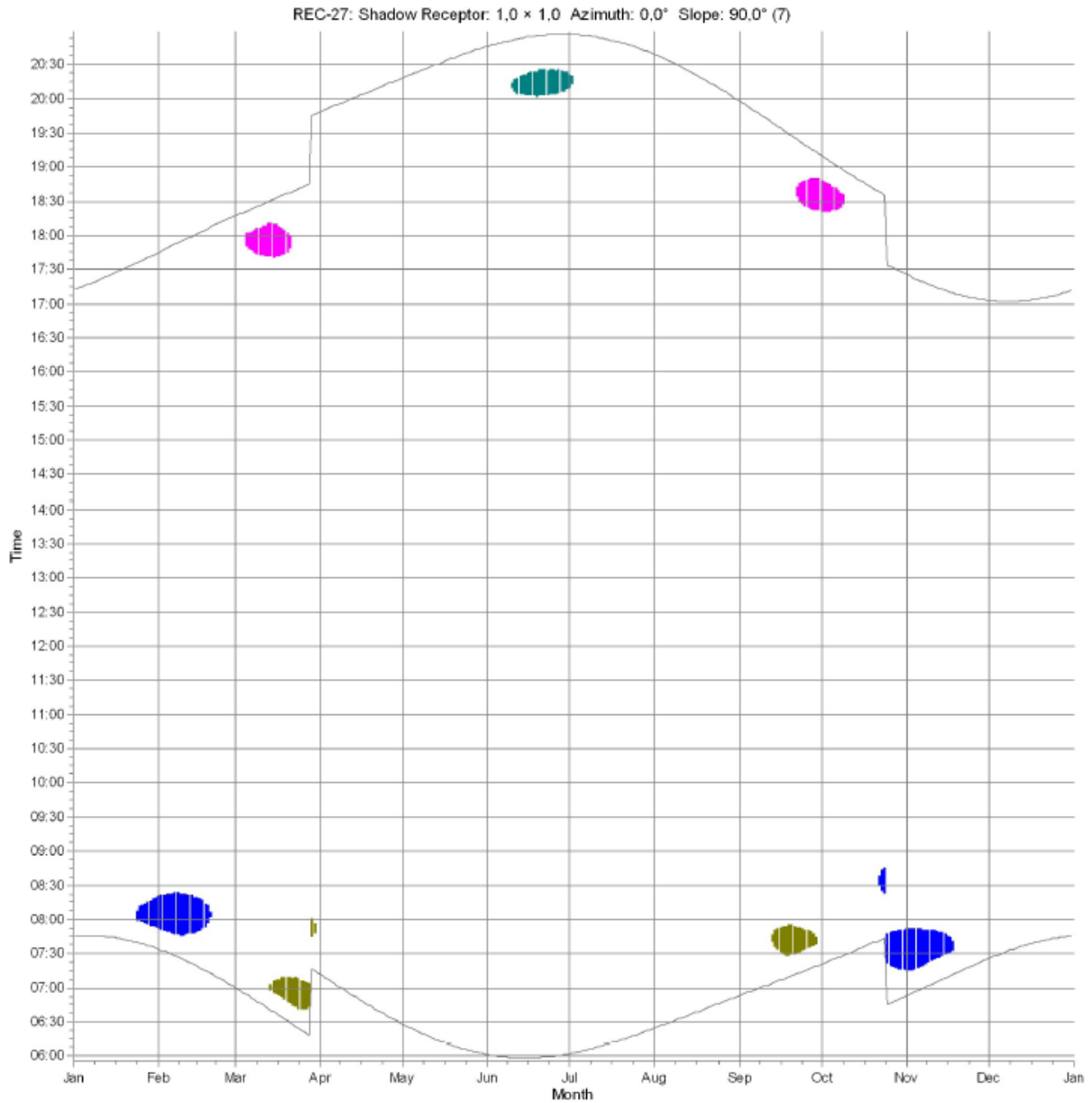
	VL-02: VESTAS V162 5600 162.0 !0! hub: 125,0 m (TOT: 206,0 m) (2)		VL-05: VESTAS V162 5600 162.0 !0! hub: 125,0 m (TOT: 206,0 m) (5)
	VL-03: VESTAS V162 5600 162.0 !0! hub: 125,0 m (TOT: 206,0 m) (3)		VL-08: VESTAS V162 5600 162.0 !0! hub: 125,0 m (TOT: 206,0 m) (8)
	VL-04: VESTAS V162 5600 162.0 !0! hub: 125,0 m (TOT: 206,0 m) (4)		VL-10: VESTAS V162 5600 162.0 !0! hub: 125,0 m (TOT: 206,0 m) (10)

Figura 26 Diagramma grafico dei periodi dell'anno con indicazione dell'effetto shadow flickering subito dal ricettore REC-26.



WTGs

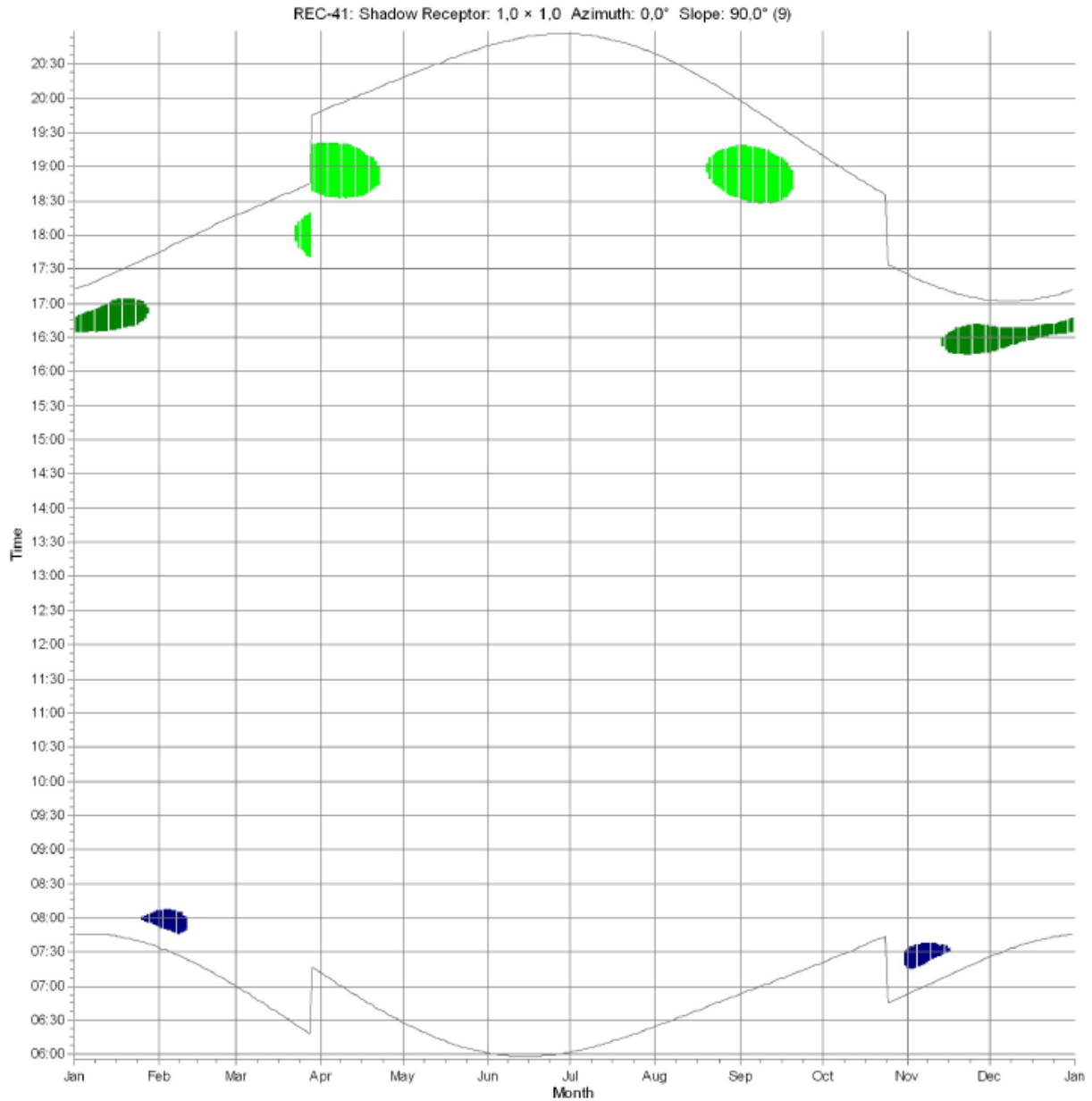


VL-03: VESTAS V162 5600 162.0 !0! hub: 125,0 m (TOT: 206,0 m) (3)
VL-05: VESTAS V162 5600 162.0 !0! hub: 125,0 m (TOT: 206,0 m) (5)



VL-06: VESTAS V162 5600 162.0 !0! hub: 125,0 m (TOT: 206,0 m) (6)
VL-10: VESTAS V162 5600 162.0 !0! hub: 125,0 m (TOT: 206,0 m) (10)

Figura 27 Diagramma grafico dei periodi dell'anno con indicazione dell'effetto shadow flickering subito dal ricettore REC-27.



WTGs

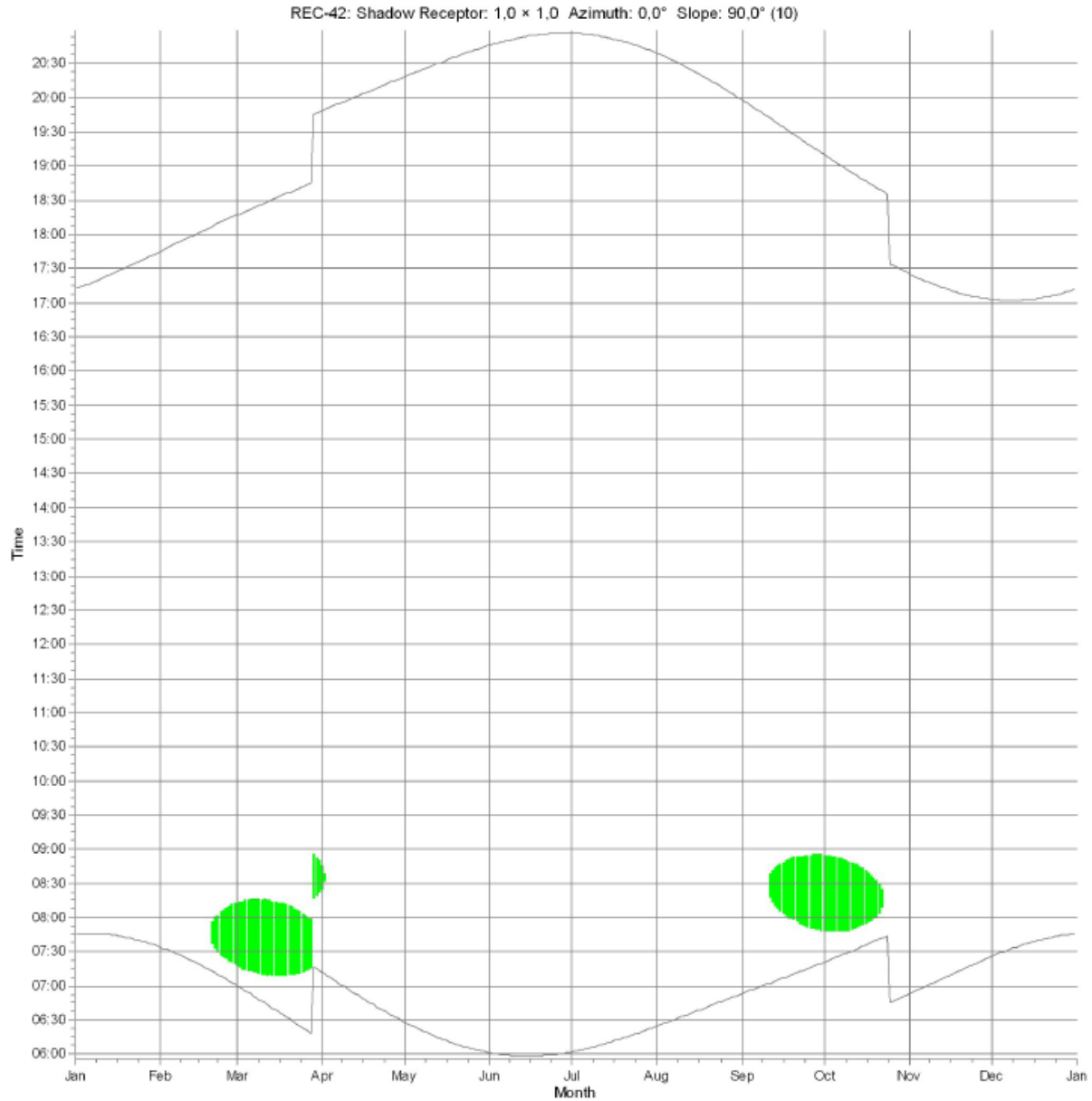


VL-01: VESTAS V162 5600 162,0 !0! hub: 125,0 m (TOT: 206,0 m) (1)
VL-07: VESTAS V162 5600 162,0 !0! hub: 125,0 m (TOT: 206,0 m) (7)



VL-09: VESTAS V162 5600 162,0 !0! hub: 125,0 m (TOT: 206,0 m) (9)

Figura 28 Diagramma grafico dei periodi dell'anno con indicazione dell'effetto shadow flickering subito dal ricettore REC-41.



WTGs


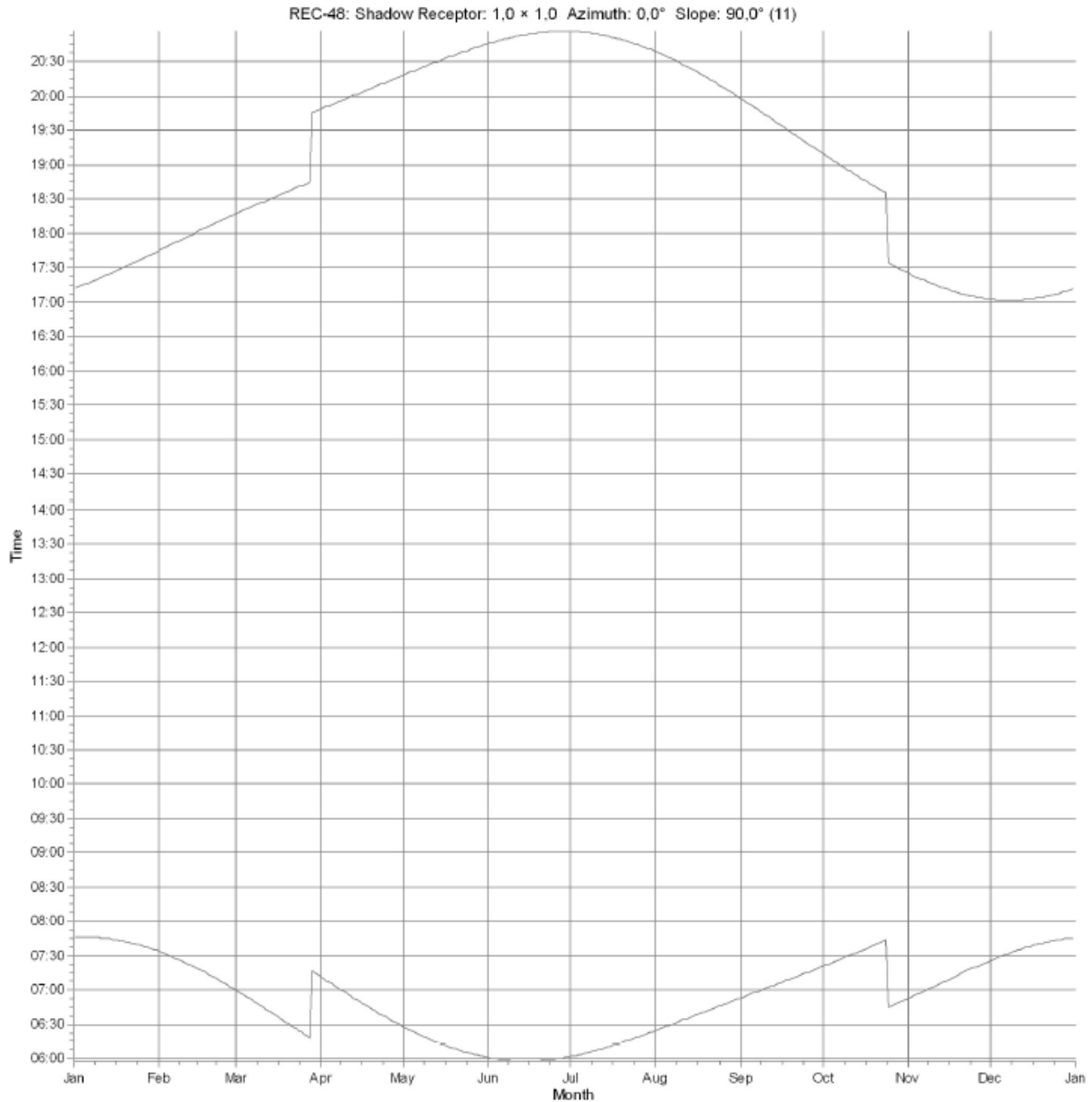
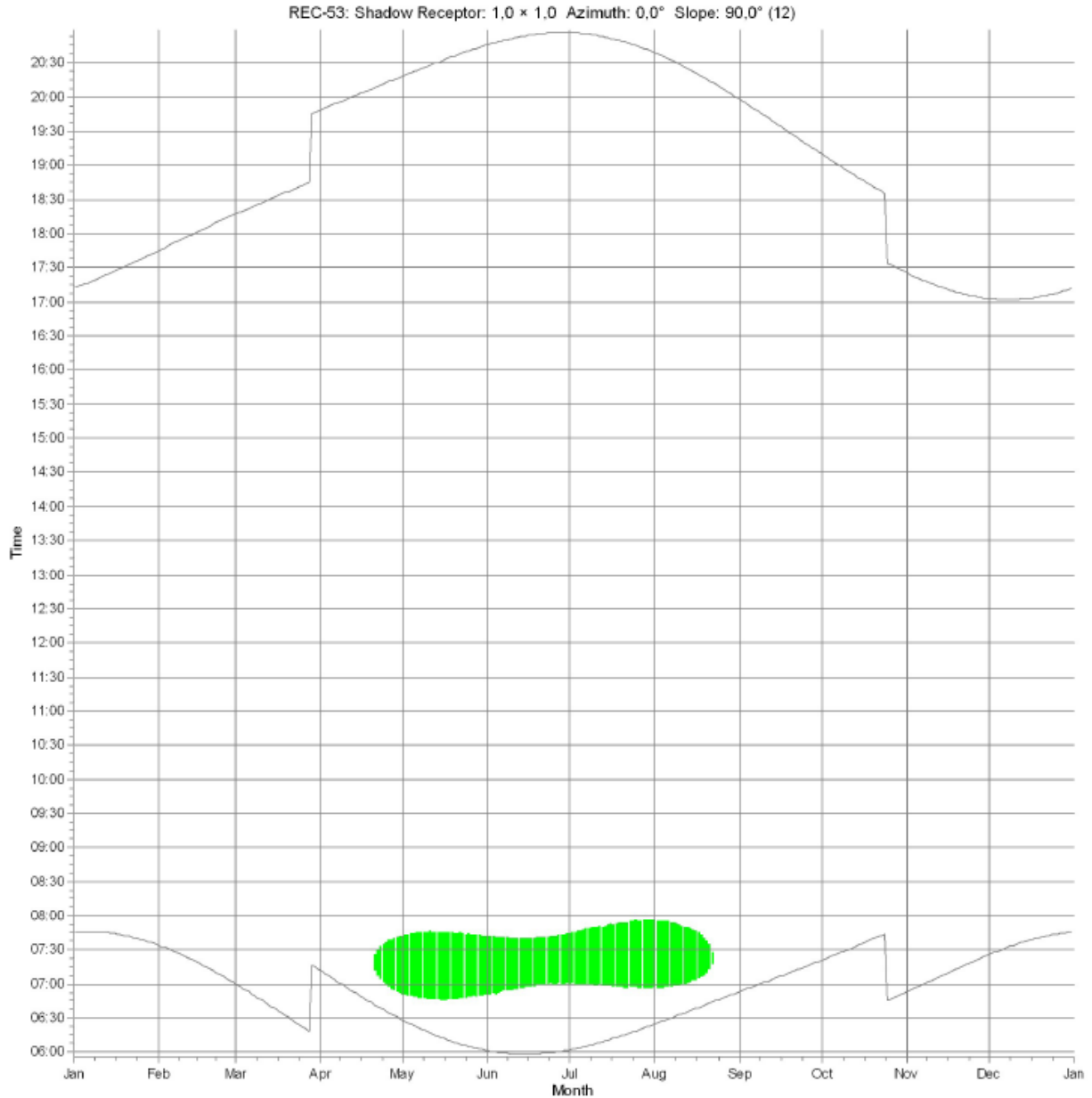
 VL-09: VESTAS V162 5600 162,0 !0! hub: 125,0 m (TOT: 206,0 m) (9)

Figura 29 Diagramma grafico dei periodi dell'anno con indicazione dell'effetto shadow flickering subito dal ricettore REC-42.



WTGs

Figura 30 Diagramma grafico dei periodi dell'anno con indicazione dell'effetto shadow flickering subito dal ricettore REC-48.



WTGs


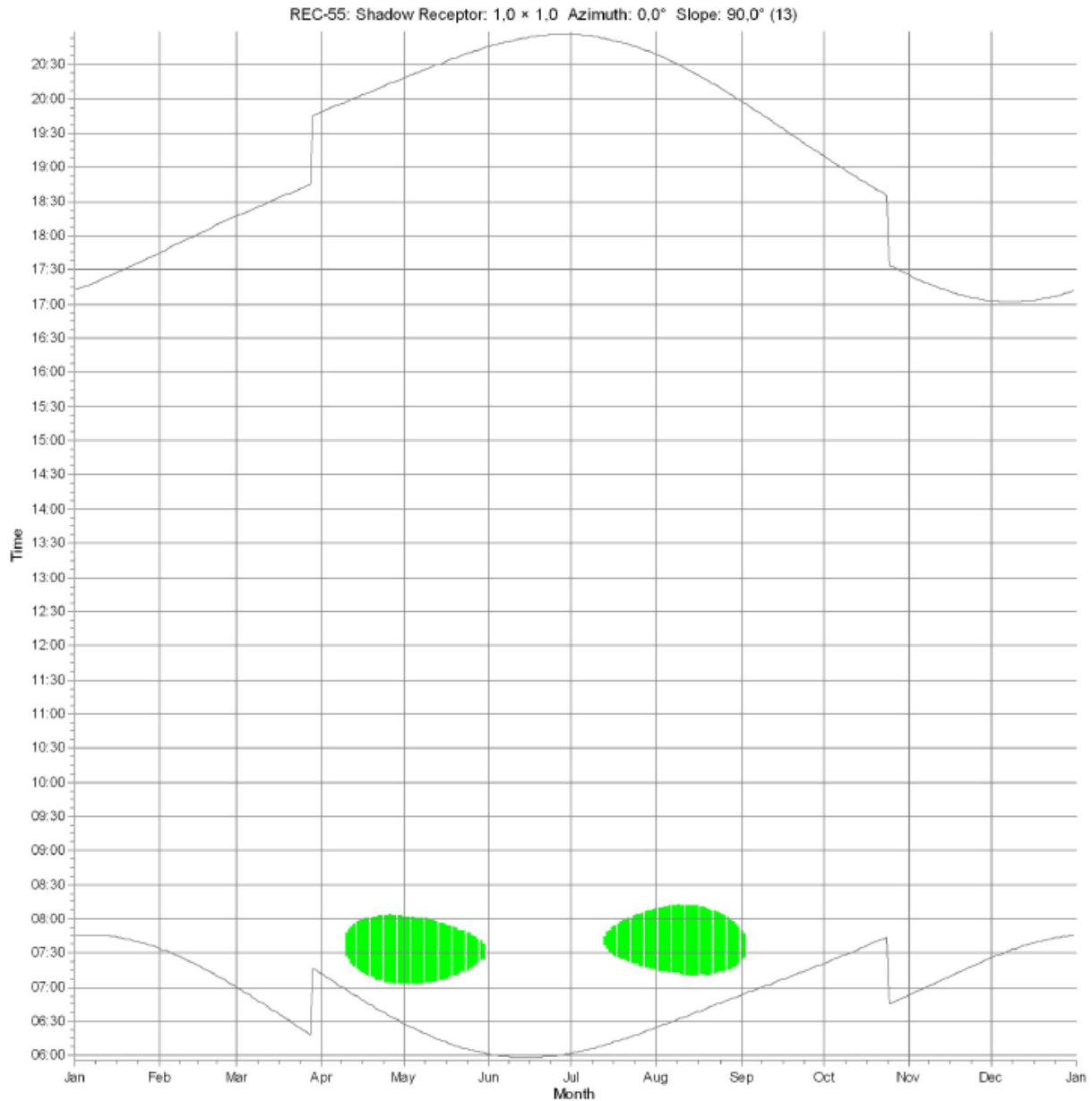
 VL-09: VESTAS V162 5600 162.0 !0! hub: 125,0 m (TOT: 206,0 m) (9)

Figura 31 Diagramma grafico dei periodi dell'anno con indicazione dell'effetto shadow flickering subito dal ricettore REC-53.



WTGs


 VL-09: VESTAS V162 5600 162.0 !0! hub: 125,0 m (TOT: 206,0 m) (9)

Figura 32 Diagramma grafico dei periodi dell'anno con indicazione dell'effetto shadow flickering subito dal ricettore REC-55.

8.2 Turbine "Calendar- Graphical"

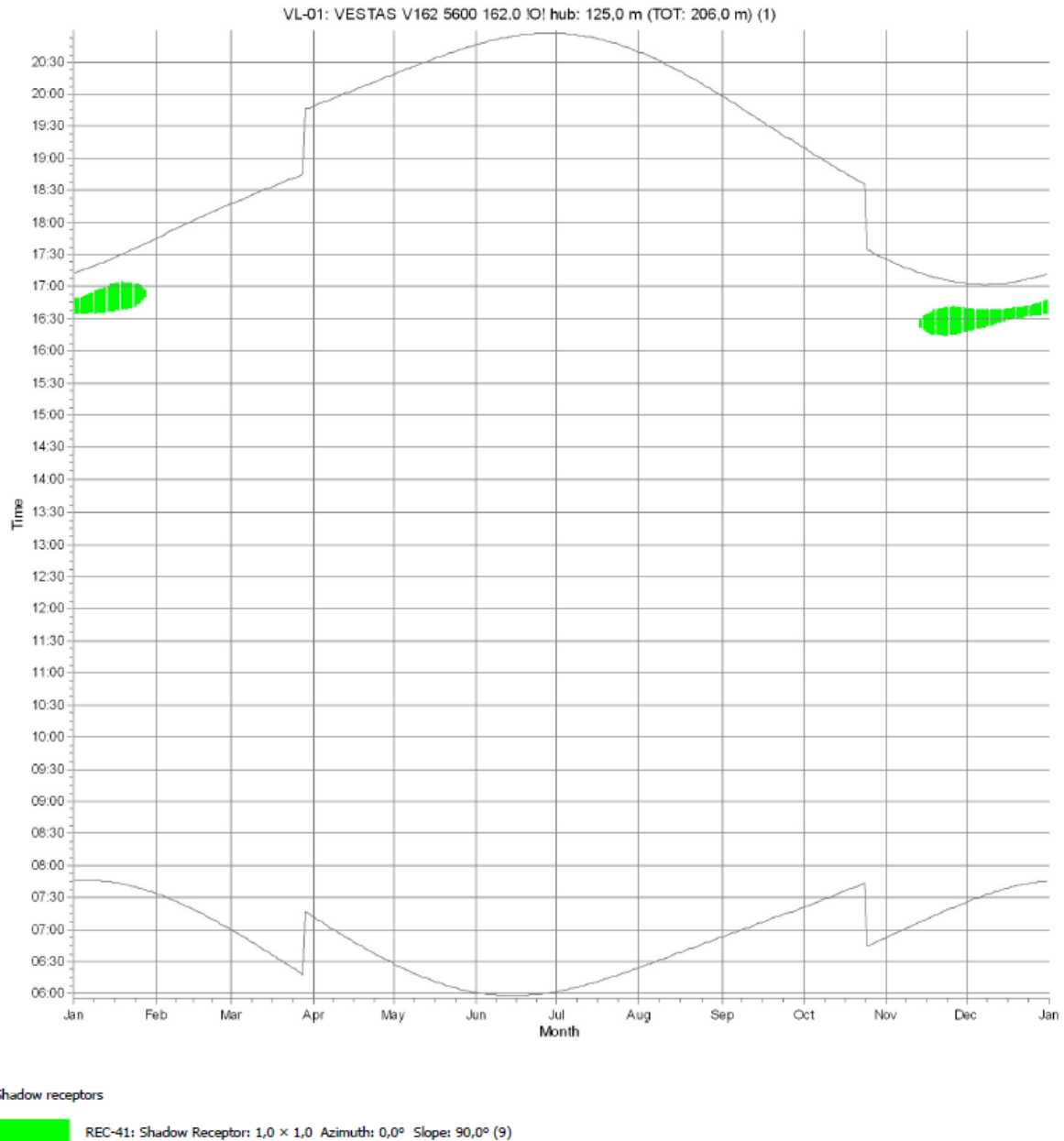


Figura 33 Diagramma grafico dei periodi dell'anno con indicazione dell'effetto shadow flickering dovuto alla turbina VL-01.

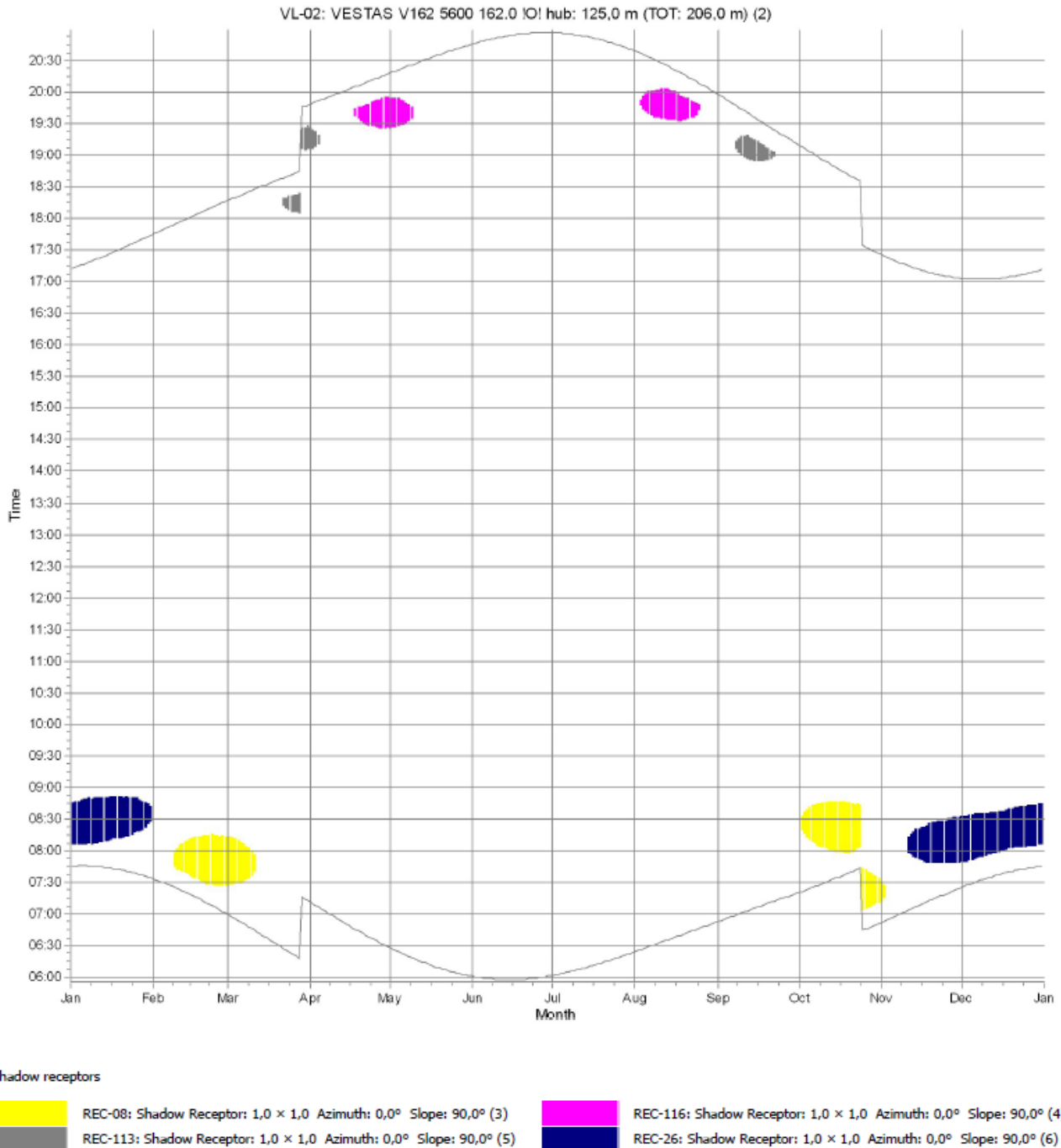
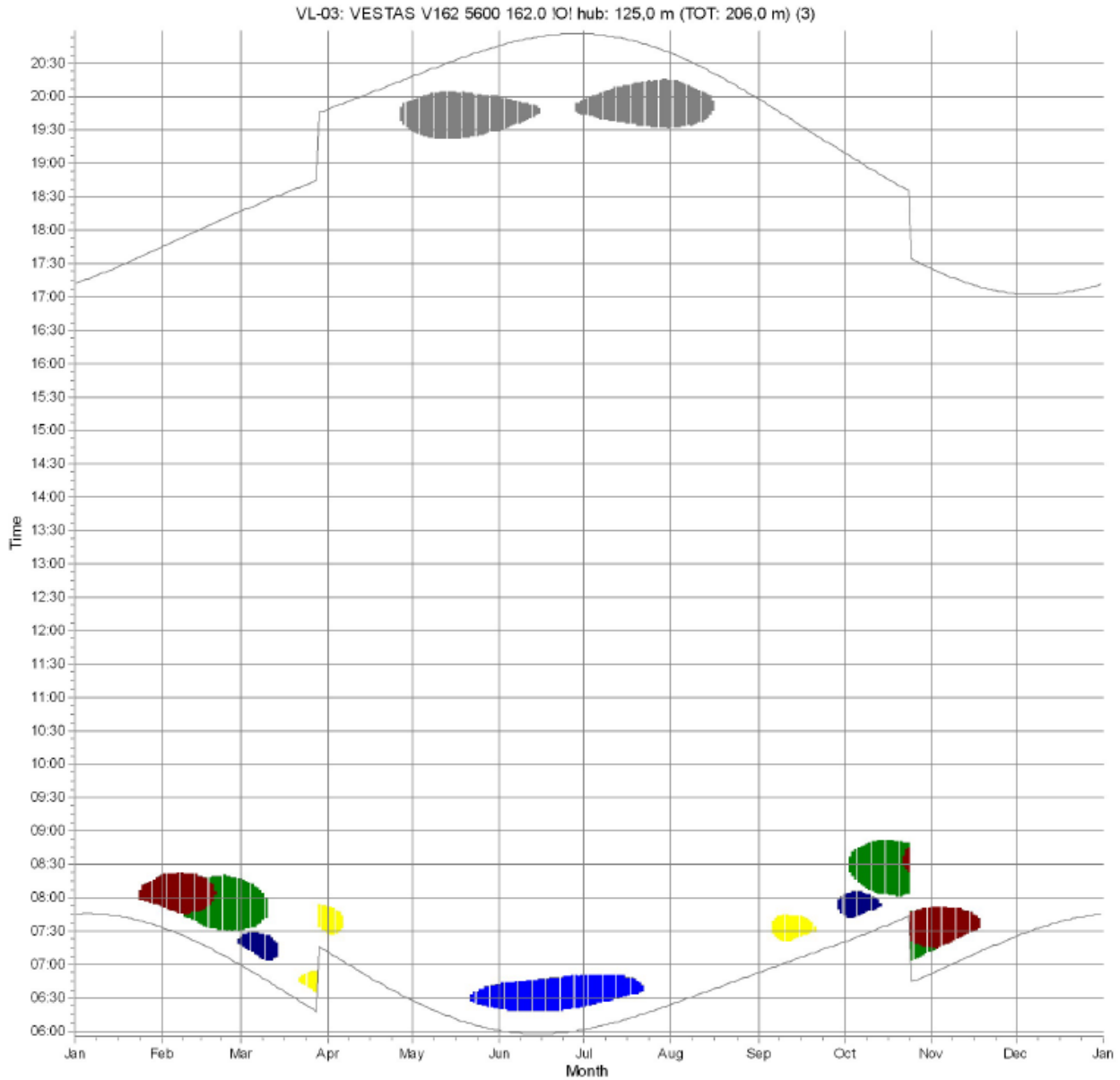


Figura 34 Diagramma grafico dei periodi dell'anno con indicazione dell'effetto shadow flickering dovuto alla turbina VL-02.



Shadow receptors







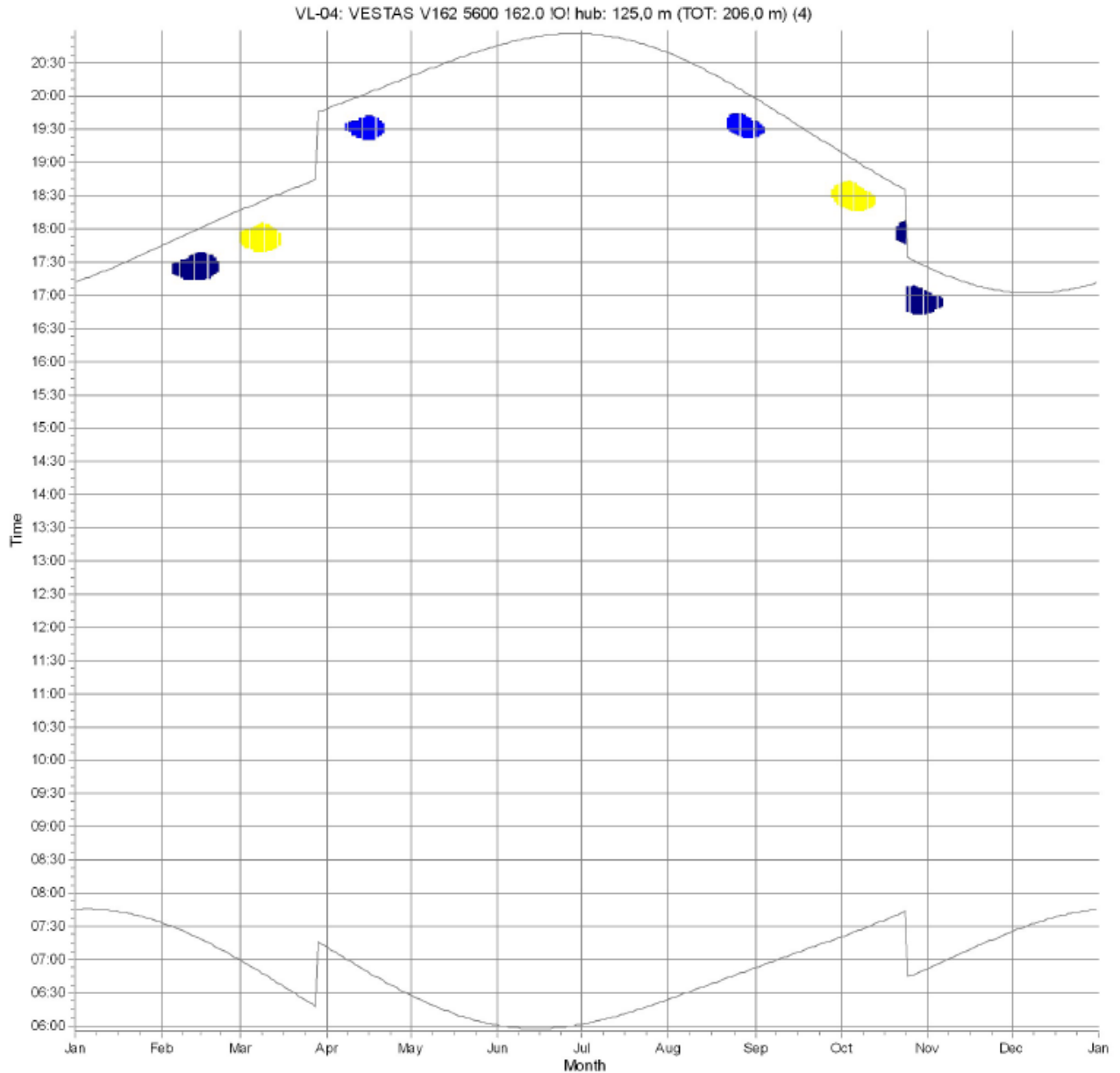
	REC-04: Shadow Receptor: 1,0 × 1,0 Azimuth: 0,0° Slope: 90,0° (2)		REC-113: Shadow Receptor: 1,0 × 1,0 Azimuth: 0,0° Slope: 90,0° (5)
	REC-08: Shadow Receptor: 1,0 × 1,0 Azimuth: 0,0° Slope: 90,0° (3)		REC-26: Shadow Receptor: 1,0 × 1,0 Azimuth: 0,0° Slope: 90,0° (6)
	REC-10: Shadow Receptor: 1,0 × 1,0 Azimuth: 0,0° Slope: 90,0° (1)		REC-27: Shadow Receptor: 1,0 × 1,0 Azimuth: 0,0° Slope: 90,0° (7)

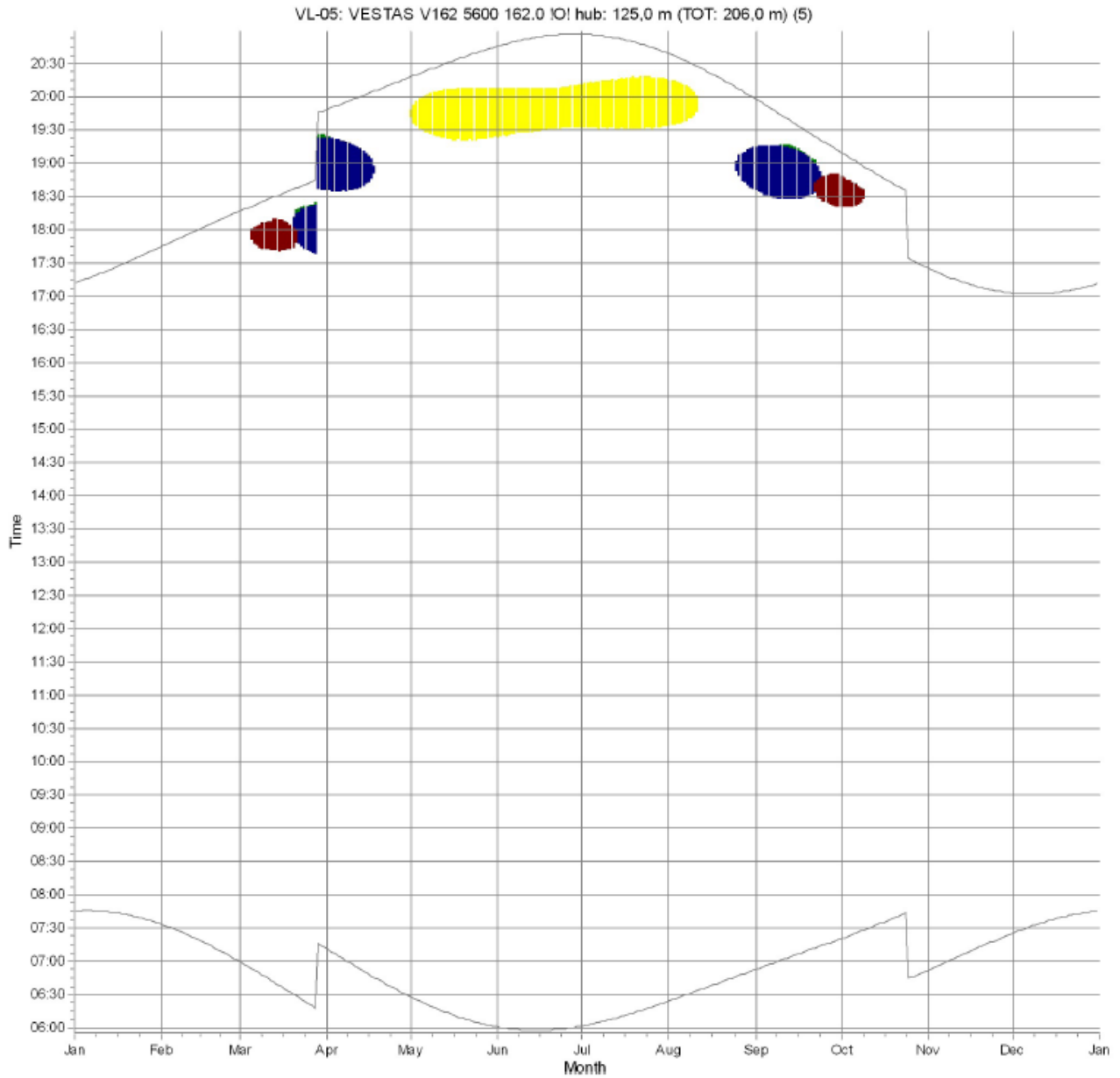
Figura 35 Diagramma grafico dei periodi dell'anno con indicazione dell'effetto shadow flickering dovuto alla turbina VL-03.



Shadow receptors



Figura 36 Diagramma grafico dei periodi dell'anno con indicazione dell'effetto shadow flickering dovuto alla turbina VL-04.



Shadow receptors



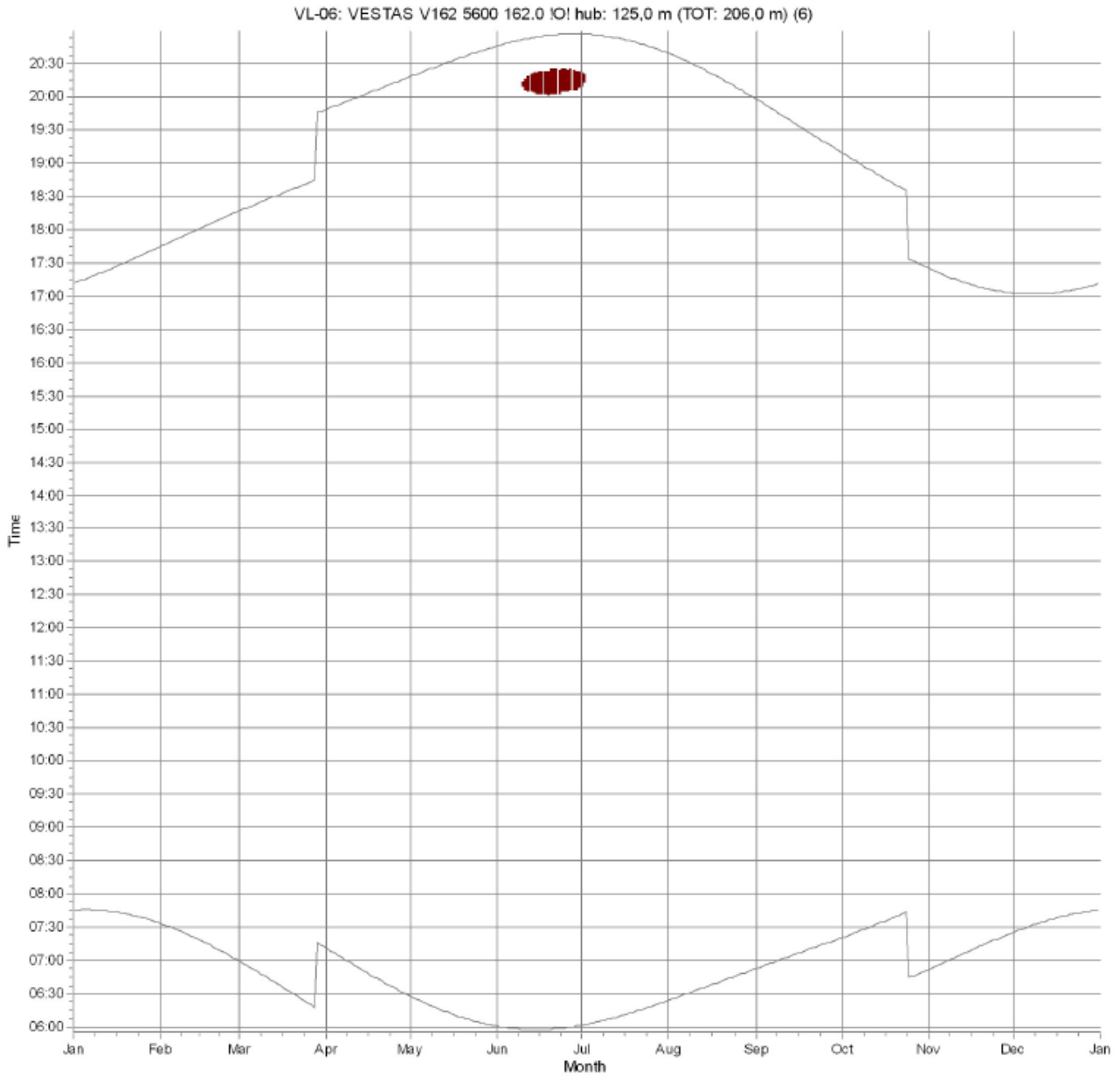
	REC-04: Shadow Receptor: 1,0 × 1,0 Azimuth: 0,0° Slope: 90,0° (2)		REC-26: Shadow Receptor: 1,0 × 1,0 Azimuth: 0,0° Slope: 90,0° (6)
	REC-08: Shadow Receptor: 1,0 × 1,0 Azimuth: 0,0° Slope: 90,0° (3)		REC-27: Shadow Receptor: 1,0 × 1,0 Azimuth: 0,0° Slope: 90,0° (7)

Figura 37 Diagramma grafico dei periodi dell'anno con indicazione dell'effetto shadow flickering dovuto alla turbina VL-05.



Shadow receptors


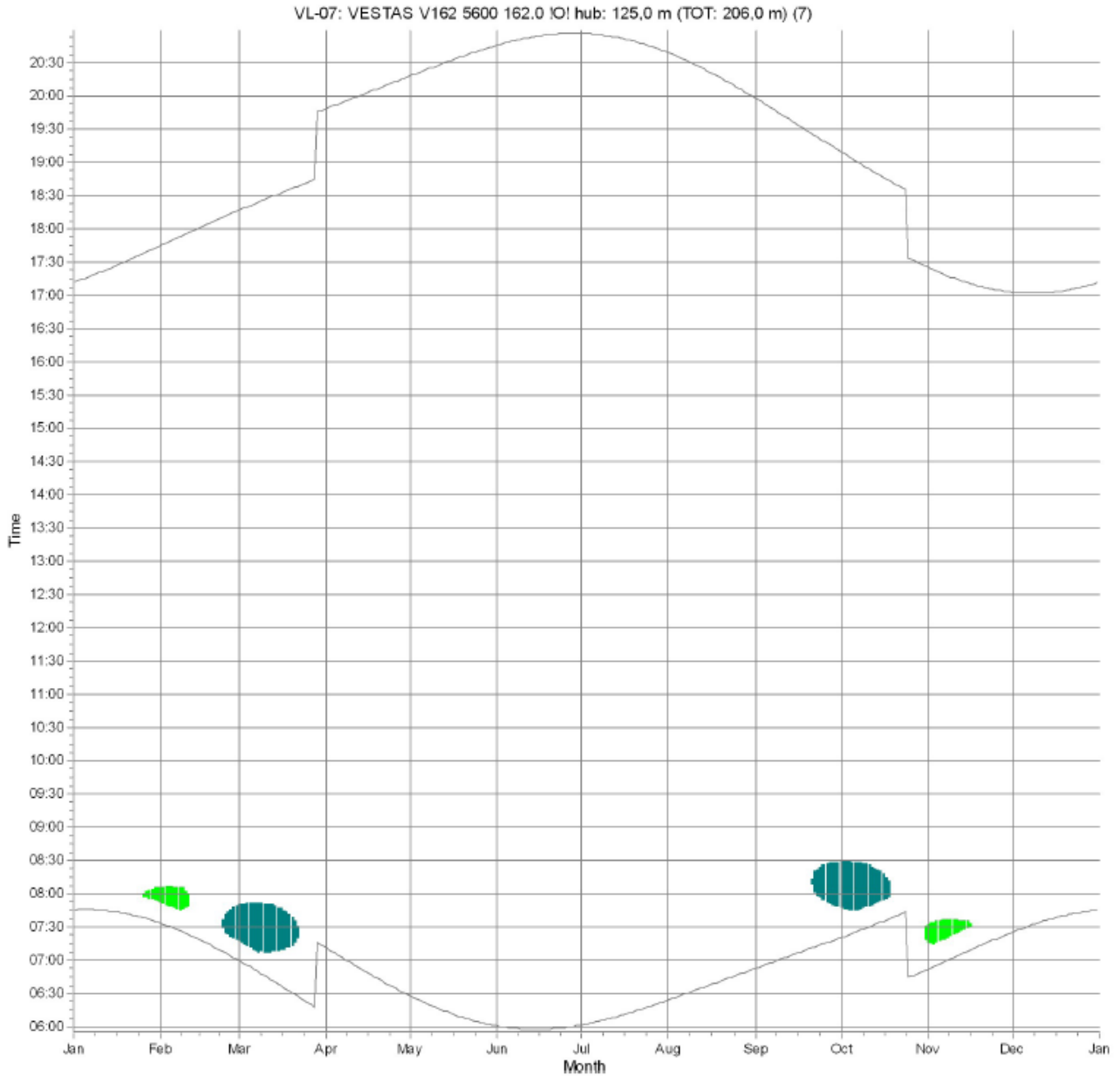
 REC-27: Shadow Receptor: 1,0 × 1,0 Azimuth: 0,0° Slope: 90,0° (7)

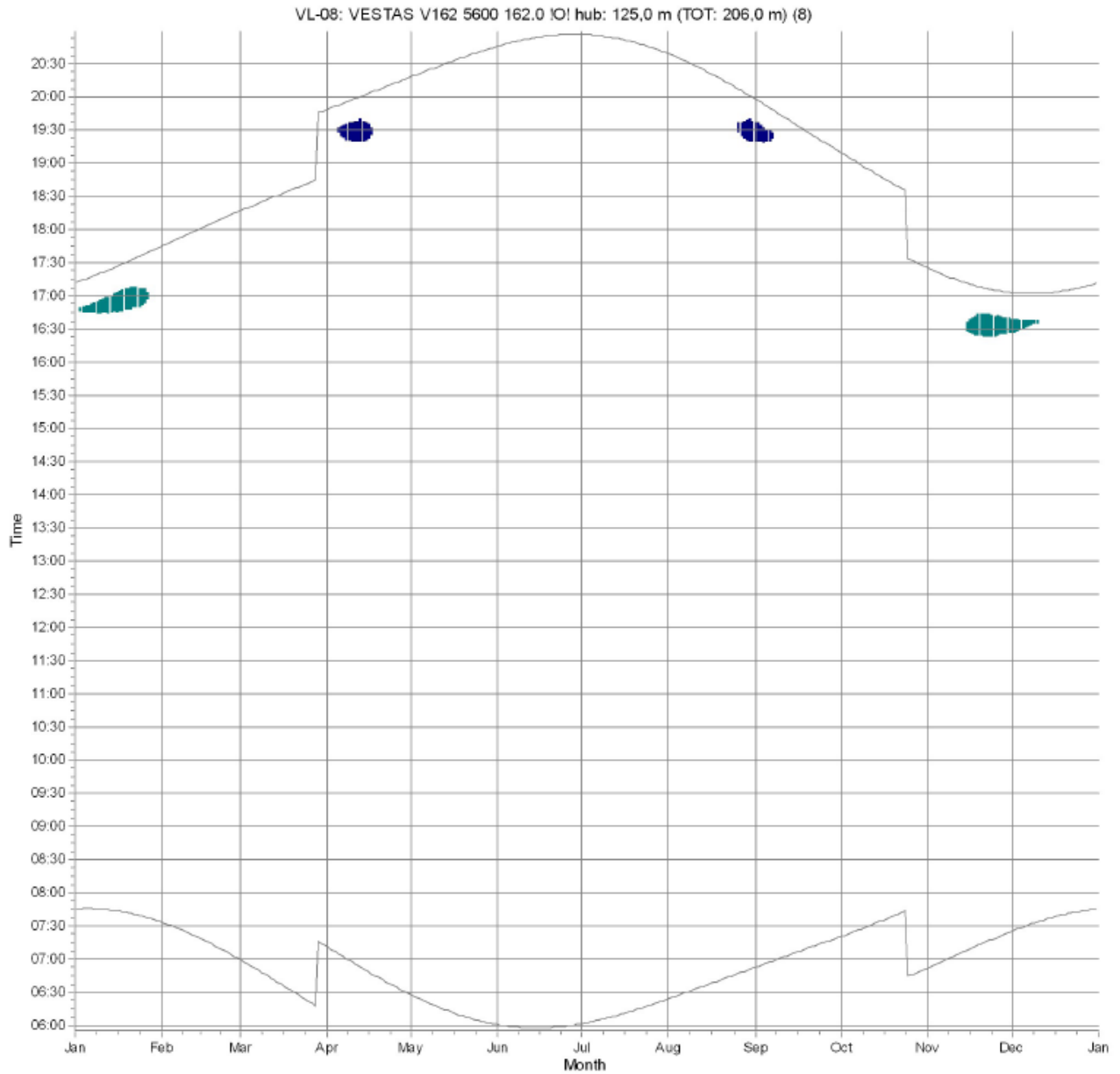
Figura 38 Diagramma grafico dei periodi dell'anno con indicazione dell'effetto shadow flickering dovuto alla turbina VL-06.




Shadow receptors

 REC-25: Shadow Receptor: 1,0 × 1,0 Azimuth: 0,0° Slope: 90,0° (8)  REC-41: Shadow Receptor: 1,0 × 1,0 Azimuth: 0,0° Slope: 90,0° (9)

Figura 39 Diagramma grafico dei periodi dell'anno con indicazione dell'effetto shadow flickering dovuto alla turbina VL-07.



Shadow receptors

 REC-25: Shadow Receptor: 1,0 × 1,0 Azimuth: 0,0° Slope: 90,0° (8)


 REC-26: Shadow Receptor: 1,0 × 1,0 Azimuth: 0,0° Slope: 90,0° (6)

Figura 40 Diagramma grafico dei periodi dell'anno con indicazione dell'effetto shadow flickering dovuto alla turbina VL-08.

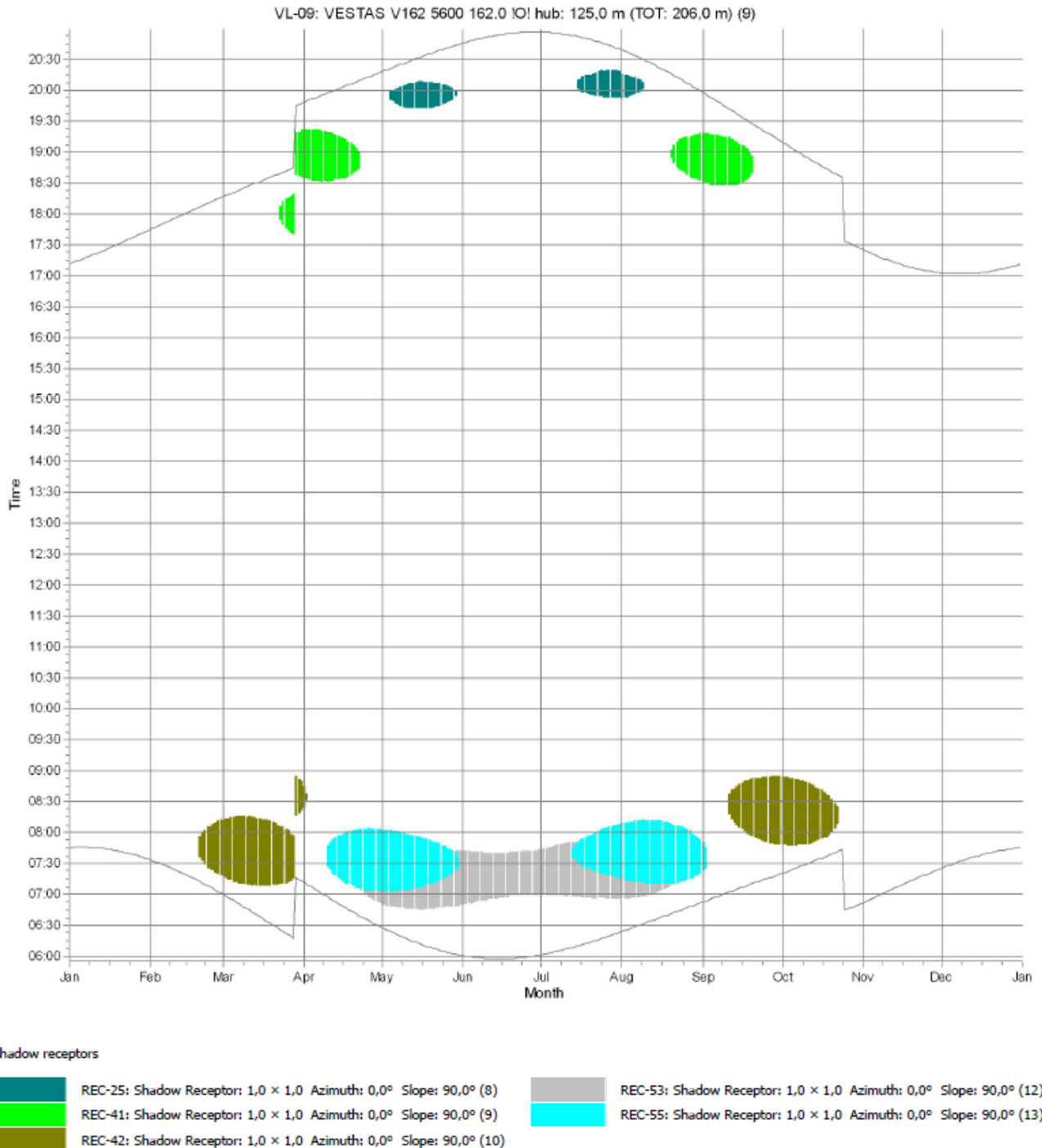
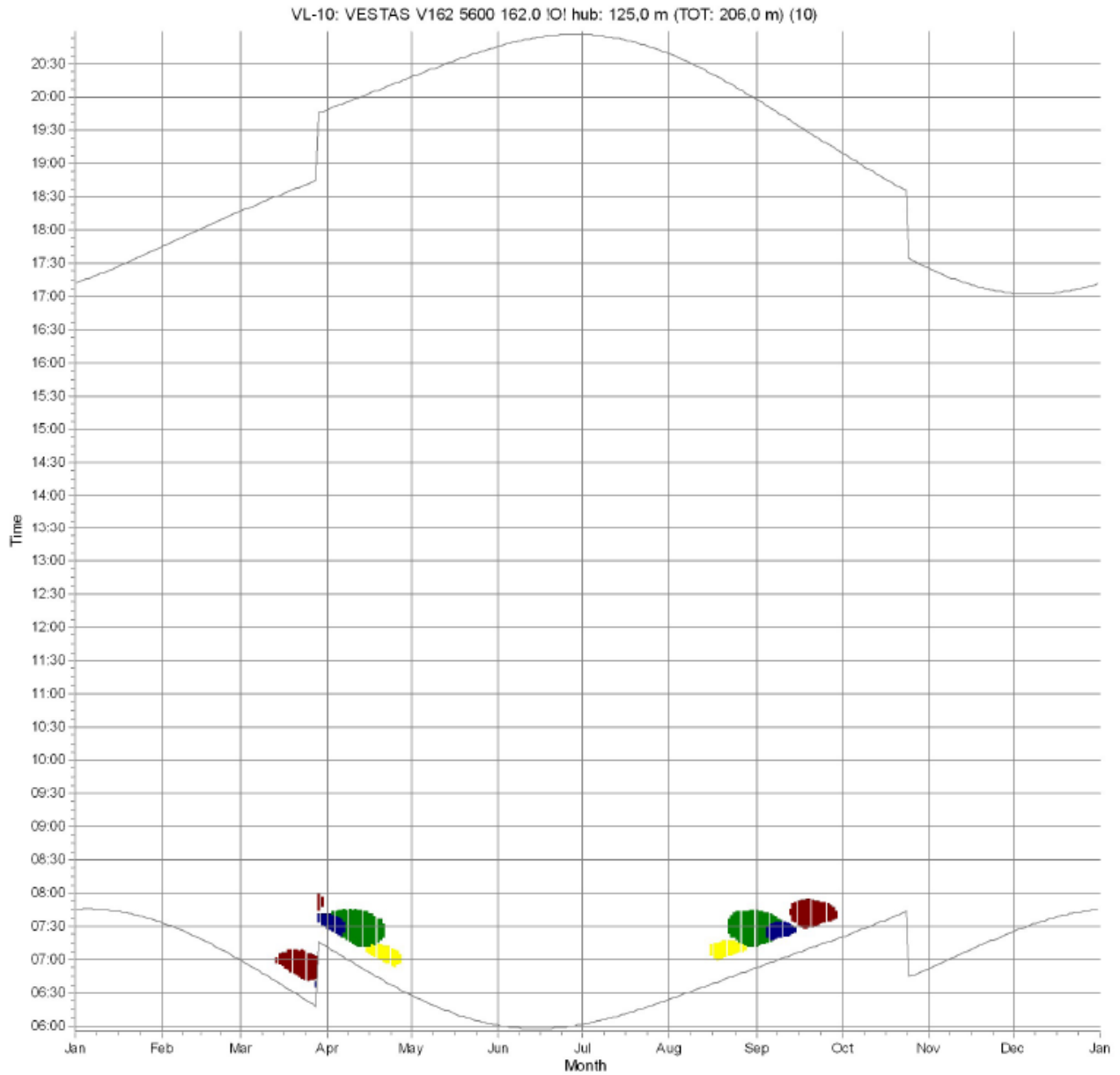


Figura 41 Diagramma grafico dei periodi dell'anno con indicazione dell'effetto shadow flickering dovuto alla turbina VL-09.



Shadow receptors

- | | | | |
|---|---|---|---|
|  | REC-04: Shadow Receptor: 1,0 × 1,0 Azimuth: 0,0° Slope: 90,0° (2) |  | REC-26: Shadow Receptor: 1,0 × 1,0 Azimuth: 0,0° Slope: 90,0° (6) |
|  | REC-08: Shadow Receptor: 1,0 × 1,0 Azimuth: 0,0° Slope: 90,0° (3) |  | REC-27: Shadow Receptor: 1,0 × 1,0 Azimuth: 0,0° Slope: 90,0° (7) |

Figura 42 Diagramma grafico dei periodi dell'anno con indicazione dell'effetto shadow flickering dovuto alla turbina VL-10.

**Shadow receptor: REC-08 - 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 (07:48 07:33)											
2 (17:12 17:48)											
3 (17:13 07:33)											
4 (17:13 07:33)											
5 (17:13 07:33)											
6 (17:14 07:33)											
7 (17:14 07:33)											
8 (17:14 07:33)											
9 (17:14 07:33)											
10 (17:14 07:33)											
11 (17:14 07:33)											
12 (17:14 07:33)											
13 (17:14 07:33)											
14 (17:14 07:33)											
15 (17:14 07:33)											
16 (17:14 07:33)											
17 (17:14 07:33)											
18 (17:14 07:33)											
19 (17:14 07:33)											
20 (17:14 07:33)											
21 (17:14 07:33)											
22 (17:14 07:33)											
23 (17:14 07:33)											
24 (17:14 07:33)											
25 (17:14 07:33)											
26 (17:14 07:33)											
27 (17:14 07:33)											
28 (17:14 07:33)											
29 (17:14 07:33)											
30 (17:14 07:33)											
31 (07:48 17:48)											
1 (07:48 17:48)											
2 (07:48 17:48)											
3 (07:48 17:48)											
4 (07:48 17:48)											
5 (07:48 17:48)											
6 (07:48 17:48)											
7 (07:48 17:48)											
8 (07:48 17:48)											
9 (07:48 17:48)											
10 (07:48 17:48)											
11 (07:48 17:48)											
12 (07:48 17:48)											
13 (07:48 17:48)											
14 (07:48 17:48)											
15 (07:48 17:48)											
16 (07:48 17:48)											
17 (07:48 17:48)											
18 (07:48 17:48)											
19 (07:48 17:48)											
20 (07:48 17:48)											
21 (07:48 17:48)											
22 (07:48 17:48)											
23 (07:48 17:48)											
24 (07:48 17:48)											
25 (07:48 17:48)											
26 (07:48 17:48)											
27 (07:48 17:48)											
28 (07:48 17:48)											
29 (07:48 17:48)											
30 (07:48 17:48)											
31 (07:48 17:48)											
Potential sun hours		771	771	771	771	1112	1330	1112	469	469	469
Total worst case		801	728	771	447	1112	1330	1112	469	469	469

Figura 44 Lista giornaliera dei singoli eventi di shadow flickering subita dal ricettore REC-08

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	07:40	07:33	06:59	07:11	06:28	06:01	06:21	06:23	06:23	06:24	06:25	06:25
2	07:40	07:33	06:58	07:10	06:28	06:00	06:21	06:23	06:23	06:24	06:25	06:25
3	07:40	07:33	06:58	07:10	06:28	06:00	06:21	06:23	06:23	06:24	06:25	06:25
4	07:40	07:33	06:58	07:10	06:28	06:00	06:21	06:23	06:23	06:24	06:25	06:25
5	07:40	07:33	06:58	07:10	06:28	06:00	06:21	06:23	06:23	06:24	06:25	06:25
6	07:40	07:33	06:58	07:10	06:28	06:00	06:21	06:23	06:23	06:24	06:25	06:25
7	07:40	07:33	06:58	07:10	06:28	06:00	06:21	06:23	06:23	06:24	06:25	06:25
8	07:40	07:33	06:58	07:10	06:28	06:00	06:21	06:23	06:23	06:24	06:25	06:25
9	07:40	07:33	06:58	07:10	06:28	06:00	06:21	06:23	06:23	06:24	06:25	06:25
10	07:40	07:33	06:58	07:10	06:28	06:00	06:21	06:23	06:23	06:24	06:25	06:25
11	07:40	07:33	06:58	07:10	06:28	06:00	06:21	06:23	06:23	06:24	06:25	06:25
12	07:40	07:33	06:58	07:10	06:28	06:00	06:21	06:23	06:23	06:24	06:25	06:25
13	07:40	07:33	06:58	07:10	06:28	06:00	06:21	06:23	06:23	06:24	06:25	06:25
14	07:40	07:33	06:58	07:10	06:28	06:00	06:21	06:23	06:23	06:24	06:25	06:25
15	07:40	07:33	06:58	07:10	06:28	06:00	06:21	06:23	06:23	06:24	06:25	06:25
16	07:40	07:33	06:58	07:10	06:28	06:00	06:21	06:23	06:23	06:24	06:25	06:25
17	07:40	07:33	06:58	07:10	06:28	06:00	06:21	06:23	06:23	06:24	06:25	06:25
18	07:40	07:33	06:58	07:10	06:28	06:00	06:21	06:23	06:23	06:24	06:25	06:25
19	07:40	07:33	06:58	07:10	06:28	06:00	06:21	06:23	06:23	06:24	06:25	06:25
20	07:40	07:33	06:58	07:10	06:28	06:00	06:21	06:23	06:23	06:24	06:25	06:25
21	07:40	07:33	06:58	07:10	06:28	06:00	06:21	06:23	06:23	06:24	06:25	06:25
22	07:40	07:33	06:58	07:10	06:28	06:00	06:21	06:23	06:23	06:24	06:25	06:25
23	07:40	07:33	06:58	07:10	06:28	06:00	06:21	06:23	06:23	06:24	06:25	06:25
24	07:40	07:33	06:58	07:10	06:28	06:00	06:21	06:23	06:23	06:24	06:25	06:25
25	07:40	07:33	06:58	07:10	06:28	06:00	06:21	06:23	06:23	06:24	06:25	06:25
26	07:40	07:33	06:58	07:10	06:28	06:00	06:21	06:23	06:23	06:24	06:25	06:25
27	07:40	07:33	06:58	07:10	06:28	06:00	06:21	06:23	06:23	06:24	06:25	06:25
28	07:40	07:33	06:58	07:10	06:28	06:00	06:21	06:23	06:23	06:24	06:25	06:25
29	07:40	07:33	06:58	07:10	06:28	06:00	06:21	06:23	06:23	06:24	06:25	06:25
30	07:40	07:33	06:58	07:10	06:28	06:00	06:21	06:23	06:23	06:24	06:25	06:25
31	07:40	07:33	06:58	07:10	06:28	06:00	06:21	06:23	06:23	06:24	06:25	06:25
Potential sun hours	300	300	300	300	300	447	464	425	374	347	302	262
TOTAL, worst case	300	300	300	300	444	447	464	425	374	347	302	262

Figura 45 Lista giornaliera dei singoli eventi di shadow flickering subita dal ricettore REC-10



PARCO EOLICO DI "VILLASOR"

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



24/09/2021

REV: 1

Pag.52

Shadow receptor: REC-113 - Shadow Receptor: 1,0 x 1,0 Azimuth: 0,0° Slope: 90,0° (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

Table with columns for months from January to December and rows for individual shadow events, including date, time, and duration.

Figura 46 Lista giornaliera dei singoli eventi di shadow flickering subita dal ricettore REC-113

Shadow receptor: REC-116 - Shadow Receptor: 1,0 x 1,0 Azimuth: 0,0° Slope: 90,0° (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	07:45	07:33	06:59	07:11	06:28	19:26 (W-02) 06:01	06:01	06:24	06:53	06:52	07:25
2	07:45	07:12	18:16	19:48	06:28	19:27 (W-02) 20:45	20:38	20:38	19:57	17:25	17:02
3	07:45	07:12	18:18	19:49	06:26	19:27 (W-02) 06:00	06:02	06:25	06:53	06:53	07:26
4	07:45	07:11	18:19	19:50	06:25	19:27 (W-02) 20:46	20:56	20:37	19:56	17:24	17:02
5	07:45	07:10	18:20	19:51	06:24	19:27 (W-02) 20:47	20:56	20:36	19:48 (W-02)	06:54	07:27
6	07:45	07:09	18:21	19:52	06:23	19:28 (W-02) 05:59	06:03	06:27	19:51 (W-02)	06:55	07:28
7	07:45	07:08	18:22	19:53	06:22	19:28 (W-02) 20:47	20:55	20:35	19:44 (W-02)	06:55	07:28
8	07:45	07:07	18:23	19:54	06:21	19:29 (W-02) 05:59	06:03	06:28	19:42 (W-02)	06:56	07:29
9	07:45	07:06	18:24	19:55	06:20	19:29 (W-02) 20:48	20:55	20:34	19:37 (W-02)	06:56	07:29
10	07:45	07:05	18:25	19:56	06:19	19:30 (W-02) 05:59	06:04	06:28	19:30 (W-02)	06:57	07:30
11	07:45	07:04	18:26	19:57	06:18	19:30 (W-02) 05:59	20:55	20:33	19:30 (W-02)	06:58	07:31
12	07:45	07:03	18:27	19:58	06:17	19:31 (W-02) 05:59	20:55	20:32	20:00 (W-02)	06:59	07:32
13	07:45	07:02	18:28	19:59	06:16	19:31 (W-02) 20:48	20:54	20:31	19:37 (W-02)	06:59	07:32
14	07:44	07:01	18:29	20:00	06:15	19:33 (W-02) 05:58	06:05	06:30	19:36 (W-02)	07:00	07:33
15	07:44	07:00	18:30	20:01	06:14	19:33 (W-02) 20:49	20:54	06:31	20:00 (W-02)	07:01	07:33
16	07:43	06:59	18:31	20:02	06:13	19:34 (W-02) 05:58	06:06	06:30	19:36 (W-02)	07:01	07:33
17	07:43	06:58	18:32	20:03	06:12	19:34 (W-02) 05:58	06:06	06:30	20:01 (W-02)	07:02	07:34
18	07:43	06:57	18:33	20:04	06:11	19:35 (W-02) 05:58	06:07	06:30	20:01 (W-02)	07:02	07:34
19	07:42	06:56	18:34	20:05	06:10	19:35 (W-02) 05:58	06:07	06:30	20:02 (W-02)	07:03	07:35
20	07:42	06:55	18:35	20:06	06:09	19:35 (W-02) 05:58	06:08	06:30	20:02 (W-02)	07:03	07:35
21	07:41	06:54	18:36	20:07	06:08	19:36 (W-02) 05:58	06:09	06:30	20:02 (W-02)	07:03	07:35
22	07:41	06:53	18:37	20:08	06:07	19:36 (W-02) 20:49	20:54	06:30	20:03 (W-02)	07:04	07:36
23	07:40	06:52	18:38	20:09	06:06	19:37 (W-02) 05:58	06:10	06:30	20:04 (W-02)	07:05	07:37
24	07:39	06:51	18:39	20:10	06:05	19:37 (W-02) 20:49	20:54	06:30	20:04 (W-02)	07:05	07:37
25	07:39	06:50	18:40	20:11	06:04	19:38 (W-02) 05:58	06:11	06:30	20:05 (W-02)	07:06	07:38
26	07:38	06:49	18:41	20:12	06:03	19:38 (W-02) 20:50	20:54	06:30	20:05 (W-02)	07:06	07:38
27	07:37	06:48	18:42	20:13	06:02	19:39 (W-02) 05:58	06:12	06:30	20:06 (W-02)	07:07	07:39
28	07:36	06:47	18:43	20:14	06:01	19:39 (W-02) 20:50	20:54	06:30	20:06 (W-02)	07:07	07:39
29	07:36	06:46	18:44	20:15	06:00	19:40 (W-02) 05:58	06:13	06:30	20:07 (W-02)	07:08	07:40
30	07:35	06:45	18:45	20:16	05:59	19:40 (W-02) 20:51	20:54	06:30	20:07 (W-02)	07:08	07:40
31	07:35	06:44	18:46	20:17	05:58	19:41 (W-02) 05:58	06:14	06:30	20:08 (W-02)	07:09	07:41
Potential sun hours Total, worst Case	302	300	370	397	250	447	454	423	374	302	293

Figura 47 Lista giornaliera dei singoli eventi di shadow flickering subita dal ricettore REC-116

**Shadow receptor: REC-25 - Shadow Receptor: 1,0 x 1,0 Azimuth: 0,0° Slope: 90,0° (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 07:45	07:33	06:59	07:16 (04-07) 07:11	06:28	06:01	06:01	06:24	19:53 (04-09) 06:53	07:20	07:48 (04-07) 06:52	07:25
2 07:45	07:32	06:58	07:17 (04-07) 07:10	06:26	06:00	06:00	06:25	19:54 (04-09) 06:54	07:21	07:47 (04-07) 06:53	10
3 07:45	07:32	06:58	07:17 (04-07) 07:10	06:26	06:00	06:00	06:25	19:54 (04-09) 06:54	07:21	07:47 (04-07) 06:53	10
4 07:45	07:32	06:58	07:17 (04-07) 07:10	06:26	06:00	06:00	06:25	19:54 (04-09) 06:54	07:21	07:47 (04-07) 06:53	10
5 07:45	07:32	06:58	07:17 (04-07) 07:10	06:26	06:00	06:00	06:25	19:54 (04-09) 06:54	07:21	07:47 (04-07) 06:53	10
6 07:45	07:32	06:58	07:17 (04-07) 07:10	06:26	06:00	06:00	06:25	19:54 (04-09) 06:54	07:21	07:47 (04-07) 06:53	10
7 07:45	07:32	06:58	07:17 (04-07) 07:10	06:26	06:00	06:00	06:25	19:54 (04-09) 06:54	07:21	07:47 (04-07) 06:53	10
8 07:45	07:32	06:58	07:17 (04-07) 07:10	06:26	06:00	06:00	06:25	19:54 (04-09) 06:54	07:21	07:47 (04-07) 06:53	10
9 07:45	07:32	06:58	07:17 (04-07) 07:10	06:26	06:00	06:00	06:25	19:54 (04-09) 06:54	07:21	07:47 (04-07) 06:53	10
10 07:45	07:32	06:58	07:17 (04-07) 07:10	06:26	06:00	06:00	06:25	19:54 (04-09) 06:54	07:21	07:47 (04-07) 06:53	10
11 07:45	07:32	06:58	07:17 (04-07) 07:10	06:26	06:00	06:00	06:25	19:54 (04-09) 06:54	07:21	07:47 (04-07) 06:53	10
12 07:45	07:32	06:58	07:17 (04-07) 07:10	06:26	06:00	06:00	06:25	19:54 (04-09) 06:54	07:21	07:47 (04-07) 06:53	10
13 07:45	07:32	06:58	07:17 (04-07) 07:10	06:26	06:00	06:00	06:25	19:54 (04-09) 06:54	07:21	07:47 (04-07) 06:53	10
14 07:45	07:32	06:58	07:17 (04-07) 07:10	06:26	06:00	06:00	06:25	19:54 (04-09) 06:54	07:21	07:47 (04-07) 06:53	10
15 07:45	07:32	06:58	07:17 (04-07) 07:10	06:26	06:00	06:00	06:25	19:54 (04-09) 06:54	07:21	07:47 (04-07) 06:53	10
16 07:45	07:32	06:58	07:17 (04-07) 07:10	06:26	06:00	06:00	06:25	19:54 (04-09) 06:54	07:21	07:47 (04-07) 06:53	10
17 07:45	07:32	06:58	07:17 (04-07) 07:10	06:26	06:00	06:00	06:25	19:54 (04-09) 06:54	07:21	07:47 (04-07) 06:53	10
18 07:45	07:32	06:58	07:17 (04-07) 07:10	06:26	06:00	06:00	06:25	19:54 (04-09) 06:54	07:21	07:47 (04-07) 06:53	10
19 07:45	07:32	06:58	07:17 (04-07) 07:10	06:26	06:00	06:00	06:25	19:54 (04-09) 06:54	07:21	07:47 (04-07) 06:53	10
20 07:45	07:32	06:58	07:17 (04-07) 07:10	06:26	06:00	06:00	06:25	19:54 (04-09) 06:54	07:21	07:47 (04-07) 06:53	10
21 07:45	07:32	06:58	07:17 (04-07) 07:10	06:26	06:00	06:00	06:25	19:54 (04-09) 06:54	07:21	07:47 (04-07) 06:53	10
22 07:45	07:32	06:58	07:17 (04-07) 07:10	06:26	06:00	06:00	06:25	19:54 (04-09) 06:54	07:21	07:47 (04-07) 06:53	10
23 07:45	07:32	06:58	07:17 (04-07) 07:10	06:26	06:00	06:00	06:25	19:54 (04-09) 06:54	07:21	07:47 (04-07) 06:53	10
24 07:45	07:32	06:58	07:17 (04-07) 07:10	06:26	06:00	06:00	06:25	19:54 (04-09) 06:54	07:21	07:47 (04-07) 06:53	10
25 07:45	07:32	06:58	07:17 (04-07) 07:10	06:26	06:00	06:00	06:25	19:54 (04-09) 06:54	07:21	07:47 (04-07) 06:53	10
26 07:45	07:32	06:58	07:17 (04-07) 07:10	06:26	06:00	06:00	06:25	19:54 (04-09) 06:54	07:21	07:47 (04-07) 06:53	10
27 07:45	07:32	06:58	07:17 (04-07) 07:10	06:26	06:00	06:00	06:25	19:54 (04-09) 06:54	07:21	07:47 (04-07) 06:53	10
28 07:45	07:32	06:58	07:17 (04-07) 07:10	06:26	06:00	06:00	06:25	19:54 (04-09) 06:54	07:21	07:47 (04-07) 06:53	10
29 07:45	07:32	06:58	07:17 (04-07) 07:10	06:26	06:00	06:00	06:25	19:54 (04-09) 06:54	07:21	07:47 (04-07) 06:53	10
30 07:45	07:32	06:58	07:17 (04-07) 07:10	06:26	06:00	06:00	06:25	19:54 (04-09) 06:54	07:21	07:47 (04-07) 06:53	10
31 07:45	07:32	06:58	07:17 (04-07) 07:10	06:26	06:00	06:00	06:25	19:54 (04-09) 06:54	07:21	07:47 (04-07) 06:53	10
Potential sun hours	302	370	397	444	447	454	425	374	347	302	293
Total, worst case	289	118	763	444	447	454	425	374	347	302	293

Figure 48 Lista giornaliera dei singoli eventi di shadow flickering subita dal ricettore REC-25

Shadow receptor: REC-27 - Shadow Receptor: 1,0 x 1,0 Azimuth: 0,0° Slope: 90,0° (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

Table with columns for months (January to December) and rows for individual shadow flickering events. Each row includes a number, a date, and a time.

Figura 50 Lista giornaliera dei singoli eventi di shadow flickering subita dal ricettore REC-27

**Shadow receptor: REC-41 - Shadow Receptor: 1,0 x 1,0 Azimuth: 0,0° Slope: 90,0° (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 07:46	16:55 (06:01) 07:33	07:53 (06:07) 07:00	07:11	18:36 (06:09) 06:28	06:01	06:01	06:24	06:53	18:22 (06:09) 07:20	06:52	07:17 (06:07) 07:25
2 07:46	16:47 (06:01) 07:45	08:05 (06:07) 08:17	19:40	19:20 (06:09) 06:28	20:46	20:56	20:38	19:58	19:17 (06:09) 07:21	17:25	07:16 (06:07) 07:26
3 07:46	16:35 (06:01) 07:32	07:52 (06:07) 06:58	19:40	18:26 (06:09) 06:28	06:00	06:02	06:25	06:54	18:21 (06:09) 07:21	06:53	07:23 (06:07) 07:26
4 07:46	16:27 (06:01) 07:46	08:05 (06:07) 08:18	19:40	19:20 (06:09) 06:29	20:46	20:56	20:37	19:56	19:17 (06:09) 07:21	17:24	07:15 (06:07) 07:26
5 07:46	16:28 (06:01) 07:47	08:12 (06:07) 08:19	19:40	19:20 (06:09) 06:29	20:46	20:56	20:36	19:54	18:27 (06:09) 07:22	17:23	07:23 (06:07) 07:26
6 07:46	16:28 (06:01) 07:47	08:19 (06:07) 08:25	19:40	19:20 (06:09) 06:29	20:46	20:56	20:36	19:54	18:27 (06:09) 07:22	17:23	07:23 (06:07) 07:26
7 07:46	16:28 (06:01) 07:47	08:26 (06:07) 08:32	19:40	19:20 (06:09) 06:29	20:46	20:56	20:36	19:54	18:27 (06:09) 07:22	17:23	07:23 (06:07) 07:26
8 07:46	16:28 (06:01) 07:47	08:33 (06:07) 08:39	19:40	19:20 (06:09) 06:29	20:46	20:56	20:36	19:54	18:27 (06:09) 07:22	17:23	07:23 (06:07) 07:26
9 07:46	16:28 (06:01) 07:47	08:40 (06:07) 08:46	19:40	19:20 (06:09) 06:29	20:46	20:56	20:36	19:54	18:27 (06:09) 07:22	17:23	07:23 (06:07) 07:26
10 07:46	16:28 (06:01) 07:47	08:47 (06:07) 08:53	19:40	19:20 (06:09) 06:29	20:46	20:56	20:36	19:54	18:27 (06:09) 07:22	17:23	07:23 (06:07) 07:26
11 07:46	16:28 (06:01) 07:47	08:54 (06:07) 09:00	19:40	19:20 (06:09) 06:29	20:46	20:56	20:36	19:54	18:27 (06:09) 07:22	17:23	07:23 (06:07) 07:26
12 07:46	16:28 (06:01) 07:47	09:01 (06:07) 09:07	19:40	19:20 (06:09) 06:29	20:46	20:56	20:36	19:54	18:27 (06:09) 07:22	17:23	07:23 (06:07) 07:26
13 07:46	16:28 (06:01) 07:47	09:08 (06:07) 09:14	19:40	19:20 (06:09) 06:29	20:46	20:56	20:36	19:54	18:27 (06:09) 07:22	17:23	07:23 (06:07) 07:26
14 07:46	16:28 (06:01) 07:47	09:15 (06:07) 09:21	19:40	19:20 (06:09) 06:29	20:46	20:56	20:36	19:54	18:27 (06:09) 07:22	17:23	07:23 (06:07) 07:26
15 07:46	16:28 (06:01) 07:47	09:22 (06:07) 09:28	19:40	19:20 (06:09) 06:29	20:46	20:56	20:36	19:54	18:27 (06:09) 07:22	17:23	07:23 (06:07) 07:26
16 07:46	16:28 (06:01) 07:47	09:29 (06:07) 09:35	19:40	19:20 (06:09) 06:29	20:46	20:56	20:36	19:54	18:27 (06:09) 07:22	17:23	07:23 (06:07) 07:26
17 07:46	16:28 (06:01) 07:47	09:36 (06:07) 09:42	19:40	19:20 (06:09) 06:29	20:46	20:56	20:36	19:54	18:27 (06:09) 07:22	17:23	07:23 (06:07) 07:26
18 07:46	16:28 (06:01) 07:47	09:43 (06:07) 09:49	19:40	19:20 (06:09) 06:29	20:46	20:56	20:36	19:54	18:27 (06:09) 07:22	17:23	07:23 (06:07) 07:26
19 07:46	16:28 (06:01) 07:47	09:50 (06:07) 09:56	19:40	19:20 (06:09) 06:29	20:46	20:56	20:36	19:54	18:27 (06:09) 07:22	17:23	07:23 (06:07) 07:26
20 07:46	16:28 (06:01) 07:47	09:57 (06:07) 10:03	19:40	19:20 (06:09) 06:29	20:46	20:56	20:36	19:54	18:27 (06:09) 07:22	17:23	07:23 (06:07) 07:26
21 07:46	16:28 (06:01) 07:47	10:04 (06:07) 10:10	19:40	19:20 (06:09) 06:29	20:46	20:56	20:36	19:54	18:27 (06:09) 07:22	17:23	07:23 (06:07) 07:26
22 07:46	16:28 (06:01) 07:47	10:11 (06:07) 10:17	19:40	19:20 (06:09) 06:29	20:46	20:56	20:36	19:54	18:27 (06:09) 07:22	17:23	07:23 (06:07) 07:26
23 07:46	16:28 (06:01) 07:47	10:18 (06:07) 10:24	19:40	19:20 (06:09) 06:29	20:46	20:56	20:36	19:54	18:27 (06:09) 07:22	17:23	07:23 (06:07) 07:26
24 07:46	16:28 (06:01) 07:47	10:25 (06:07) 10:31	19:40	19:20 (06:09) 06:29	20:46	20:56	20:36	19:54	18:27 (06:09) 07:22	17:23	07:23 (06:07) 07:26
25 07:46	16:28 (06:01) 07:47	10:32 (06:07) 10:38	19:40	19:20 (06:09) 06:29	20:46	20:56	20:36	19:54	18:27 (06:09) 07:22	17:23	07:23 (06:07) 07:26
26 07:46	16:28 (06:01) 07:47	10:39 (06:07) 10:45	19:40	19:20 (06:09) 06:29	20:46	20:56	20:36	19:54	18:27 (06:09) 07:22	17:23	07:23 (06:07) 07:26
27 07:46	16:28 (06:01) 07:47	10:46 (06:07) 10:52	19:40	19:20 (06:09) 06:29	20:46	20:56	20:36	19:54	18:27 (06:09) 07:22	17:23	07:23 (06:07) 07:26
28 07:46	16:28 (06:01) 07:47	10:53 (06:07) 10:59	19:40	19:20 (06:09) 06:29	20:46	20:56	20:36	19:54	18:27 (06:09) 07:22	17:23	07:23 (06:07) 07:26
29 07:46	16:28 (06:01) 07:47	11:00 (06:07) 11:06	19:40	19:20 (06:09) 06:29	20:46	20:56	20:36	19:54	18:27 (06:09) 07:22	17:23	07:23 (06:07) 07:26
30 07:46	16:28 (06:01) 07:47	11:07 (06:07) 11:13	19:40	19:20 (06:09) 06:29	20:46	20:56	20:36	19:54	18:27 (06:09) 07:22	17:23	07:23 (06:07) 07:26
31 07:46	16:28 (06:01) 07:47	11:14 (06:07) 11:20	19:40	19:20 (06:09) 06:29	20:46	20:56	20:36	19:54	18:27 (06:09) 07:22	17:23	07:23 (06:07) 07:26
32											
Potential sun hours	302	370	397	444	447	454	425	374	347	302	293
Total worst case	302	370	397	444	447	454	425	374	347	302	293

Figura 51 Lista giornaliera dei singoli eventi di shadow flickering subita dal ricettore REC-41



PARCO EOLICO DI "VILLASOR"

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



24/09/2021

REV: 1

Pag.58

Shadow receptor: REC-42 - Shadow Receptor: 1,0 x 1,0 Azimuth: 0,0° Slope: 90,0° (10) 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	07:45	07:33	07:00	07:18 (VL-09)	07:11	06:01	06:02	06:24	06:53	07:20	07:49 (VL-09)	06:52
2	07:45	07:33	06:58	06:12 (VL-09)	06:01	20:46	20:56	20:54	19:58	19:09	07:30 (VL-09)	17:25
3	07:46	07:32	06:57	06:13 (VL-09)	06:02	06:00	06:02	06:25	06:54	07:21	07:49 (VL-09)	06:53
4	07:46	07:31	06:55	06:14 (VL-09)	06:03	06:00	06:02	06:26	06:55	19:08	07:48 (VL-09)	17:24
5	07:46	07:30	06:54	06:15 (VL-09)	06:04	06:00	06:02	06:26	06:55	07:22	07:48 (VL-09)	06:54
6	07:46	07:29	06:52	06:16 (VL-09)	06:05	06:00	06:03	06:27	06:55	19:06	07:48 (VL-09)	17:23
7	07:46	07:28	06:51	06:17 (VL-09)	06:06	06:00	06:04	06:28	06:56	19:05	07:48 (VL-09)	17:22
8	07:46	07:27	06:50	06:18 (VL-09)	06:07	06:00	06:05	06:29	06:57	19:03	07:48 (VL-09)	17:21
9	07:45	07:25	06:48	06:19 (VL-09)	06:08	06:00	06:06	06:30	06:58	19:01	07:48 (VL-09)	17:19
10	07:45	07:24	06:46	06:20 (VL-09)	06:09	06:00	06:07	06:31	06:59	19:00	07:49 (VL-09)	17:18
11	07:45	07:23	06:45	06:21 (VL-09)	06:10	06:00	06:08	06:32	06:58	18:58	07:49 (VL-09)	17:17
12	07:45	07:22	06:44	06:22 (VL-09)	06:11	06:00	06:09	06:33	06:59	18:57	07:49 (VL-09)	17:16
13	07:45	07:21	06:43	06:23 (VL-09)	06:12	06:00	06:10	06:34	07:00	18:55	07:49 (VL-09)	17:15
14	07:44	07:20	06:42	06:24 (VL-09)	06:13	06:00	06:11	06:35	07:01	18:54	07:49 (VL-09)	17:14
15	07:44	07:19	06:41	06:25 (VL-09)	06:14	06:00	06:12	06:36	07:02	18:53	07:49 (VL-09)	17:13
16	07:44	07:18	06:40	06:26 (VL-09)	06:15	06:00	06:13	06:37	07:03	18:52	07:49 (VL-09)	17:12
17	07:43	07:16	06:39	06:27 (VL-09)	06:16	06:00	06:14	06:38	07:04	18:51	07:49 (VL-09)	17:11
18	07:43	07:15	06:38	06:28 (VL-09)	06:17	06:00	06:15	06:39	07:05	18:50	07:49 (VL-09)	17:10
19	07:42	07:13	06:37	06:29 (VL-09)	06:18	06:00	06:16	06:40	07:06	18:49	07:49 (VL-09)	17:09
20	07:42	07:12	06:36	06:30 (VL-09)	06:19	06:00	06:17	06:41	07:07	18:48	07:49 (VL-09)	17:08
21	07:41	07:11	06:35	06:31 (VL-09)	06:20	06:00	06:18	06:42	07:08	18:47	07:49 (VL-09)	17:07
22	07:41	07:09	06:34	06:32 (VL-09)	06:21	06:00	06:19	06:43	07:09	18:46	07:49 (VL-09)	17:06
23	07:40	07:08	06:33	06:33 (VL-09)	06:22	06:00	06:20	06:44	07:10	18:45	07:49 (VL-09)	17:05
24	07:40	07:07	06:32	06:34 (VL-09)	06:23	06:00	06:21	06:45	07:11	18:44	07:49 (VL-09)	17:04
25	07:39	07:05	06:31	06:35 (VL-09)	06:24	06:00	06:22	06:46	07:12	18:43	07:49 (VL-09)	17:03
26	07:38	07:04	06:30	06:36 (VL-09)	06:25	06:00	06:23	06:47	07:13	18:42	07:49 (VL-09)	17:02
27	07:38	07:02	06:29	06:37 (VL-09)	06:26	06:00	06:24	06:48	07:14	18:41	07:49 (VL-09)	17:01
28	07:37	07:01	06:28	06:38 (VL-09)	06:27	06:00	06:25	06:49	07:15	18:40	07:49 (VL-09)	17:00
29	07:36	07:00	06:27	06:39 (VL-09)	06:28	06:00	06:26	06:50	07:16	18:39	07:49 (VL-09)	16:59
30	07:35	06:59	06:26	06:40 (VL-09)	06:29	06:00	06:27	06:51	07:17	18:38	07:49 (VL-09)	16:58
31	07:34	06:58	06:25	06:41 (VL-09)	06:30	06:00	06:28	06:52	07:18	18:37	07:49 (VL-09)	16:57
Potential sun hours	302	300	341	397	444	447	454	425	374	347	302	293
Total, worst case				24					1008	1119		

Figura 52 Lista giornaliera dei singoli eventi di shadow flickering subita dal ricevitore REC-42

Shadow receptor: REC-48 - Shadow Receptor: 1,0 x 1,0 Azimuth: 0,0° Slope: 90,0° (11)
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	07:45	07:33	07:00	07:11	06:28	06:01	06:01	06:24	06:53	07:20	06:52	07:25
2	17:12	17:45	18:17	19:48	20:18	20:45	20:56	20:39	19:58	19:09	17:25	17:02
3	07:46	07:32	06:57	07:08	06:25	06:00	06:02	06:25	06:54	07:21	06:53	07:26
4	07:46	07:31	06:55	07:06	06:24	05:59	06:03	06:27	06:55	07:23	06:56	07:28
5	07:46	07:30	06:54	07:05	06:23	05:59	06:03	06:28	06:56	07:24	06:57	07:29
6	07:46	07:29	06:52	07:03	06:22	05:59	06:04	06:29	06:57	07:25	06:58	07:30
7	07:46	07:28	06:51	07:02	06:21	05:59	06:05	06:30	06:58	07:26	06:59	07:31
8	07:46	07:27	06:49	07:00	06:19	05:58	06:05	06:30	06:59	07:27	07:00	07:32
9	07:45	07:25	06:48	06:59	06:18	05:58	06:06	06:31	07:00	07:28	07:01	07:33
10	07:45	07:24	06:46	06:57	06:17	05:58	06:07	06:32	07:01	07:29	07:02	07:34
11	07:45	07:23	06:44	06:56	06:16	05:58	06:07	06:33	07:02	07:30	07:03	07:34
12	07:45	07:22	06:43	06:54	06:15	05:58	06:08	06:34	07:03	07:31	07:05	07:35
13	07:45	07:21	06:41	06:53	06:14	05:58	06:09	06:35	07:04	07:32	07:06	07:36
14	07:44	07:20	06:40	06:51	06:13	05:58	06:09	06:36	07:05	07:33	07:07	07:37
15	07:44	07:19	06:38	06:50	06:12	05:58	06:10	06:37	07:06	07:34	07:08	07:38
16	07:44	07:17	06:37	06:48	06:11	05:58	06:11	06:38	07:06	07:35	07:09	07:38
17	07:43	07:16	06:35	06:47	06:10	05:58	06:11	06:39	07:07	07:36	07:10	07:39
18	07:43	07:15	06:33	06:45	06:10	05:58	06:12	06:40	07:08	07:37	07:11	07:39
19	07:42	07:13	06:32	06:44	06:09	05:58	06:13	06:41	07:09	07:38	07:12	07:40
20	07:42	07:12	06:30	06:42	06:08	05:58	06:14	06:42	07:10	07:39	07:14	07:41
21	07:41	07:11	06:29	06:41	06:07	05:58	06:15	06:42	07:11	07:40	07:15	07:41
22	07:41	07:09	06:27	06:40	06:07	05:58	06:15	06:43	07:12	07:41	07:16	07:42
23	07:40	07:08	06:26	06:38	06:06	05:59	06:16	06:44	07:13	07:42	07:17	07:42
24	07:40	07:07	06:24	06:37	06:05	05:59	06:17	06:45	07:14	07:43	07:18	07:43
25	07:39	07:05	06:22	06:35	06:04	05:59	06:18	06:46	07:15	07:44	07:19	07:43
26	07:38	07:04	06:21	06:34	06:04	06:00	06:19	06:47	07:16	07:45	07:20	07:44
27	07:37	07:02	06:19	06:33	06:03	06:00	06:20	06:48	07:17	07:46	07:21	07:44
28	07:37	07:01	06:18	06:31	06:03	06:00	06:21	06:49	07:17	07:47	07:22	07:44
29	07:36	06:59	06:16	06:30	06:02	06:01	06:21	06:50	07:18	07:48	07:23	07:45
30	07:35	06:58	06:15	06:29	06:01	06:00	06:22	06:51	07:19	07:49	07:24	07:45
31	07:34	06:57	06:14	06:28	06:01	06:00	06:23	06:52	07:20	07:50	07:25	07:46
Potential sun hours	302	300	370	397	444	447	454	425	374	347	302	293
Total, worst case												

Figura 53 Lista giornaliera dei singoli eventi di shadow flickering subita dal ricettore REC-48



PARCO EOLICO DI "VILLASOR"

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



Shadow receptor: REC-53 - Shadow Receptor: 1,0 x 1,0 Azimuth: 0,0° Slope: 90,0° (12) 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

Table with 12 columns representing months from January to December, showing various time slots and corresponding values.

Figura 54 Lista giornaliera dei singoli eventi di shadow flickering subita dal riceettore REC-53

Il presente documento è di proprietà della ANTEX GROUP srl. È vietato la comunicazione a terzi o la riproduzione senza il permesso scritto della suddetta. La società tutela i propri diritti a rigore di Legge.

Comm.: C20-018-S05



9.2 Turbine "Calendar-Time"

**WTG: VL-01 - VESTAS V162 5600 162.0 !O! hub: 125,0 m (TOT: 206,0 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	07:45-16:35-16:47/12	07:33-17:45	07:00-18:17	07:11-19:48	06:28-20:18	06:01-20:45	06:02-20:56	06:24-20:39	06:53-19:58	07:20-19:09	06:52-17:25	07:25-16:18-16:38/20
2	07:45-16:35-16:47/12	07:33-17:45	07:00-18:17	07:11-19:48	06:28-20:18	06:01-20:45	06:02-20:56	06:24-20:39	06:53-19:58	07:20-19:09	06:52-17:25	07:25-16:18-16:38/19
3	07:46-16:35-16:48/13	07:32-17:46	06:58-18:18	07:08-19:49	06:25-20:19	06:00-20:46	06:03-20:56	06:25-20:37	06:54-19:56	07:22-17:24	06:54-17:02	07:27-16:19-16:38/19
4	07:46-16:35-16:49/14	07:31-17:47	06:55-18:19	07:07-19:50	06:24-20:20	06:00-20:47	06:03-20:56	06:27-20:36	06:55-19:55	07:23-17:23	06:56-17:02	07:28-16:20-16:37/17
5	07:46-16:35-16:50/15	07:30-17:48	06:54-18:20	07:05-19:51	06:23-20:21	06:00-20:48	06:04-20:56	06:28-20:34	06:56-19:51	07:24-17:21	06:57-17:02	07:29-16:21-16:37/16
6	07:46-16:35-16:51/16	07:29-17:51	06:52-18:21	07:03-19:52	06:22-20:22	06:00-20:48	06:04-20:56	06:29-20:34	06:57-19:51	07:25-17:21	06:58-17:02	07:30-16:21-16:37/16
7	07:46-16:36-16:52/16	07:28-17:51	06:51-18:22	07:02-19:53	06:21-20:23	06:00-20:49	06:05-20:55	06:30-20:33	06:58-19:50	07:26-17:19	06:59-17:02	07:31-16:22-16:37/15
8	07:46-16:36-16:53/17	07:27-17:52	06:50-18:23	07:01-19:54	06:20-20:24	06:00-20:49	06:05-20:55	06:31-20:32	06:59-19:50	07:27-17:18	06:59-17:02	07:32-16:23-16:37/14
9	07:46-16:36-16:54/18	07:26-17:53	06:49-18:24	06:59-19:55	06:19-20:25	06:00-20:50	06:06-20:56	06:31-20:31	06:59-19:50	07:27-17:17	06:59-17:02	07:33-16:24-16:37/13
10	07:46-16:36-16:55/19	07:25-17:54	06:48-18:25	06:58-19:56	06:18-20:26	06:00-20:51	06:07-20:57	06:31-20:31	06:59-19:50	07:27-17:16	06:59-17:02	07:34-16:24-16:37/13
11	07:46-16:36-16:56/20	07:24-17:55	06:47-18:26	06:57-19:57	06:17-20:27	06:00-20:52	06:08-20:58	06:32-20:32	06:59-19:50	07:27-17:15	06:59-17:02	07:34-16:25-16:37/12
12	07:46-16:36-16:57/21	07:23-17:56	06:46-18:27	06:56-19:58	06:16-20:28	06:00-20:53	06:09-20:59	06:32-20:32	06:59-19:50	07:27-17:14	06:59-17:02	07:35-16:26-16:37/11
13	07:46-16:36-16:58/22	07:22-17:57	06:45-18:28	06:55-19:59	06:15-20:29	06:00-20:54	06:10-20:60	06:32-20:32	06:59-19:50	07:27-17:13	06:59-17:02	07:36-16:27-16:37/10
14	07:44-16:37-16:59/22	07:20-18:00	06:40-18:29	06:51-19:59	06:13-20:30	06:00-20:55	06:09-20:60	06:36-20:35	06:59-19:50	07:27-17:12	06:59-17:02	07:37-16:28-16:37/9
15	07:44-16:37-17:01/24	07:18-18:01	06:38-18:30	06:50-20:01	06:12-20:31	06:00-20:56	06:10-20:61	06:37-20:35	06:59-19:50	07:27-17:11	06:59-17:02	07:37-16:29-16:38/9
16	07:44-16:37-17:01/24	07:17-18:01	06:37-18:31	06:48-20:02	06:11-20:32	06:00-20:57	06:11-20:62	06:38-20:35	06:59-19:50	07:27-17:10	06:59-17:02	07:38-16:29-16:38/9
17	07:43-16:38-17:02/24	07:16-18:03	06:35-18:32	06:47-20:03	06:11-20:33	06:00-20:58	06:12-20:63	06:39-20:36	06:59-19:50	07:27-17:09	06:59-17:02	07:39-16:29-16:38/9
18	07:43-16:38-17:02/24	07:15-18:04	06:34-18:33	06:46-20:04	06:10-20:34	06:00-20:59	06:12-20:64	06:40-20:37	06:59-19:50	07:27-17:08	06:59-17:02	07:39-16:30-16:38/8
19	07:42-16:39-17:03/24	07:13-18:04	06:32-18:34	06:44-20:05	06:09-20:35	06:00-20:59	06:13-20:65	06:41-20:38	06:59-19:50	07:27-17:07	06:59-17:02	07:40-16:31-16:39/8
20	07:42-16:39-17:02/23	07:12-18:06	06:30-18:35	06:42-20:06	06:08-20:36	06:00-20:59	06:14-20:66	06:42-20:39	06:59-19:50	07:27-17:06	06:59-17:02	07:40-16:32-16:40/8
21	07:41-16:40-17:02/22	07:11-18:07	06:29-18:36	06:41-20:07	06:07-20:37	06:00-20:59	06:15-20:67	06:43-20:40	06:59-19:50	07:27-17:05	06:59-17:02	07:41-16:33-16:40/8
22	07:41-16:41-17:02/21	07:09-18:08	06:27-18:37	06:40-20:08	06:07-20:38	06:00-20:59	06:16-20:68	06:44-20:41	06:59-19:50	07:27-17:04	06:59-17:02	07:42-16:34-16:40/8
23	07:40-16:41-17:02/21	07:08-18:09	06:26-18:38	06:39-20:09	06:06-20:38	06:00-20:59	06:17-20:69	06:44-20:41	06:59-19:50	07:27-17:03	06:59-17:02	07:43-16:35-16:41/8
24	07:40-16:42-17:01/19	07:07-18:10	06:24-18:39	06:37-20:10	06:05-20:38	06:00-20:59	06:18-20:70	06:45-20:42	06:59-19:50	07:27-17:02	06:59-17:02	07:44-16:34-16:42/8
25	07:39-16:44-17:01/17	07:05-18:11	06:22-18:41	06:35-20:11	06:05-20:39	06:00-20:59	06:19-20:71	06:46-20:43	06:59-19:50	07:27-17:01	06:59-17:02	07:44-16:35-16:41/8
26	07:38-16:45-17:00/15	07:04-18:12	06:21-18:41	06:34-20:12	06:04-20:40	06:00-20:59	06:20-20:72	06:47-20:44	06:59-19:50	07:27-17:00	06:59-17:02	07:44-16:34-16:42/8
27	07:38-16:47-16:58/11	07:02-18:13	06:19-18:42	06:33-20:13	06:03-20:41	06:00-20:59	06:21-20:73	06:48-20:45	06:59-19:50	07:27-17:00	06:59-17:02	07:44-16:34-16:43/9
28	07:37-16:51-16:55/4	07:01-18:14	06:18-18:43	06:32-20:14	06:03-20:42	06:00-20:59	06:22-20:74	06:49-20:46	06:59-19:50	07:27-17:00	06:59-17:02	07:44-16:34-16:43/9
29	07:36-17:41	07:01-18:15	06:17-18:44	06:31-20:15	06:02-20:43	06:00-20:59	06:23-20:75	06:50-20:47	06:59-19:50	07:27-17:00	06:59-17:02	07:45-16:34-16:44/10
30	07:35-17:42	07:00-18:16	06:16-18:45	06:30-20:16	06:01-20:44	06:00-20:59	06:24-20:76	06:51-20:48	06:59-19:50	07:27-17:00	06:59-17:02	07:45-16:35-16:45/10
31	07:34-17:43	07:00-18:16	06:15-18:46	06:29-20:17	06:01-20:45	06:00-20:59	06:25-20:77	06:52-20:49	06:59-19:50	07:27-17:00	06:59-17:02	07:45-16:35-16:46/11
Sum of minutes with flicker	302	300	370	397	444	447	454	425	374	347	302	293
Potential sun hours	511	300	370	397	444	447	454	425	374	347	302	293

Figure 56 Lista giornaliera dei singoli eventi di shadow flickering dovuta alla turbina VL-01.

WTG: VL-02 - VESTAS V162 5600 162.0 !O! hub: 125,0 m (TOT: 206,0 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	07:45	08:07:08:46:58	07:33	06:59	07:28:08:12:44	07:11	19:06-19:25:19	06:28	19:26-19:53:07	06:01	06:24	07:20
2	07:45	08:07:08:46:58	07:45	18:16	19:48	20:18	20:45	20:56	06:53	07:20	06:53	07:13
3	07:45	08:07:08:46:59	07:33	06:58	07:29:08:12:43	07:10	19:07-19:21:16	06:26	19:27-19:53:06	06:00	06:02	07:13
4	07:45	08:07:08:46:59	07:31	18:18	19:49	20:19	20:46	20:56	06:53	07:21	06:53	07:13
5	07:45	08:07:08:46:59	07:31	18:18	19:49	20:19	20:46	20:56	06:53	07:21	06:53	07:13
6	07:45	08:07:08:46:59	07:31	18:18	19:49	20:19	20:46	20:56	06:53	07:21	06:53	07:13
7	07:45	08:07:08:46:59	07:31	18:18	19:49	20:19	20:46	20:56	06:53	07:21	06:53	07:13
8	07:45	08:07:08:46:59	07:30	18:20	19:51	20:21	20:47	20:56	06:53	07:22	06:53	07:13
9	07:45	08:07:08:47:00	07:29	18:20	19:51	20:21	20:47	20:56	06:53	07:22	06:53	07:13
10	07:45	08:07:08:47:00	07:29	18:20	19:51	20:21	20:47	20:56	06:53	07:22	06:53	07:13
11	07:45	08:07:08:47:00	07:28	18:21	19:52	20:22	20:48	20:55	06:53	07:22	06:53	07:13
12	07:45	08:07:08:47:00	07:28	18:21	19:52	20:22	20:48	20:55	06:53	07:22	06:53	07:13
13	07:45	08:07:08:47:00	07:27	18:22	19:53	20:23	20:49	20:55	06:53	07:22	06:53	07:13
14	07:45	08:07:08:47:00	07:27	18:22	19:53	20:23	20:49	20:55	06:53	07:22	06:53	07:13
15	07:45	08:07:08:47:00	07:27	18:22	19:53	20:23	20:49	20:55	06:53	07:22	06:53	07:13
16	07:45	08:07:08:47:00	07:26	18:23	19:54	20:24	20:50	20:55	06:53	07:22	06:53	07:13
17	07:45	08:07:08:47:00	07:26	18:23	19:54	20:24	20:50	20:55	06:53	07:22	06:53	07:13
18	07:45	08:07:08:47:00	07:26	18:23	19:54	20:24	20:50	20:55	06:53	07:22	06:53	07:13
19	07:45	08:07:08:47:00	07:26	18:23	19:54	20:24	20:50	20:55	06:53	07:22	06:53	07:13
20	07:45	08:07:08:47:00	07:26	18:23	19:54	20:24	20:50	20:55	06:53	07:22	06:53	07:13
21	07:45	08:07:08:47:00	07:26	18:23	19:54	20:24	20:50	20:55	06:53	07:22	06:53	07:13
22	07:45	08:07:08:47:00	07:26	18:23	19:54	20:24	20:50	20:55	06:53	07:22	06:53	07:13
23	07:45	08:07:08:47:00	07:26	18:23	19:54	20:24	20:50	20:55	06:53	07:22	06:53	07:13
24	07:45	08:07:08:47:00	07:26	18:23	19:54	20:24	20:50	20:55	06:53	07:22	06:53	07:13
25	07:45	08:07:08:47:00	07:26	18:23	19:54	20:24	20:50	20:55	06:53	07:22	06:53	07:13
26	07:45	08:07:08:47:00	07:26	18:23	19:54	20:24	20:50	20:55	06:53	07:22	06:53	07:13
27	07:45	08:07:08:47:00	07:26	18:23	19:54	20:24	20:50	20:55	06:53	07:22	06:53	07:13
28	07:45	08:07:08:47:00	07:26	18:23	19:54	20:24	20:50	20:55	06:53	07:22	06:53	07:13
29	07:45	08:07:08:47:00	07:26	18:23	19:54	20:24	20:50	20:55	06:53	07:22	06:53	07:13
30	07:45	08:07:08:47:00	07:26	18:23	19:54	20:24	20:50	20:55	06:53	07:22	06:53	07:13
31	07:45	08:07:08:47:00	07:26	18:23	19:54	20:24	20:50	20:55	06:53	07:22	06:53	07:13
Sum of minutes with flicker	302	728	519	397	304	184	0	443	374	1094	690	293
Potential sun hours	300	728	519	397	304	184	0	443	374	1094	690	293

Figura 57 Lista giornaliera dei singoli eventi di shadow flickering dovuta alla turbina VL-02.



PARCO EOLICO DI "VILLASOR"

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



24/09/2021

REV: 1

Pag.64

WTG: VL-03 - VESTAS V162 5600 162.0 !O! hub: 125,0 m (TOT: 206,0 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

Table with 12 columns representing months from January to December and rows of data points for shadow flickering events.

Figura 58 Lista giornaliera dei singoli eventi di shadow flickering dovuta alla turbina VL-03.

Il presente documento è di proprietà della ANTEX GROUP srl. È vietato la comunicazione a terzi o la riproduzione senza il permesso scritto della suddetta. La società tutela i propri diritti a rigore di Legge.

Comm.: C20-018-S05





PARCO EOLICO DI "VILLASOR"

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



24/09/2021

REV: 1

Pag.65

WTG: VL-04 - VESTAS V162 5600 162.0 !O! hub: 125,0 m (TOT: 206,0 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

Table with columns for months from January to December, listing shadow flickering events with start and end times and a final summary row for total minutes.

Figura 59 Lista giornaliera dei singoli eventi di shadow flickering dovuta alla turbina VL-04.

Il presente documento è di proprietà della ANTEX GROUP srl. È vietato la comunicazione a terzi o la riproduzione senza il permesso scritto della suddetta. La società tutela i propri diritti a rigore di Legge.

Comm.: C20-018-S05



WTG: VL-05 - VESTAS V162 5600 162.0 !O! hub: 125,0 m (TOT: 206,0 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

Table with columns for months (January to December) and time intervals (e.g., 1:07-45 to 31:17-43). Each cell contains a numerical value representing shadow flickering events. Summary statistics at the bottom: Potential sun hours: 302, Sum of minutes with flicker: 0.

Figura 60 Lista giornaliera dei singoli eventi di shadow flickering dovuta alla turbina VL-05.

**WTG: VL-06 - VESTAS V162 5600 162.0 !O! hub: 125,0 m (TOT: 206,0 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 07:45	07:33	06:59	07:11	06:28	06:01	06:01	06:01	06:24	06:53	07:20	06:52	07:25
2 07:45	17:12	18:17	19:48	20:18	20:45	20:45	20:56	20:38	19:59	17:25	17:02	17:02
3 07:45	17:13	17:46	18:18	19:49	20:19	20:46	20:56	20:37	19:58	17:24	17:02	17:02
4 07:46	17:13	17:47	18:19	19:50	20:20	20:47	20:56	20:36	19:54	17:23	17:02	17:02
5 07:46	17:14	17:48	18:20	19:51	20:21	20:47	20:56	20:35	19:53	17:22	17:02	17:02
6 07:46	17:15	17:49	18:21	19:52	20:22	20:48	20:55	20:34	19:51	17:20	17:02	17:02
7 07:46	17:16	17:50	18:22	19:53	20:23	20:49	20:55	20:33	19:50	17:19	17:02	17:02
8 07:45	17:17	17:52	18:23	19:54	20:24	20:49	20:55	20:32	19:48	17:18	17:02	17:02
9 07:45	17:18	17:53	18:24	19:55	20:25	20:50	20:55	20:31	19:47	17:17	17:02	17:02
10 07:45	17:19	17:54	18:25	19:56	20:26	20:50	20:54	20:30	19:45	17:16	17:02	17:02
11 07:45	17:20	17:55	18:26	19:57	20:26	20:51	20:54	20:28	19:43	17:15	17:02	17:02
12 07:45	17:21	17:56	18:27	19:58	20:27	20:52	20:54	20:27	19:42	17:14	17:02	17:02
13 07:45	17:22	17:57	18:28	19:59	20:28	20:52	20:53	20:26	19:40	17:14	17:02	17:02
14 07:44	17:23	17:58	18:29	20:00	20:29	20:52	20:53	20:25	19:38	17:13	17:02	17:02
15 07:44	17:24	18:00	18:30	20:01	20:30	20:53	20:52	20:23	19:37	17:12	17:02	17:02
16 07:44	17:25	18:01	18:31	20:02	20:31	20:53	20:52	20:22	19:35	17:11	17:02	17:02
17 07:43	17:26	18:02	18:32	20:03	20:32	20:53	20:51	20:21	19:34	17:10	17:02	17:02
18 07:43	17:27	18:03	18:33	20:04	20:33	20:54	20:51	20:19	19:32	17:09	17:02	17:02
19 07:42	17:28	18:04	18:34	20:05	20:34	20:54	20:50	20:18	19:30	17:08	17:02	17:02
20 07:42	17:29	18:05	18:35	20:06	20:35	20:55	20:49	20:17	19:29	17:07	17:02	17:02
21 07:41	17:31	18:07	18:36	20:07	20:36	20:55	20:49	20:15	19:27	17:06	17:02	17:02
22 07:41	17:32	18:08	18:37	20:08	20:37	20:55	20:48	20:14	19:25	17:05	17:02	17:02
23 07:40	17:33	18:09	18:38	20:09	20:37	20:55	20:47	20:12	19:24	17:04	17:02	17:02
24 07:39	17:34	18:10	18:39	20:10	20:38	20:56	20:46	20:11	19:22	17:03	17:02	17:02
25 07:39	17:35	18:11	18:40	20:11	20:39	20:56	20:46	20:10	19:21	17:02	17:02	17:02
26 07:38	17:36	18:12	18:41	20:12	20:40	20:56	20:45	20:08	19:19	17:01	17:02	17:02
27 07:37	17:37	18:13	18:42	20:13	20:41	20:56	20:44	20:07	19:17	17:00	17:02	17:02
28 07:36	17:38	18:14	18:43	20:14	20:42	20:56	20:43	20:05	19:16	17:00	17:02	17:02
29 07:35	17:39	18:15	18:44	20:15	20:42	20:56	20:42	20:04	19:14	17:00	17:02	17:02
30 07:35	17:41	18:15	18:45	20:16	20:43	20:56	20:41	20:02	19:12	17:00	17:02	17:02
31 07:34	17:42	18:16	18:46	20:17	20:44	20:56	20:40	20:01	19:11	17:00	17:02	17:02
32 07:34	17:43	18:17	18:47	20:18	20:45	20:56	20:39	19:59	19:10	17:00	17:02	17:02
Sum of minutes with flicker	302	300	370	397	444	447	454	425	374	347	302	293

Figura 61 Lista giornaliera dei singoli eventi di shadow flickering dovuta alla turbina VL-06.

**WTG: VL-07 - VESTAS V162 5600 162.0 !O! hub: 125,0 m (TOT: 206,0 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	07:45	07:33	07:53	08:05/12	06:59	07:18	07:49/31	07:11	06:28	06:01	06:24	06:53
2	07:45	07:44	07:44	07:44	07:44	07:44	07:44	07:44	07:44	07:44	07:44	07:44
3	07:45	07:32	07:52	08:05/13	06:58	07:17	07:50/33	07:10	06:26	06:00	06:25	06:53
4	07:46	07:31	07:51	08:06/15	06:57	07:15	07:50/35	07:08	06:25	06:00	06:26	06:54
5	07:46	07:30	07:49	08:06/17	06:56	07:12	07:51/39	07:06	06:24	06:00	06:27	06:55
6	07:46	07:29	07:48	08:05/17	06:55	07:10	07:51/41	07:03	06:22	06:00	06:29	06:54
7	07:46	07:27	07:47	08:05/18	06:54	07:09	07:51/42	07:02	06:20	06:00	06:30	06:53
8	07:46	07:26	07:46	08:04/18	06:53	07:08	07:51/43	07:00	06:19	06:00	06:30	06:53
9	07:46	07:25	07:45	08:04/17	06:52	07:07	07:51/42	06:58	06:18	06:00	06:30	06:53
10	07:45	07:24	07:44	08:03/13	06:51	07:06	07:50/42	06:57	06:17	06:00	06:30	06:53
11	07:45	07:23	07:50	07:59/9	06:50	07:05	07:50/42	06:56	06:16	06:00	06:30	06:53
12	07:45	07:22	07:49	07:49/41	06:49	07:04	07:49/41	06:54	06:15	06:00	06:30	06:53
13	07:45	07:21	07:48	07:49/40	06:48	07:03	07:49/40	06:53	06:14	06:00	06:30	06:53
14	07:44	07:20	07:47	07:48/39	06:47	07:02	07:48/39	06:52	06:13	06:00	06:30	06:53
15	07:44	07:18	07:46	07:47/37	06:46	07:01	07:47/37	06:51	06:12	06:00	06:30	06:53
16	07:44	07:17	07:45	07:46/36	06:45	07:00	07:46/36	06:50	06:11	06:00	06:30	06:53
17	07:43	07:16	07:44	07:44/34	06:44	06:59	07:44/34	06:49	06:10	06:00	06:30	06:53
18	07:43	07:15	07:43	07:43/31	06:43	06:58	07:43/31	06:48	06:09	06:00	06:30	06:53
19	07:42	07:13	07:42	07:42/27	06:42	06:57	07:42/27	06:47	06:08	06:00	06:30	06:53
20	07:42	07:12	07:41	07:41/24	06:41	06:56	07:41/24	06:46	06:07	06:00	06:30	06:53
21	07:41	07:11	07:40	07:40/18	06:40	06:55	07:40/18	06:45	06:06	06:00	06:30	06:53
22	07:41	07:09	07:39	07:39/9	06:39	06:54	07:39/9	06:44	06:05	06:00	06:30	06:53
23	07:40	07:08	07:30	07:30/6	06:38	06:53	07:30/6	06:43	06:04	06:00	06:30	06:53
24	07:39	07:07	07:25	07:25/15	06:37	06:52	07:25/15	06:42	06:03	06:00	06:30	06:53
25	07:39	07:05	07:24	07:24/19	06:36	06:51	07:24/19	06:41	06:02	06:00	06:30	06:53
26	07:38	07:04	07:22	07:22/23	06:35	06:50	07:22/23	06:40	06:01	06:00	06:30	06:53
27	07:37	07:03	07:21	07:21/26	06:34	06:49	07:21/26	06:39	06:00	06:00	06:30	06:53
28	07:37	07:02	07:21	07:21/29	06:33	06:48	07:21/29	06:38	05:59	06:00	06:30	06:53
29	07:36	07:01	07:19	07:19/29	06:32	06:47	07:19/29	06:37	05:58	06:00	06:30	06:53
30	07:35	07:00	07:18	07:18/26	06:31	06:46	07:18/26	06:36	05:57	06:00	06:30	06:53
31	07:34	07:00	07:17	07:17/23	06:30	06:45	07:17/23	06:35	05:56	06:00	06:30	06:53
Sum of minutes with flicker	302	283	370	765	444	447	454	425	374	282	302	195
Potential sun hours	302	300	370	765	444	447	454	425	374	282	302	195

Figura 62 Lista giornaliera dei singoli eventi di shadow flickering dovuta alla turbina VL-07.

**WTG: VL-08 - VESTAS V162 5600 162.0 !O! hub: 125,0 m (TOT: 206,0 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	07:46	07:33	07:00	07:11	06:28	06:01	06:02	06:34	06:53	07:20	06:52	07:25
2	17:12	17:45	18:17	19:48	20:18	20:45	20:56	20:38	19:58	19:09	17:25	16:28
3	07:46	07:32	06:58	07:10	06:26	06:00	06:02	06:25	06:54	07:21	06:53	07:26
4	17:13	17:46	18:18	19:49	20:19	20:46	20:56	20:37	19:56	19:08	17:24	16:29
5	07:46	07:32	06:57	07:08	06:25	06:00	06:03	06:26	06:55	07:22	06:54	07:27
6	16:47	17:17	17:47	19:50	20:20	20:47	20:56	20:36	19:54	19:06	17:23	16:30
7	17:14	17:47	18:19	19:50	20:20	20:47	20:56	20:36	19:54	19:06	17:23	16:30
8	16:46	17:16	17:48	19:51	20:21	20:48	20:56	20:35	19:53	19:05	17:22	16:30
9	16:46	17:16	17:48	19:51	20:21	20:48	20:56	20:35	19:53	19:05	17:22	16:30
10	16:46	17:16	17:48	19:51	20:21	20:48	20:56	20:35	19:53	19:05	17:22	16:30
11	17:15	17:49	18:21	19:52	20:22	20:49	20:55	20:34	19:51	19:03	17:21	16:31
12	17:15	17:49	18:21	19:52	20:22	20:49	20:55	20:34	19:51	19:03	17:21	16:31
13	17:15	17:49	18:21	19:52	20:22	20:49	20:55	20:34	19:51	19:03	17:21	16:31
14	16:46	17:15	17:48	19:51	20:21	20:48	20:56	20:35	19:53	19:05	17:22	16:30
15	16:46	17:15	17:48	19:51	20:21	20:48	20:56	20:35	19:53	19:05	17:22	16:30
16	16:46	17:15	17:48	19:51	20:21	20:48	20:56	20:35	19:53	19:05	17:22	16:30
17	17:16	17:50	18:22	19:53	20:23	20:50	20:55	20:33	19:50	19:01	17:19	16:33
18	17:16	17:50	18:22	19:53	20:23	20:50	20:55	20:33	19:50	19:01	17:19	16:33
19	17:16	17:50	18:22	19:53	20:23	20:50	20:55	20:33	19:50	19:01	17:19	16:33
20	17:16	17:50	18:22	19:53	20:23	20:50	20:55	20:33	19:50	19:01	17:19	16:33
21	17:17	17:52	18:23	19:54	20:24	20:51	20:55	20:32	19:48	17:18	16:34	16:33
22	17:17	17:52	18:23	19:54	20:24	20:51	20:55	20:32	19:48	17:18	16:34	16:33
23	17:17	17:52	18:23	19:54	20:24	20:51	20:55	20:32	19:48	17:18	16:34	16:33
24	16:46	17:15	17:48	19:51	20:21	20:48	20:56	20:35	19:53	19:05	17:22	16:30
25	16:46	17:15	17:48	19:51	20:21	20:48	20:56	20:35	19:53	19:05	17:22	16:30
26	16:46	17:15	17:48	19:51	20:21	20:48	20:56	20:35	19:53	19:05	17:22	16:30
27	16:46	17:15	17:48	19:51	20:21	20:48	20:56	20:35	19:53	19:05	17:22	16:30
28	16:46	17:15	17:48	19:51	20:21	20:48	20:56	20:35	19:53	19:05	17:22	16:30
29	16:46	17:15	17:48	19:51	20:21	20:48	20:56	20:35	19:53	19:05	17:22	16:30
30	17:16	17:50	18:22	19:53	20:23	20:50	20:55	20:33	19:50	19:01	17:19	16:33
31	17:16	17:50	18:22	19:53	20:23	20:50	20:55	20:33	19:50	19:01	17:19	16:33
32	17:16	17:50	18:22	19:53	20:23	20:50	20:55	20:33	19:50	19:01	17:19	16:33
33	17:16	17:50	18:22	19:53	20:23	20:50	20:55	20:33	19:50	19:01	17:19	16:33
34	17:16	17:50	18:22	19:53	20:23	20:50	20:55	20:33	19:50	19:01	17:19	16:33
35	17:16	17:50	18:22	19:53	20:23	20:50	20:55	20:33	19:50	19:01	17:19	16:33
36	17:16	17:50	18:22	19:53	20:23	20:50	20:55	20:33	19:50	19:01	17:19	16:33
37	17:16	17:50	18:22	19:53	20:23	20:50	20:55	20:33	19:50	19:01	17:19	16:33
38	17:16	17:50	18:22	19:53	20:23	20:50	20:55	20:33	19:50	19:01	17:19	16:33
39	17:16	17:50	18:22	19:53	20:23	20:50	20:55	20:33	19:50	19:01	17:19	16:33
40	17:16	17:50	18:22	19:53	20:23	20:50	20:55	20:33	19:50	19:01	17:19	16:33
41	17:16	17:50	18:22	19:53	20:23	20:50	20:55	20:33	19:50	19:01	17:19	16:33
42	17:16	17:50	18:22	19:53	20:23	20:50	20:55	20:33	19:50	19:01	17:19	16:33
43	17:16	17:50	18:22	19:53	20:23	20:50	20:55	20:33	19:50	19:01	17:19	16:33
44	17:16	17:50	18:22	19:53	20:23	20:50	20:55	20:33	19:50	19:01	17:19	16:33
45	17:16	17:50	18:22	19:53	20:23	20:50	20:55	20:33	19:50	19:01	17:19	16:33
46	17:16	17:50	18:22	19:53	20:23	20:50	20:55	20:33	19:50	19:01	17:19	16:33
47	17:16	17:50	18:22	19:53	20:23	20:50	20:55	20:33	19:50	19:01	17:19	16:33
48	17:16	17:50	18:22	19:53	20:23	20:50	20:55	20:33	19:50	19:01	17:19	16:33
49	17:16	17:50	18:22	19:53	20:23	20:50	20:55	20:33	19:50	19:01	17:19	16:33
50	17:16	17:50	18:22	19:53	20:23	20:50	20:55	20:33	19:50	19:01	17:19	16:33
Potential sun hours	300	300	300	397	444	447	454	82	374	347	302	293
Sum of minutes with flicker	300	300	300	397	444	447	454	82	374	347	302	293

Figura 63 Lista giornaliera dei singoli eventi di shadow flickering dovuta alla turbina VL-08.

WTG: VL-09 - VESTAS V162 5600 162.0 !O! hub: 125,0 m (TOT: 206,0 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
Potential sun hours	300	341	370	397	1946	1447	2458	425	2367	347	302	293
Sum of minutes with flicker	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

Figura 64 Lista giornaliera dei singoli eventi di shadow flickering dovuta alla turbina VL-09.



PARCO EOLICO DI "VILLASOR"

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



24/09/2021

REV: 1

Pag.71

WTG: VL-10 - VESTAS V162 5600 162.0 !O! hub: 125,0 m (TOT: 206,0 m) (10) 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

Table with columns for months (January to December) and times of day, listing specific shadow flickering events.

Figura 65 Lista giornaliera dei singoli eventi di shadow flickering dovuta alla turbina VL-10.

Il presente documento è di proprietà della ANTEX GROUP srl. È vietato la comunicazione a terzi o la riproduzione senza il permesso scritto della suddetta. La società tutela i propri diritti a rigore di Legge.

Comm.: C20-018-S05 ISO 9001 BUREAU VERITAS Certification ACCREDITED

10 ANALISI DEI RISULTATI NEL "REAL CASE"

E' stato già detto che i diagrammi in Allegato I e le liste in Allegato II sono rappresentativi di 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. Estendendo per analogia il concetto, ci si può chiedere quale sia 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. Prima di esaminare la metodologia matematica che si utilizza per determinare il valore P50, si cercherà di spiegare l'importanza di tale valore. Abbiamo già detto come il valore P50 corrisponda a quel valore che ha una probabilità del 50% 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.

Pertanto, il valore P50 può essere considerato come il valore medio di un generico fenomeno stocastico nel corso di un periodo di molti anni. Riconducendo il discorso matematico generale al caso in studio si può dire che il valore P50 di ore/anno di *shadow flickering* rappresenta nel corso del periodo ventennale ed oltre di vita attesa dell'impianto il valore medio reale del fenomeno. Per questa ragione il valore P50 è il corrispondente del *REAL CASE*.

Il calcolo matematico di P50 si esegue con le regole matematiche della "*probability of exceedance*" una volta conosciute e quantificate le incertezze che caratterizzano il fenomeno in esame.

Per il caso in studio di *shadow flickering* le incertezze per quanto detto nei capitoli precedenti sono 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.

La quantificazione della 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 rilevati satellitari. In particolare, per il progetto in esame si è utilizzata la banca dati ultra ventennale della stazione climatica "Cagliari-Elmas".

I risultati per il progetto in esame vengono mostrati nel seguente grafico.

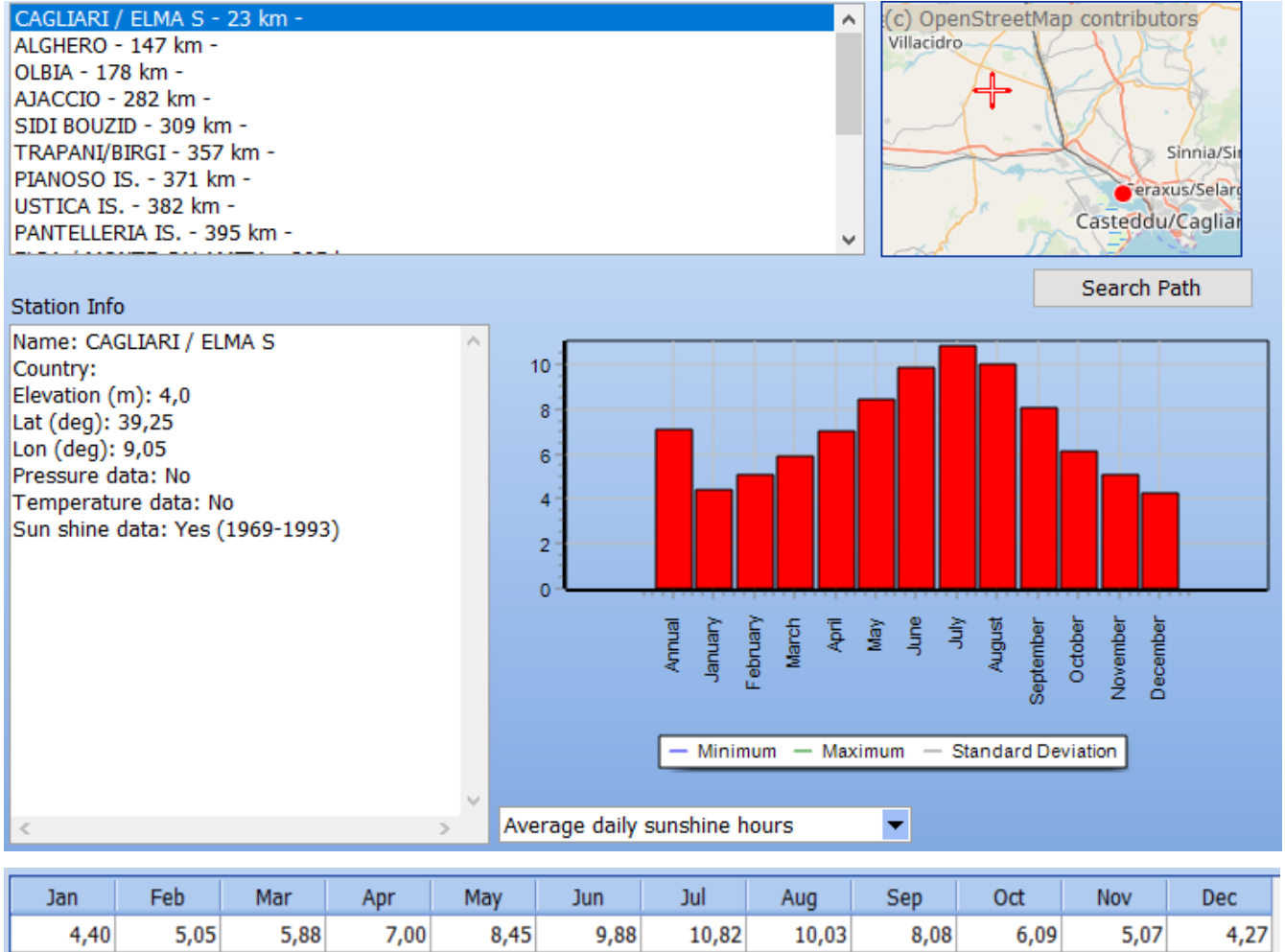


Figura 66 Output dei dati di DSH tratto dalla banca dati della stazione climatica di "Cagliari-Elmas".

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.

Similmente, 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 (figura seguente) così come l'errore percentuale che si commette nell'ipotizzare l'orientamento del rotore in direzione sempre ortogonale alla congiungente ricettore-sole.

Operational time

N	NNE	ENE	E	ESE	SSE	S	SSW	WSW	W	WNW	NNW	Sum
95	16	7	11	50	238	167	60	52	103	944	812	2.555

Figura 67 Output delle ore di operatività attesa per i 12 settori di provenienza.

Sulla base di queste tre incertezze che agiscono contemporaneamente è possibile calcolare la deviazione standard del fenomeno e ricavare il valore P50 ovvero il *REAL CASE*. Tali valori di *REAL CASE* sono calcolabili per ogni periodo e per ogni ricettore o turbina come riportato nell'Allegato III a questo studio.

Di seguito vengono riproposti, sinteticamente in forma tabellare, i risultati complessivi di *REAL CASE* della simulazione a confronto con i relativi valori di *WORST CASE* sia per i ricettori analizzati sia per le Turbine di impianto considerando l'incertezza dovuta alla presenza di manto nuvoloso per le varie fasce orarie mensili, le ore di operatività attese del rotore ma continuando a considerare l'orientamento del rotore in direzione sempre ortogonale alla congiungente ricettore-sole. In questo modo si ottengono dei risultati in sicurezza.

Ricettore	<i>Shadow WORST CASE (ore / anno)</i>	<i>Shadow REAL CASE (ore / anno)</i>	<i>Percentuale media giornaliera di abbattimento da worst a real case</i>
REC-04	62:59	8:08	-87%
REC-08	123:25	18:14	-85%
REC-10	28:03	3:14	-89%
REC-113	54:34	8:51	-83%
REC-116	14:37	2:18	-85%
REC-25	54:39	6:58	-87%
REC-26	110:27	13:34	-88%
REC-27	50:22	6:31	-88%
REC-41	65:31	7:09	-89%
REC-42	70:25	9:20	-87%
REC-48	0:00	0:00	---
REC-53	98:48	11:55	-87%
REC-55	76:52	9:50	-86%

Turbina	<i>Shadow WORST CASE (ore / anno)</i>	<i>Shadow REAL CASE (ore / anno)</i>	<i>Percentuale media giornaliera di abbattimento da worst a real case</i>
VL-01	20:04	1:17	-95%
VL-02	107:18	13:50	-86%
VL-03	137:47	19:01	-86%
VL-04	24:42	2:38	-87%
VL-05	113:03	17:02	-84%
VL-06	6:02	1:02	-83%
VL-07	36:24	4:42	-86%
VL-08	14:51	1:23	-92%
VL-09	257:09	33:35	-87%
VL-10	31:02	3:56	-87%

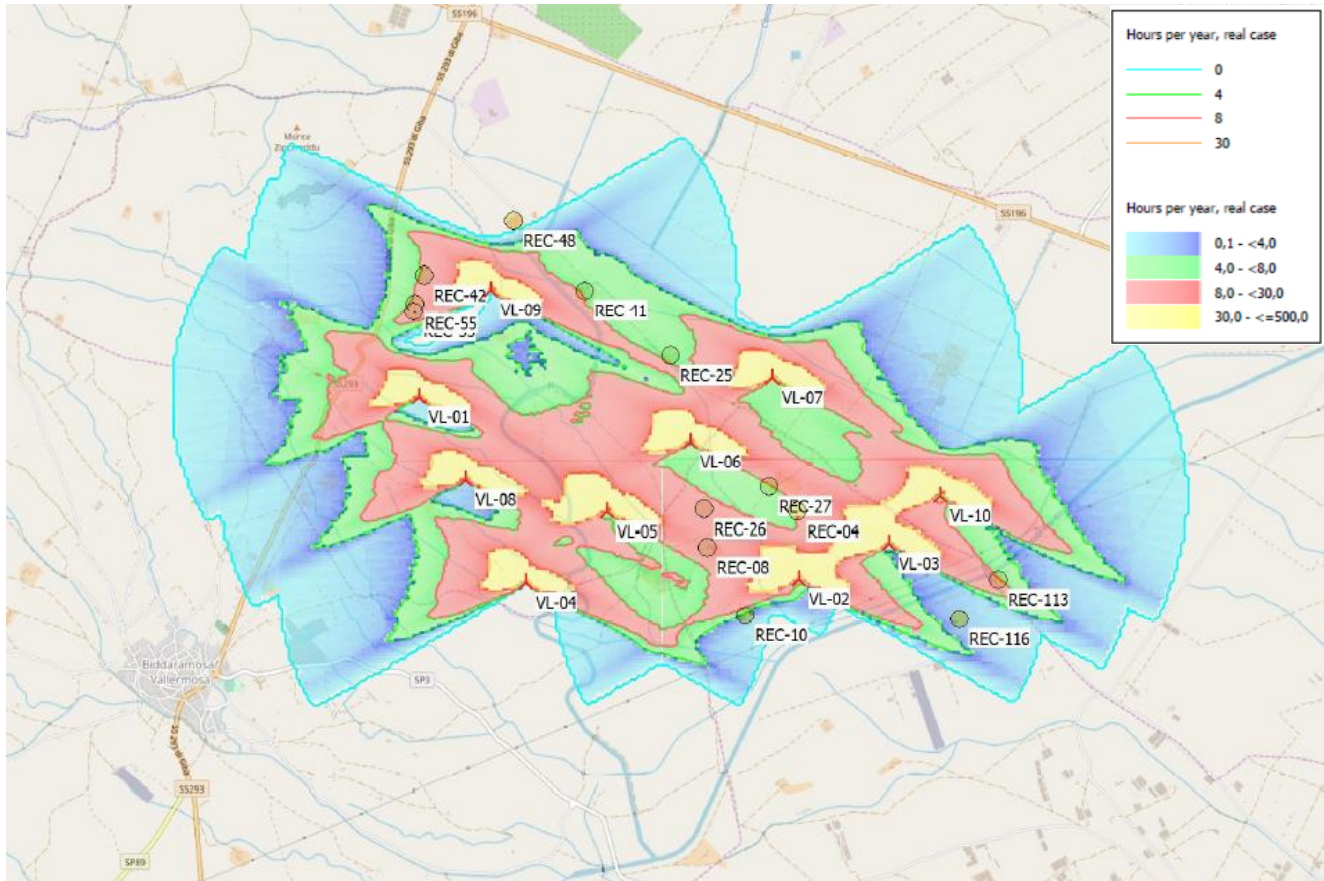


Figura 68 Rappresentazione grafica dell'ombreggiamento delle turbine rispetto i ricettori nel "Real Case"



PARCO EOLICO DI "VILLASOR"

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



24/09/2021

REV: 1

Pag.78

Shadow receptor: REC-08 - Shadow Receptor: 1,0 x 1,0 Azimuth: 0,0° Slope: 90,0° (3)
Assumptions for shadow calculations
Sunshine probability S (Average daily sunshine hours) [CAGLIARI / ELMA S]

Operational time
N NNE E ESE SSE S SSW WSW W NNW NNN Sum
95 16 7 11 50 238 167 60 52 103 944 812 2.555

Table with columns for months (January to December) and time slots (1 to 240). Each cell contains a date and a numerical value representing shadow flickering events.

Figura 70 Lista giornaliera dei singoli eventi di shadow flickering subita dal ricettore REC-08

Il presente documento è di proprietà della ANTEX GROUP srl. È vietato la comunicazione a terzi o la riproduzione senza il permesso scritto della suddetta. La società tutela i propri diritti a rigore di Legge.

Comm.: C20-018-S05



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

Sunshine probability S (Average daily sunshine hours) [CAGLIARI / ELMA S]
 Jan Feb Mar Apr May Jun Jul Aug Sep Oct Nov Dec
 4,40 5,05 5,88 7,00 8,45 9,88 10,82 10,03 8,08 6,09 5,07 4,27

Operational time
 N NNE ENE E ESE SSE S SSW WSW W WNW NNW Sum
 95 16 7 11 50 238 167 60 52 103 944 812 2.555

January	February	March	April	May	June	July	August	September	October	November	December
1 10:45 10:11	1 10:45 10:11	1 10:45 10:11	1 10:45 10:11	1 10:45 10:11	1 10:45 10:11	1 10:45 10:11	1 10:45 10:11	1 10:45 10:11	1 10:45 10:11	1 10:45 10:11	1 10:45 10:11

Figura 71 Lista giornaliera dei singoli eventi di shadow flickering subita dal ricettore REC-10

Il presente documento è di proprietà della ANTEX GROUP srl.
 È vietato la comunicazione a terzi o la riproduzione senza il permesso scritto della suddetta.
 La società tutela i propri diritti a rigore di Legge.

Shadow receptor: REC-113 - Shadow Receptor: 1,0 x 1,0 Azimuth: 0,0° Slope: 90,0° (5)
Assumptions for shadow calculations
 Sunshine probability S (Average daily sunshine hours) [CAGLIARI / ELMA S]
 Jan Feb Mar Apr May Jun Jul Aug Sep Oct Nov Dec
 4,40 5,05 5,88 7,00 8,45 9,88 10,82 10,03 8,08 6,09 5,07 4,27

Operational time
 N NNE ENE E ESE SSE S SSW WSW W WNW NNW Sum
 95 16 7 11 50 238 167 60 52 103 944 812 2.555

January	February	March	April	May	June	July	August	September	October	November	December
1 07:45	07:13	06:59									
2 10:45	07:33	07:23									
3 10:45	07:33	07:23									
4 10:45	07:33	07:23									
5 10:45	07:33	07:23									
6 10:45	07:33	07:23									
7 10:45	07:33	07:23									
8 10:45	07:33	07:23									
9 10:45	07:33	07:23									
10 10:45	07:33	07:23									
11 10:45	07:33	07:23									
12 10:45	07:33	07:23									
13 10:45	07:33	07:23									
14 10:45	07:33	07:23									
15 10:45	07:33	07:23									
16 10:45	07:33	07:23									
17 10:45	07:33	07:23									
18 10:45	07:33	07:23									
19 10:45	07:33	07:23									
20 10:45	07:33	07:23									
21 10:45	07:33	07:23									
22 10:45	07:33	07:23									
23 10:45	07:33	07:23									
24 10:45	07:33	07:23									
25 10:45	07:33	07:23									
26 10:45	07:33	07:23									
27 10:45	07:33	07:23									
28 10:45	07:33	07:23									
29 10:45	07:33	07:23									
30 10:45	07:33	07:23									
31 10:45	07:33	07:23									
32 10:45	07:33	07:23									
33 10:45	07:33	07:23									
34 10:45	07:33	07:23									
35 10:45	07:33	07:23									
36 10:45	07:33	07:23									
37 10:45	07:33	07:23									
38 10:45	07:33	07:23									
39 10:45	07:33	07:23									
40 10:45	07:33	07:23									
41 10:45	07:33	07:23									
42 10:45	07:33	07:23									
43 10:45	07:33	07:23									
44 10:45	07:33	07:23									
45 10:45	07:33	07:23									
46 10:45	07:33	07:23									
47 10:45	07:33	07:23									
48 10:45	07:33	07:23									
49 10:45	07:33	07:23									
50 10:45	07:33	07:23									
51 10:45	07:33	07:23									
52 10:45	07:33	07:23									
53 10:45	07:33	07:23									
54 10:45	07:33	07:23									
55 10:45	07:33	07:23									
56 10:45	07:33	07:23									
57 10:45	07:33	07:23									
58 10:45	07:33	07:23									
59 10:45	07:33	07:23									
60 10:45	07:33	07:23									
61 10:45	07:33	07:23									
62 10:45	07:33	07:23									
63 10:45	07:33	07:23									
64 10:45	07:33	07:23									
65 10:45	07:33	07:23									
66 10:45	07:33	07:23									
67 10:45	07:33	07:23									
68 10:45	07:33	07:23									
69 10:45	07:33	07:23									
70 10:45	07:33	07:23									
71 10:45	07:33	07:23									
72 10:45	07:33	07:23									
73 10:45	07:33	07:23									
74 10:45	07:33	07:23									
75 10:45	07:33	07:23									
76 10:45	07:33	07:23									
77 10:45	07:33	07:23									
78 10:45	07:33	07:23									
79 10:45	07:33	07:23									
80 10:45	07:33	07:23									
81 10:45	07:33	07:23									
82 10:45	07:33	07:23									
83 10:45	07:33	07:23									
84 10:45	07:33	07:23									
85 10:45	07:33	07:23									
86 10:45	07:33	07:23									
87 10:45	07:33	07:23									
88 10:45	07:33	07:23									
89 10:45	07:33	07:23									
90 10:45	07:33	07:23									
91 10:45	07:33	07:23									
92 10:45	07:33	07:23									
93 10:45	07:33	07:23									
94 10:45	07:33	07:23									
95 10:45	07:33	07:23									
96 10:45	07:33	07:23									
97 10:45	07:33	07:23									
98 10:45	07:33	07:23									
99 10:45	07:33	07:23									
100 10:45	07:33	07:23									

Figura 72 Lista giornaliera dei singoli eventi di shadow flickering subita dal ricevitore REC-113

Il presente documento è di proprietà della ANTEX GROUP srl.
 È vietato la comunicazione a terzi o la riproduzione senza il permesso scritto della suddetta.
 La società tutela i propri diritti a rigore di Legge.

Comm.: C20-018-S05




Shadow receptor: REC-116 - Shadow Receptor: 1,0 x 1,0 Azimuth: 0,0° Slope: 90,0° (4)
Assumptions for shadow calculations

Sunshine probability S (Average daily sunshine hours) [CAGLIARI / ELMA S]
 Jan Feb Mar Apr May Jun Jul Aug Sep Oct Nov Dec
 4,40 5,05 5,88 7,00 8,45 9,88 10,82 10,03 8,08 6,09 5,07 4,27

Operational time
 N NNE ENE E ESE SSE S SSW WSW W WINW NNW Sum
 95 16 7 11 50 238 167 60 52 103 944 812 2.555

January	February	March	April	May	June	July	August	September/October	November/December
1 10:45	10:33	10:59	10:11	10:28	10:26 (10:42)	10:51	10:24	10:53	10:52
2 10:45	10:33	10:59	10:11	10:28	10:26 (10:42)	10:51	10:24	10:53	10:52
3 10:45	10:33	10:59	10:11	10:28	10:26 (10:42)	10:51	10:24	10:53	10:52
4 10:45	10:33	10:59	10:11	10:28	10:26 (10:42)	10:51	10:24	10:53	10:52
5 10:45	10:33	10:59	10:11	10:28	10:26 (10:42)	10:51	10:24	10:53	10:52
6 10:45	10:33	10:59	10:11	10:28	10:26 (10:42)	10:51	10:24	10:53	10:52
7 10:45	10:33	10:59	10:11	10:28	10:26 (10:42)	10:51	10:24	10:53	10:52
8 10:45	10:33	10:59	10:11	10:28	10:26 (10:42)	10:51	10:24	10:53	10:52
9 10:45	10:33	10:59	10:11	10:28	10:26 (10:42)	10:51	10:24	10:53	10:52
10 10:45	10:33	10:59	10:11	10:28	10:26 (10:42)	10:51	10:24	10:53	10:52
11 10:45	10:33	10:59	10:11	10:28	10:26 (10:42)	10:51	10:24	10:53	10:52
12 10:45	10:33	10:59	10:11	10:28	10:26 (10:42)	10:51	10:24	10:53	10:52
13 10:45	10:33	10:59	10:11	10:28	10:26 (10:42)	10:51	10:24	10:53	10:52
14 10:45	10:33	10:59	10:11	10:28	10:26 (10:42)	10:51	10:24	10:53	10:52
15 10:45	10:33	10:59	10:11	10:28	10:26 (10:42)	10:51	10:24	10:53	10:52
16 10:45	10:33	10:59	10:11	10:28	10:26 (10:42)	10:51	10:24	10:53	10:52
17 10:45	10:33	10:59	10:11	10:28	10:26 (10:42)	10:51	10:24	10:53	10:52
18 10:45	10:33	10:59	10:11	10:28	10:26 (10:42)	10:51	10:24	10:53	10:52
19 10:45	10:33	10:59	10:11	10:28	10:26 (10:42)	10:51	10:24	10:53	10:52
20 10:45	10:33	10:59	10:11	10:28	10:26 (10:42)	10:51	10:24	10:53	10:52
21 10:45	10:33	10:59	10:11	10:28	10:26 (10:42)	10:51	10:24	10:53	10:52
22 10:45	10:33	10:59	10:11	10:28	10:26 (10:42)	10:51	10:24	10:53	10:52
23 10:45	10:33	10:59	10:11	10:28	10:26 (10:42)	10:51	10:24	10:53	10:52
24 10:45	10:33	10:59	10:11	10:28	10:26 (10:42)	10:51	10:24	10:53	10:52
25 10:45	10:33	10:59	10:11	10:28	10:26 (10:42)	10:51	10:24	10:53	10:52
26 10:45	10:33	10:59	10:11	10:28	10:26 (10:42)	10:51	10:24	10:53	10:52
27 10:45	10:33	10:59	10:11	10:28	10:26 (10:42)	10:51	10:24	10:53	10:52
28 10:45	10:33	10:59	10:11	10:28	10:26 (10:42)	10:51	10:24	10:53	10:52
29 10:45	10:33	10:59	10:11	10:28	10:26 (10:42)	10:51	10:24	10:53	10:52
30 10:45	10:33	10:59	10:11	10:28	10:26 (10:42)	10:51	10:24	10:53	10:52
31 10:45	10:33	10:59	10:11	10:28	10:26 (10:42)	10:51	10:24	10:53	10:52
32									
33									
34									
35									
36									
37									
38									
39									
40									
41									
42									
43									
44									
45									
46									
47									
48									
49									
50									
51									
52									
53									
54									
55									
56									
57									
58									
59									
60									
61									
62									
63									
64									
65									
66									
67									
68									
69									
70									
71									
72									
73									
74									
75									
76									
77									
78									
79									
80									
81									
82									
83									
84									
85									
86									
87									
88									
89									
90									
91									
92									
93									
94									
95									
96									
97									
98									
99									
100									

Figura 73 Lista giornaliera dei singoli eventi di shadow flickering subita dal ricettore REC-116

Il presente documento è di proprietà della ANTEX GROUP srl.
 È vietato la comunicazione a terzi o la riproduzione senza il permesso scritto della suddetta.
 La società tutela i propri diritti a rigore di Legge.

Comm.: C20-018-S05

Shadow receptor: REC-25 - Shadow Receptor: 1,0 x 1,0 Azimuth: 0,0° Slope: 90,0° (8)
Assumptions for shadow calculations
Sunshine probability S (Average daily sunshine hours) [CAGLIARI / ELMA S]
Jan Feb Mar Apr May Jun Jul Aug Sep Oct Nov Dec
4,40 5,05 5,88 7,00 8,45 9,88 10,82 10,03 8,08 6,09 5,07 4,27

Operational time
N NNE ENE E ESE SSE S SSW WSW W WNW NNW Sum
95 16 7 11 50 238 167 60 52 103 944 812 2.555

Table with columns for months (January to December) and rows for time intervals (1:00 to 24:00). Each cell contains data for event count and duration.

Figura 74 Lista giornaliera dei singoli eventi di shadow flickering subita dal ricettore REC-25

Il presente documento è di proprietà della ANTEX GROUP srl. È vietato la comunicazione a terzi o la riproduzione senza il permesso scritto della suddetta. La società tutela i propri diritti a rigore di Legge.

Comm.: C20-018-S05

ISO 9001 BUREAU VERITAS Certification





PARCO EOLICO DI "VILLASOR"

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



24/09/2021

REV: 1

Pag.83

Shadow receptor: REC-26 - Shadow Receptor: 1,0 x 1,0 Azimuth: 0,0° Slope: 90,0° (6) Assumptions for shadow calculations

Sunshine probability S (Average daily sunshine hours) [CAGLIARI / ELMA S] Jan Feb Mar Apr May Jun Jul Aug Sep Oct Nov Dec 4,40 5,05 5,88 7,00 8,45 9,88 10,82 10,03 8,08 6,09 5,07 4,27

Operational time N NNE E ESE SSE S SSW WSW W NNW NNW Sum 95 16 7 11 50 238 167 60 52 103 944 812 2.555

Table with columns for months (January to December) and rows for individual shadow flickering events. Each row contains a numerical value and a time range in parentheses (e.g., 1:07:45 (06:42) 07:33).

Figura 75 Lista giornaliera dei singoli eventi di shadow flickering subita dal ricettore REC-26

Il presente documento è di proprietà della ANTEX GROUP srl. È vietato la comunicazione a terzi o la riproduzione senza il permesso scritto della suddetta. La società tutela i propri diritti a rigore di Legge.

Comm.: C20-018-S05. Includes logos for ISO 9001 BUREAU VERITAS Certification, BUREAU VERITAS 1825, and ACCREDITA.



PARCO EOLICO DI "VILLASOR"

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



24/09/2021

REV: 1

Pag.84

Shadow receptor: REC-27 - Shadow Receptor: 1,0 x 1,0 Azimuth: 0,0° Slope: 90,0° (7) Assumptions for shadow calculations

Sunshine probability S (Average daily sunshine hours) [CAGLIARI / ELMA S] Jan Feb Mar Apr May Jun Jul Aug Sep Oct Nov Dec 4,40 5,05 5,88 7,00 8,45 9,88 10,82 10,03 8,08 6,09 5,07 4,27

Operational time N INNE ENE E ESE SSE S SSW WSW W WNW NNW Sum 95 16 7 11 50 238 167 60 52 103 944 812 2.555

Table with columns for months (January to December) and rows for individual shadow flickering events, including time, azimuth, and slope data.

Figura 76 Lista giornaliera dei singoli eventi di shadow flickering subita dal ricettore REC-27

Il presente documento è di proprietà della ANTEX GROUP srl. È vietato la comunicazione a terzi o la riproduzione senza il permesso scritto della suddetta. La società tutela i propri diritti a rigore di Legge.

Comm.: C20-018-S05 ISO 9001 BUREAU VERITAS Certification BUREAU VERITAS ACCREDITED 1825

Shadow receptor: REC-41 - Shadow Receptor: $1,0 \times 1,0$ Azimuth: $0,0^\circ$ Slope: $90,0^\circ$ (9)
 Assumptions for shadow calculations
 Sunshine probability S (Average daily sunshine hours) [CAGLIARI / ELMA S]
 Jan Feb Mar Apr May Jun Jul Aug Sep Oct Nov Dec
 4,40 5,05 5,88 7,00 8,45 9,88 10,82 10,03 8,08 6,09 5,07 4,27

Operational time
 N NNE ENE E ESE SSE S SSW WSW W NNW NNW Sum
 95 16 7 11 50 238 167 60 52 103 944 812 2,555

January	February	March	April	May	June	July	August	September	October	November	December
1 10:45	16:25 (16:41) 07:33	07:53 (16:47) 07:30	07:11	06:28	06:51	06:01	06:24	06:53	07:20	08:52	09:25
2 11:12	16:47 (16:41) 07:45	08:07 (16:47) 08:17	19:48	19:48	20:46	20:58	20:58	19:50	18:57 (16:48) 07:50	17:25	16:58 (16:41)
3 11:54	16:47 (16:41) 07:46	08:07 (16:47) 08:18	19:48	19:48	20:46	20:58	20:58	19:50	18:57 (16:48) 07:51	17:24	16:58 (16:41)
4 11:54	16:47 (16:41) 07:46	08:07 (16:47) 08:18	19:48	19:48	20:46	20:58	20:58	19:50	18:57 (16:48) 07:51	17:24	16:58 (16:41)
5 10:46	16:25 (16:41) 07:33	07:53 (16:47) 07:30	07:11	06:28	06:51	06:01	06:24	06:53	07:20	08:52	09:25
6 10:46	16:25 (16:41) 07:33	07:53 (16:47) 07:30	07:11	06:28	06:51	06:01	06:24	06:53	07:20	08:52	09:25
7 11:12	16:47 (16:41) 07:45	08:07 (16:47) 08:17	19:48	19:48	20:46	20:58	20:58	19:50	18:57 (16:48) 07:50	17:25	16:58 (16:41)
8 10:46	16:25 (16:41) 07:33	07:53 (16:47) 07:30	07:11	06:28	06:51	06:01	06:24	06:53	07:20	08:52	09:25
9 10:46	16:25 (16:41) 07:33	07:53 (16:47) 07:30	07:11	06:28	06:51	06:01	06:24	06:53	07:20	08:52	09:25
10 10:46	16:25 (16:41) 07:33	07:53 (16:47) 07:30	07:11	06:28	06:51	06:01	06:24	06:53	07:20	08:52	09:25
11 10:46	16:25 (16:41) 07:33	07:53 (16:47) 07:30	07:11	06:28	06:51	06:01	06:24	06:53	07:20	08:52	09:25
12 10:46	16:25 (16:41) 07:33	07:53 (16:47) 07:30	07:11	06:28	06:51	06:01	06:24	06:53	07:20	08:52	09:25
13 10:46	16:25 (16:41) 07:33	07:53 (16:47) 07:30	07:11	06:28	06:51	06:01	06:24	06:53	07:20	08:52	09:25
14 10:46	16:25 (16:41) 07:33	07:53 (16:47) 07:30	07:11	06:28	06:51	06:01	06:24	06:53	07:20	08:52	09:25
15 10:46	16:25 (16:41) 07:33	07:53 (16:47) 07:30	07:11	06:28	06:51	06:01	06:24	06:53	07:20	08:52	09:25
16 10:46	16:25 (16:41) 07:33	07:53 (16:47) 07:30	07:11	06:28	06:51	06:01	06:24	06:53	07:20	08:52	09:25
17 10:46	16:25 (16:41) 07:33	07:53 (16:47) 07:30	07:11	06:28	06:51	06:01	06:24	06:53	07:20	08:52	09:25
18 10:46	16:25 (16:41) 07:33	07:53 (16:47) 07:30	07:11	06:28	06:51	06:01	06:24	06:53	07:20	08:52	09:25
19 10:46	16:25 (16:41) 07:33	07:53 (16:47) 07:30	07:11	06:28	06:51	06:01	06:24	06:53	07:20	08:52	09:25
20 10:46	16:25 (16:41) 07:33	07:53 (16:47) 07:30	07:11	06:28	06:51	06:01	06:24	06:53	07:20	08:52	09:25
21 10:46	16:25 (16:41) 07:33	07:53 (16:47) 07:30	07:11	06:28	06:51	06:01	06:24	06:53	07:20	08:52	09:25
22 10:46	16:25 (16:41) 07:33	07:53 (16:47) 07:30	07:11	06:28	06:51	06:01	06:24	06:53	07:20	08:52	09:25
23 10:46	16:25 (16:41) 07:33	07:53 (16:47) 07:30	07:11	06:28	06:51	06:01	06:24	06:53	07:20	08:52	09:25
24 10:46	16:25 (16:41) 07:33	07:53 (16:47) 07:30	07:11	06:28	06:51	06:01	06:24	06:53	07:20	08:52	09:25
25 10:46	16:25 (16:41) 07:33	07:53 (16:47) 07:30	07:11	06:28	06:51	06:01	06:24	06:53	07:20	08:52	09:25
26 10:46	16:25 (16:41) 07:33	07:53 (16:47) 07:30	07:11	06:28	06:51	06:01	06:24	06:53	07:20	08:52	09:25
27 10:46	16:25 (16:41) 07:33	07:53 (16:47) 07:30	07:11	06:28	06:51	06:01	06:24	06:53	07:20	08:52	09:25
28 10:46	16:25 (16:41) 07:33	07:53 (16:47) 07:30	07:11	06:28	06:51	06:01	06:24	06:53	07:20	08:52	09:25
29 10:46	16:25 (16:41) 07:33	07:53 (16:47) 07:30	07:11	06:28	06:51	06:01	06:24	06:53	07:20	08:52	09:25
30 10:46	16:25 (16:41) 07:33	07:53 (16:47) 07:30	07:11	06:28	06:51	06:01	06:24	06:53	07:20	08:52	09:25
31 10:46	16:25 (16:41) 07:33	07:53 (16:47) 07:30	07:11	06:28	06:51	06:01	06:24	06:53	07:20	08:52	09:25
Foggiati sun hours: 248 Total wind data: 538 Total shadow data: 538 Wind data: 0,08 Total location: 0,08 Total: 25											

Figura 77 Lista giornaliera dei singoli eventi di shadow flickering subita dal ricettore REC-41



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



24/09/2021

REV: 1

Pag.86

Shadow receptor: REC-42 - Shadow Receptor: 1,0 x 1,0 Azimuth: 0,0° Slope: 90,0° (10)
 Sunshine probability S (Average daily sunshine hours) [CAGLIARI / ELMA S]
 Jan Feb Mar Apr May Jun Jul Aug Sep Oct Nov Dec
 4,40 5,05 5,88 7,00 8,45 9,88 10,82 10,03 8,08 6,09 5,07 4,27

Operational time
 N NNE ENE E ESE SSE S SSW WSW W WNW NNW Sum
 95 16 7 11 50 238 167 60 52 103 944 812 2.555

Month	January	February	March	April	May	June	July	August	September	October	November	December
1	07:25	07:31	07:39	07:48	07:58	08:09	08:21	08:34	08:48	09:03	09:19	09:36
2	07:25	07:31	07:39	07:48	07:58	08:09	08:21	08:34	08:48	09:03	09:19	09:36
3	07:25	07:31	07:39	07:48	07:58	08:09	08:21	08:34	08:48	09:03	09:19	09:36
4	07:25	07:31	07:39	07:48	07:58	08:09	08:21	08:34	08:48	09:03	09:19	09:36
5	07:25	07:31	07:39	07:48	07:58	08:09	08:21	08:34	08:48	09:03	09:19	09:36
6	07:25	07:31	07:39	07:48	07:58	08:09	08:21	08:34	08:48	09:03	09:19	09:36
7	07:25	07:31	07:39	07:48	07:58	08:09	08:21	08:34	08:48	09:03	09:19	09:36
8	07:25	07:31	07:39	07:48	07:58	08:09	08:21	08:34	08:48	09:03	09:19	09:36
9	07:25	07:31	07:39	07:48	07:58	08:09	08:21	08:34	08:48	09:03	09:19	09:36
10	07:25	07:31	07:39	07:48	07:58	08:09	08:21	08:34	08:48	09:03	09:19	09:36
11	07:25	07:31	07:39	07:48	07:58	08:09	08:21	08:34	08:48	09:03	09:19	09:36
12	07:25	07:31	07:39	07:48	07:58	08:09	08:21	08:34	08:48	09:03	09:19	09:36
13	07:25	07:31	07:39	07:48	07:58	08:09	08:21	08:34	08:48	09:03	09:19	09:36
14	07:25	07:31	07:39	07:48	07:58	08:09	08:21	08:34	08:48	09:03	09:19	09:36
15	07:25	07:31	07:39	07:48	07:58	08:09	08:21	08:34	08:48	09:03	09:19	09:36
16	07:25	07:31	07:39	07:48	07:58	08:09	08:21	08:34	08:48	09:03	09:19	09:36
17	07:25	07:31	07:39	07:48	07:58	08:09	08:21	08:34	08:48	09:03	09:19	09:36
18	07:25	07:31	07:39	07:48	07:58	08:09	08:21	08:34	08:48	09:03	09:19	09:36
19	07:25	07:31	07:39	07:48	07:58	08:09	08:21	08:34	08:48	09:03	09:19	09:36
20	07:25	07:31	07:39	07:48	07:58	08:09	08:21	08:34	08:48	09:03	09:19	09:36
21	07:25	07:31	07:39	07:48	07:58	08:09	08:21	08:34	08:48	09:03	09:19	09:36
22	07:25	07:31	07:39	07:48	07:58	08:09	08:21	08:34	08:48	09:03	09:19	09:36
23	07:25	07:31	07:39	07:48	07:58	08:09	08:21	08:34	08:48	09:03	09:19	09:36
24	07:25	07:31	07:39	07:48	07:58	08:09	08:21	08:34	08:48	09:03	09:19	09:36
25	07:25	07:31	07:39	07:48	07:58	08:09	08:21	08:34	08:48	09:03	09:19	09:36
26	07:25	07:31	07:39	07:48	07:58	08:09	08:21	08:34	08:48	09:03	09:19	09:36
27	07:25	07:31	07:39	07:48	07:58	08:09	08:21	08:34	08:48	09:03	09:19	09:36
28	07:25	07:31	07:39	07:48	07:58	08:09	08:21	08:34	08:48	09:03	09:19	09:36
29	07:25	07:31	07:39	07:48	07:58	08:09	08:21	08:34	08:48	09:03	09:19	09:36
30	07:25	07:31	07:39	07:48	07:58	08:09	08:21	08:34	08:48	09:03	09:19	09:36
31	07:25	07:31	07:39	07:48	07:58	08:09	08:21	08:34	08:48	09:03	09:19	09:36
32	07:25	07:31	07:39	07:48	07:58	08:09	08:21	08:34	08:48	09:03	09:19	09:36
33	07:25	07:31	07:39	07:48	07:58	08:09	08:21	08:34	08:48	09:03	09:19	09:36
34	07:25	07:31	07:39	07:48	07:58	08:09	08:21	08:34	08:48	09:03	09:19	09:36
35	07:25	07:31	07:39	07:48	07:58	08:09	08:21	08:34	08:48	09:03	09:19	09:36
36	07:25	07:31	07:39	07:48	07:58	08:09	08:21	08:34	08:48	09:03	09:19	09:36
37	07:25	07:31	07:39	07:48	07:58	08:09	08:21	08:34	08:48	09:03	09:19	09:36
38	07:25	07:31	07:39	07:48	07:58	08:09	08:21	08:34	08:48	09:03	09:19	09:36
39	07:25	07:31	07:39	07:48	07:58	08:09	08:21	08:34	08:48	09:03	09:19	09:36
40	07:25	07:31	07:39	07:48	07:58	08:09	08:21	08:34	08:48	09:03	09:19	09:36
41	07:25	07:31	07:39	07:48	07:58	08:09	08:21	08:34	08:48	09:03	09:19	09:36
42	07:25	07:31	07:39	07:48	07:58	08:09	08:21	08:34	08:48	09:03	09:19	09:36
43	07:25	07:31	07:39	07:48	07:58	08:09	08:21	08:34	08:48	09:03	09:19	09:36
44	07:25	07:31	07:39	07:48	07:58	08:09	08:21	08:34	08:48	09:03	09:19	09:36
45	07:25	07:31	07:39	07:48	07:58	08:09	08:21	08:34	08:48	09:03	09:19	09:36
46	07:25	07:31	07:39	07:48	07:58	08:09	08:21	08:34	08:48	09:03	09:19	09:36
47	07:25	07:31	07:39	07:48	07:58	08:09	08:21	08:34	08:48	09:03	09:19	09:36
48	07:25	07:31	07:39	07:48	07:58	08:09	08:21	08:34	08:48	09:03	09:19	09:36
49	07:25	07:31	07:39	07:48	07:58	08:09	08:21	08:34	08:48	09:03	09:19	09:36
50	07:25	07:31	07:39	07:48	07:58	08:09	08:21	08:34	08:48	09:03	09:19	09:36

Figura 78 Lista giornaliera dei singoli eventi di shadow flickering subita dal ricettore REC-42

Il presente documento è di proprietà della ANTEX GROUP srl.
 È vietato la comunicazione a terzi o la riproduzione senza il permesso scritto della suddetta.
 La società tutela i propri diritti a rigore di Legge.

Shadow receptor: REC-53 - Shadow Receptor: 1,0 x 1,0 Azimuth: 0,0° Slope: 90,0° (12)
Assumptions for shadow calculations
 Sunshine probability S (Average daily sunshine hours) [CAGLIARI / ELMA S]
 Jan Feb Mar Apr May Jun Jul Aug Sep Oct Nov Dec
 4,40 5,05 5,88 7,00 8,45 9,88 10,82 10,03 8,08 6,09 5,07 4,27

Operational time
 N NNE ENE E ESE SSE S SSW WSW W WNW NNW Sum
 95 16 7 11 50 238 167 60 52 103 944 812 2.555

January	February	March	April	May	June	July	August	September	October	November	December
1 07:42	07:33	07:20	07:11	06:58	06:41	06:21	06:00	05:53	05:50	05:53	05:58
2 17:42	17:45	17:46	17:46	17:45	17:44	17:43	17:42	17:41	17:40	17:39	17:38
3 17:43	17:43	17:43	17:43	17:43	17:43	17:43	17:43	17:43	17:43	17:43	17:43
4 17:44	17:44	17:44	17:44	17:44	17:44	17:44	17:44	17:44	17:44	17:44	17:44
5 17:45	17:45	17:45	17:45	17:45	17:45	17:45	17:45	17:45	17:45	17:45	17:45
6 17:46	17:46	17:46	17:46	17:46	17:46	17:46	17:46	17:46	17:46	17:46	17:46
7 17:47	17:47	17:47	17:47	17:47	17:47	17:47	17:47	17:47	17:47	17:47	17:47
8 17:48	17:48	17:48	17:48	17:48	17:48	17:48	17:48	17:48	17:48	17:48	17:48
9 17:49	17:49	17:49	17:49	17:49	17:49	17:49	17:49	17:49	17:49	17:49	17:49
10 17:50	17:50	17:50	17:50	17:50	17:50	17:50	17:50	17:50	17:50	17:50	17:50
11 17:51	17:51	17:51	17:51	17:51	17:51	17:51	17:51	17:51	17:51	17:51	17:51
12 17:52	17:52	17:52	17:52	17:52	17:52	17:52	17:52	17:52	17:52	17:52	17:52
13 17:53	17:53	17:53	17:53	17:53	17:53	17:53	17:53	17:53	17:53	17:53	17:53
14 17:54	17:54	17:54	17:54	17:54	17:54	17:54	17:54	17:54	17:54	17:54	17:54
15 17:55	17:55	17:55	17:55	17:55	17:55	17:55	17:55	17:55	17:55	17:55	17:55
16 17:56	17:56	17:56	17:56	17:56	17:56	17:56	17:56	17:56	17:56	17:56	17:56
17 17:57	17:57	17:57	17:57	17:57	17:57	17:57	17:57	17:57	17:57	17:57	17:57
18 17:58	17:58	17:58	17:58	17:58	17:58	17:58	17:58	17:58	17:58	17:58	17:58
19 17:59	17:59	17:59	17:59	17:59	17:59	17:59	17:59	17:59	17:59	17:59	17:59
20 18:00	18:00	18:00	18:00	18:00	18:00	18:00	18:00	18:00	18:00	18:00	18:00
21 18:01	18:01	18:01	18:01	18:01	18:01	18:01	18:01	18:01	18:01	18:01	18:01
22 18:02	18:02	18:02	18:02	18:02	18:02	18:02	18:02	18:02	18:02	18:02	18:02
23 18:03	18:03	18:03	18:03	18:03	18:03	18:03	18:03	18:03	18:03	18:03	18:03
24 18:04	18:04	18:04	18:04	18:04	18:04	18:04	18:04	18:04	18:04	18:04	18:04
25 18:05	18:05	18:05	18:05	18:05	18:05	18:05	18:05	18:05	18:05	18:05	18:05
26 18:06	18:06	18:06	18:06	18:06	18:06	18:06	18:06	18:06	18:06	18:06	18:06
27 18:07	18:07	18:07	18:07	18:07	18:07	18:07	18:07	18:07	18:07	18:07	18:07
28 18:08	18:08	18:08	18:08	18:08	18:08	18:08	18:08	18:08	18:08	18:08	18:08
29 18:09	18:09	18:09	18:09	18:09	18:09	18:09	18:09	18:09	18:09	18:09	18:09
30 18:10	18:10	18:10	18:10	18:10	18:10	18:10	18:10	18:10	18:10	18:10	18:10
31 18:11	18:11	18:11	18:11	18:11	18:11	18:11	18:11	18:11	18:11	18:11	18:11

Figura 80 Lista giornaliera dei singoli eventi di shadow flickering subita dal ricettore REC-53

Il presente documento è di proprietà della ANTEX GROUP srl.
 È vietato la comunicazione a terzi o la riproduzione senza il permesso scritto della suddetta.
 La società tutela i propri diritti a rigore di Legge.

Comm.: C20-018-S05

Shadow receptor: REC-55 - Shadow Receptor: 1,0 x 1,0 Azimuth: 0,0° Slope: 90,0° (13)
 Assumptions for shadow calculations
 Sunshine probability S (Average daily sunshine hours) [CAGLIARI / ELMA S]
 Jan Feb Mar Apr May Jun Jul Aug Sep Oct Nov Dec
 4,40 5,05 5,88 7,00 8,45 9,88 10,82 10,03 8,08 6,09 5,07 4,27

Operational time
 N NNE ENE E ESE SSE S SSW WSW W WNW NNW Sum
 95 16 7 11 50 238 167 60 52 103 944 812 2.555

January	February	March	April	May	June	July	August	September	October	November	December
1 10:45	10:23	07:00	07:11	06:20	07:51 (14:00) 06:51	06:52	06:24	07:35 (14:00) 06:53	07:24 (14:00) 07:20	06:42	07:25
2 11:12	10:47	07:30	07:41	06:50	08:21 (14:00) 07:46	07:47	06:56	08:02 (14:00) 07:25	07:51 (14:00) 07:47	07:11	07:25
3 12:15	11:46	08:33	08:44	07:53	08:51 (14:00) 08:46	08:47	07:05	08:58 (14:00) 07:26	08:44 (14:00) 08:40	08:24	07:25
4 13:14	12:41	09:37	09:48	08:57	09:21 (14:00) 09:47	09:48	07:14	09:25 (14:00) 07:27	09:11 (14:00) 09:07	08:51	07:25
5 10:46	10:20	07:55	08:06	07:15	08:51 (14:00) 08:46	08:47	07:23	08:58 (14:00) 07:28	08:44 (14:00) 08:40	08:24	07:25
6 11:12	10:47	08:04	08:15	07:24	09:21 (14:00) 09:47	09:48	07:32	09:25 (14:00) 07:29	09:11 (14:00) 09:07	08:51	07:25
7 10:46	10:20	08:31	08:42	08:01	09:21 (14:00) 09:47	09:48	07:41	09:25 (14:00) 07:30	09:11 (14:00) 09:07	08:51	07:25
8 11:12	10:47	09:00	09:11	08:20	09:21 (14:00) 09:47	09:48	07:50	09:25 (14:00) 07:31	09:11 (14:00) 09:07	08:51	07:25
9 10:46	10:20	09:27	09:38	08:57	09:21 (14:00) 09:47	09:48	08:00	09:25 (14:00) 07:32	09:11 (14:00) 09:07	08:51	07:25
10 11:12	10:47	10:04	10:15	09:24	09:21 (14:00) 09:47	09:48	08:09	09:25 (14:00) 07:33	09:11 (14:00) 09:07	08:51	07:25
11 10:46	10:20	10:31	10:42	09:51	09:21 (14:00) 09:47	09:48	08:18	09:25 (14:00) 07:34	09:11 (14:00) 09:07	08:51	07:25
12 11:12	10:47	11:08	11:19	10:28	09:21 (14:00) 09:47	09:48	08:27	09:25 (14:00) 07:35	09:11 (14:00) 09:07	08:51	07:25
13 10:46	10:20	11:35	11:46	10:55	09:21 (14:00) 09:47	09:48	08:36	09:25 (14:00) 07:36	09:11 (14:00) 09:07	08:51	07:25
14 11:12	10:47	12:12	12:23	11:22	09:21 (14:00) 09:47	09:48	08:45	09:25 (14:00) 07:37	09:11 (14:00) 09:07	08:51	07:25
15 10:46	10:20	12:50	13:01	12:10	09:21 (14:00) 09:47	09:48	08:54	09:25 (14:00) 07:38	09:11 (14:00) 09:07	08:51	07:25
16 11:12	10:47	13:27	13:38	12:37	09:21 (14:00) 09:47	09:48	09:03	09:25 (14:00) 07:39	09:11 (14:00) 09:07	08:51	07:25
17 10:46	10:20	14:04	14:15	13:24	09:21 (14:00) 09:47	09:48	09:12	09:25 (14:00) 07:40	09:11 (14:00) 09:07	08:51	07:25
18 11:12	10:47	14:41	14:52	14:01	09:21 (14:00) 09:47	09:48	09:21	09:25 (14:00) 07:41	09:11 (14:00) 09:07	08:51	07:25
19 10:46	10:20	15:18	15:29	14:38	09:21 (14:00) 09:47	09:48	09:30	09:25 (14:00) 07:42	09:11 (14:00) 09:07	08:51	07:25
20 11:12	10:47	15:55	16:06	15:15	09:21 (14:00) 09:47	09:48	09:39	09:25 (14:00) 07:43	09:11 (14:00) 09:07	08:51	07:25
21 10:46	10:20	16:32	16:43	15:52	09:21 (14:00) 09:47	09:48	09:48	09:25 (14:00) 07:44	09:11 (14:00) 09:07	08:51	07:25
22 11:12	10:47	17:09	17:20	16:29	09:21 (14:00) 09:47	09:48	09:57	09:25 (14:00) 07:45	09:11 (14:00) 09:07	08:51	07:25
23 10:46	10:20	17:46	17:57	17:06	09:21 (14:00) 09:47	09:48	10:06	09:25 (14:00) 07:46	09:11 (14:00) 09:07	08:51	07:25
24 11:12	10:47	18:23	18:34	17:43	09:21 (14:00) 09:47	09:48	10:15	09:25 (14:00) 07:47	09:11 (14:00) 09:07	08:51	07:25
25 10:46	10:20	19:00	19:11	18:20	09:21 (14:00) 09:47	09:48	10:24	09:25 (14:00) 07:48	09:11 (14:00) 09:07	08:51	07:25
26 11:12	10:47	19:37	19:48	18:57	09:21 (14:00) 09:47	09:48	10:33	09:25 (14:00) 07:49	09:11 (14:00) 09:07	08:51	07:25
27 10:46	10:20	20:14	20:25	19:34	09:21 (14:00) 09:47	09:48	10:42	09:25 (14:00) 07:50	09:11 (14:00) 09:07	08:51	07:25
28 11:12	10:47	20:51	21:02	20:10	09:21 (14:00) 09:47	09:48	10:51	09:25 (14:00) 07:51	09:11 (14:00) 09:07	08:51	07:25
29 10:46	10:20	21:28	21:39	20:48	09:21 (14:00) 09:47	09:48	11:00	09:25 (14:00) 07:52	09:11 (14:00) 09:07	08:51	07:25
30 11:12	10:47	22:05	22:16	21:24	09:21 (14:00) 09:47	09:48	11:09	09:25 (14:00) 07:53	09:11 (14:00) 09:07	08:51	07:25
31 10:46	10:20	22:42	22:53	22:02	09:21 (14:00) 09:47	09:48	11:18	09:25 (14:00) 07:54	09:11 (14:00) 09:07	08:51	07:25
Sum	300	300	307	306	447	454	452	374	347	302	261
Forecast sun hours Sun radiation One time use Total kWh Total kWh											

Figura 81 Lista giornaliera dei singoli eventi di shadow flickering subita dal ricettore REC-55

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 finestrate (ad esclusione degli ostacoli orografici), il fenomeno dello *shadow flickering* si verifica per dodici dei tredici 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 i ricettori **REC-04, REC-10, REC-113, REC-116, REC-25, REC-27, REC-41, REC-42, REC-48, REC-53 e REC-55** lo *shadow flickering* è assolutamente trascurabile essendo di limitatissima durata temporale (se non quasi nullo), con meno di 98 ore/anno in condizioni di "WORST CASE", che realisticamente è sicuramente superiore alle reali condizioni di ombreggiamento studiate nella situazione di "REAL CASE" dove le ore di ombreggiamento crollano drasticamente a meno di 12 ore/anno.

Per i ricettori **REC-08 e REC-26** il fenomeno dello *shadow flickering*, assume un carattere di maggior rilevanza, seppur, comunque, di limitata lunghezza temporale, circa 123 ore/anno per il primo e 110 ore/anno per il secondo, in condizioni comunque di "WORST CASE", condizione che trova una notevole attenuazione nella sua analisi in "REAL CASE" attestandosi a circa 18 ore/anno per il primo e circa 13 ore/anno per il secondo.

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 il fatto stesso 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. Sia per il ricettore REC-08 (fig. 82) sia per il REC-26 (fig. 83) si ha una classificazione catastale "D-10 / A3" dove la presenza di persone è giustificata sia per scopo lavorativo, limitato ad alcune fasce orarie, sia per scopo residenziale.



Figura 82 ricettore REC-08

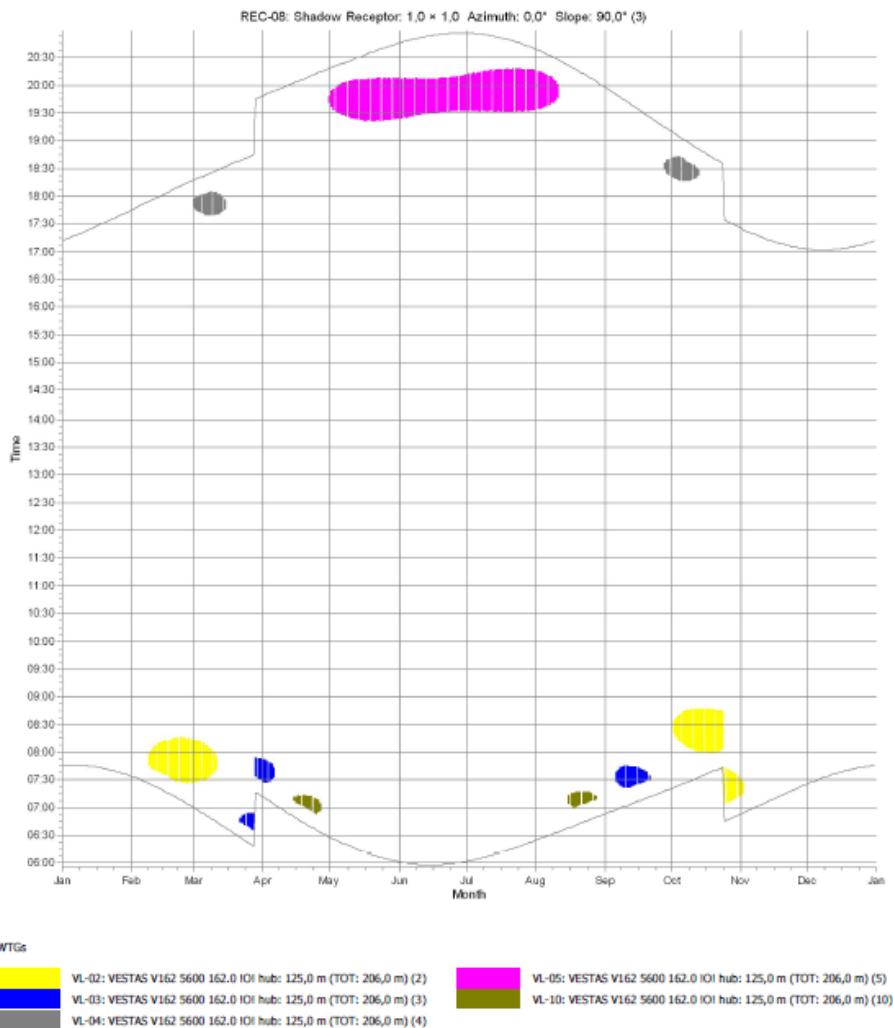


Figura 83 ricettore REC-26

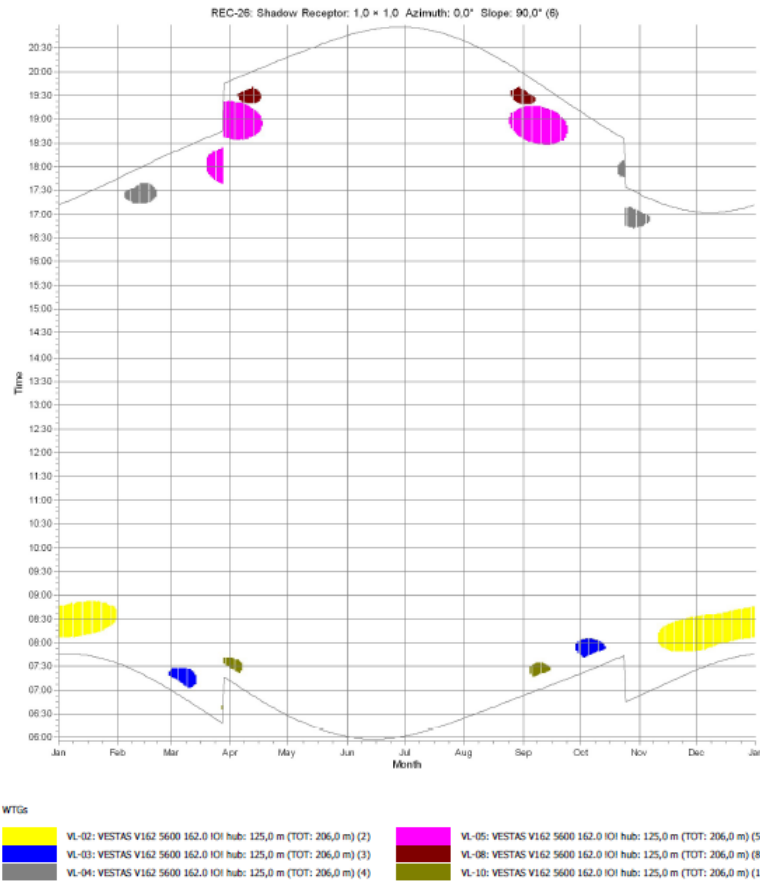
Concentrando quindi l'attenzione a questi due ricettori, si rileva, dalle elaborazioni presentate nei capitoli precedenti, che il massimo ombreggiamento si ha in un arco orario limitato solo all'alba e al tramonto per entrambi i ricettori e più nello specifico:

- Per il REC-08:
 - per un periodo che va approssimativamente dalle 6:30 a poco prima delle 8:15 e dalle 17:40 alle 18:00 nel periodo invernale-primaverile concentrato prevalentemente nei mesi di febbraio, marzo e aprile;

- dalle 19:30 alle 20:15 nei mesi estivi da maggio a inizio agosto;
- dalle 7:00 a poco prima delle 9:00 e approssimativamente dalle 18:15 alle 18:45 nei mesi che vanno da agosto a novembre.





- Per il REC-26:
 - per un periodo che va approssimativamente dalle 7:00 a poco prima delle 9:00 e dalle 17:15 alle 19:30 nel periodo autunno-invernale-primaverile concentrato prevalentemente nei mesi che vanno da settembre ad aprile;



Per comprendere meglio l'effettivo "disturbo" bisogna precisare le condizioni al contorno che portano alle conclusioni reali:

1. Il fenomeno è studiato in WORST CASE, quindi nelle condizioni peggiori, considerando il cielo sempre limpido cosa del tutto non vera specialmente per i ricettori che subiscono maggiore ombreggiamento nel periodo invernale, come appunto il caso dei ricettori in esame, le condizioni di REAL CASE abbatterebbero le ore reali con un'aliquota di circa l' 85% delle ore rilevate. (vedi Cap.10);
2. I ricettori, tutti, anche se edifici con classe catastale A3 o A4 (quindi edilizia economico-popolare), sono per lo più adibiti a immobili a sostegno delle attività agricole che vengono svolte nei relativi fondi agricoli e sono utilizzati prevalentemente come ricovero notturno, nelle prime ore mattutine e al tramonto. Tale utilizzo già di per sé esclude quasi la totalità o comunque minimizza il problema dell'ombra;
3. La condizione di WORST CASE, contempla un particolare orientamento delle pale dell'aerogeneratore, sempre fisso e nella stessa direzione, nonché una certa disposizione delle finestre oltre a prevedere una condizione di cielo sempre limpido, tali condizioni sono completamente diverse e comunque mai tutte presenti contemporaneamente nella condizione di REAL CASE (vedi Cap.10).

	<p>PARCO EOLICO DI "VILLASOR"</p> <p>RELAZIONE SULL'ANALISI DELL'EVOLUZIONE DELL'OMBRA INDOTTA DAGLI AEROGENERATORI (EFFETTO "SHADOW FLICKERING")</p>	 <i>Ingegneria & Innovazione</i> <table border="1" data-bbox="1131 250 1477 295"> <tr> <td data-bbox="1131 250 1252 295">24/09/2021</td> <td data-bbox="1257 250 1362 295">REV: 1</td> <td data-bbox="1367 250 1477 295">Pag.94</td> </tr> </table>	24/09/2021	REV: 1	Pag.94
24/09/2021	REV: 1	Pag.94			

Va comunque sottolineato che:

- ✓ la velocità di rotazione della tipologia di turbina selezionata va da un minimo di 4,3 a un massimo di 12,1 rotazioni al minuto, quindi nettamente inferiore a 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 indicata nel cap. 3.

Per quanto riguarda l'eventuale permanenza di ghiaccio sulla carreggiata stradale nei mesi invernali causata dal possibile permanere dell'ombreggiamento sulla stessa dovuto alle turbine eoliche, la zona di Villasor si trova in condizioni di altitudine (circa 50/60 m slm), topografiche (prevalentemente pianeggianti) e climatiche, con temperature durante l'arco dell'anno estremamente miti, tali da presentare la formazione di ghiaccio solo in condizioni estremamente rare, quindi il fenomeno viene ritenuto irrilevante.