

PROPONENTE:

REPOWER
L'energia che ti serve.

PROGETTAZIONE:



Hydro Engineering s.s.
di Damiano e Mariano Galbo
via Rossotti, 39
91011 Alcamo (TP) Italy



N°COMMESSA:
1454

PARCO EOLICO "CRAVAREZZA"
REGIONE LIGURIA- PROVINCIA DI SAVONA
COMUNI DI CALICE LIGURE (PARCO EOLICO), MALLARE (PARCO EOLICO CAVIDOTTI E SSEE)
ORCO FEGLINO E ALTARE (CAVIDOTTI)

PROGETTO DEFINITIVO

ELABORATO: Studio dell'Evoluzione dell'Ombra

CODICE ELABORATO

1454_R14

NOME FILE:

1454_R14 Studio dell'evoluzione dell'ombra.doc

1	01/2024	2° Emissione		VF	MG
0	11/2021	1° Emissione	EG	VF	MG
REV.	DATA	DESCRIZIONE REVISIONE	REDATTO	VERIFICA	APPROVATO

INDICE

1	PREMESSA	3
2	DESCRIZIONE DELL'AEROGENERATORE	4
3	SHADOW FLICKERING	6
4	ANALISI DELL'EVOLUZIONE DELL'OMBRA PER L'IMPIANTO IN PROGETTO	8
5	VALUTAZIONI DEL FENOMENO	13
5.1	VALUTAZIONI TEORICHE SULLO SHADOW FLICKERING	14
6	ALLEGATO 1 – INDIVIDUAZIONE PLANIMETRICA DEGLI IMMOBILI CENSITI NELL'INTORNO INDAGATO DAGLI AEROGENERATORI	16
7	ALLEGATO 2 – MAIN RESULTS DELLA SIMULAZIONE	18
8	ALLEGATO 3 – CALENDARIO DEL PERIODO DI OMBREGGIAMENTO	21
9	ALLEGATO 4 – CALENDARIO GRAFICO DEL PERIODO DI OMBREGGIAMENTO	23
10	ALLEGATO 5 – CALENDARIO OMBREGGIAMENTO PER WTG	25
11	ALLEGATO 6 – MAPPE DI OMBREGGIAMENTO	33
12	ALLEGATO – DATI STATISTICI DELLA DISTRIBUZIONE DEL VENTO	38

1 PREMESSA

La società Hydro Engineering s.s. è stata incaricata dalla società Repower Renewable s.p.a. con sede legale in Venezia (VE) via Lavaredo 44/52 cap 30174, di redigere il progetto definitivo dell'impianto eolico denominato "Cravarezza" composto da sette aerogeneratori, ciascuno di potenza nominale pari a 4,30 MW, per una potenza complessiva di 30,1 MW, ubicato nel Comune di Calice Ligure in Provincia di Savona.

Il modello tipo di aerogeneratore scelto avrà, come detto, potenza nominale di 4,3 MW con altezza mozzo pari a 112 m, diametro rotore pari a 136 m e altezza massima al top della pala pari a 180 m. Questa tipologia di aerogeneratore è allo stato attuale quella ritenuta più idonea per il sito di progetto dell'impianto.

L'area interessata dal posizionamento degli aerogeneratori ricade nelle contrade *Piano dei Corsi* (F01-F02-F03-F04), *Bric del Borro* (F05), *Bric del Pino* (F06) e *Colla del Pino* (F07) nel Comune di Calice Ligure (SV).

Il presente elaborato riguarda l'analisi del fenomeno denominato "shadow flickering" (letteralmente ombreggiamento intermittente) ovvero 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. 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.

L'aggiornamento del presente documento è conseguente alla richiesta di integrazione del MASE (Ministero dell'Ambiente e della Sicurezza Energetica) - prot. U.0011073.03-10 che in materia di shadow flickering, al capitolo 16 della nota, chiede: "*Relativamente al fenomeno dello shadow flickering, si richiede di integrare la relativa relazione con una tabella riportante, per ogni recettore, il numero di ore di ombreggiamento nel caso reale e nel worst case*".

2 DESCRIZIONE DELL'AEROGENERATORE

L'aerogeneratore è una macchina che sfrutta l'energia cinetica posseduta del vento, per la produzione di energia elettrica, descritta nell'elaborato grafico di progetto 1454_G20 "Tipico aerogeneratore".

Sul mercato esistono diverse tipologie di aerogeneratori, ad asse orizzontale e verticale, con rotore mono, bi o tripala, posto sopra o sottovento. Il tipo di aerogeneratore previsto per l'impianto in oggetto è un aerogeneratore ad asse orizzontale con rotore tripala e una potenza massima di 4300 KW, le cui caratteristiche principali sono di seguito riportate:

- rotore tripala a passo variabile, di diametro di 136 m, posto sopravvento al sostegno, in resina epossidica rinforzata con fibra di vetro, con mozzo rigido in acciaio;
- navicella in carpenteria metallica con carenatura in vetroresina e lamiera, in cui sono collocati il generatore elettrico e le apparecchiature idrauliche ed elettriche di comando e controllo;
- sostegno tubolare troncoconico in acciaio, avente altezza fino all'asse del rotore pari a 112 m.

L'altezza complessiva dell'aerogeneratore è pari a 180 m.

I tronchi di torre sono realizzati da lastre in acciaio laminate, saldate per formare una struttura tubolare troncoconica.

Si tratta di aerogeneratori di ultima generazione, già impiegati estesamente in altri parchi italiani/UE, che consentono il miglior sfruttamento della risorsa vento e che presentano garanzie specifiche dal punto di vista della sicurezza.

La turbina viene di solito equipaggiata, in accordo alle disposizioni dell'ENAC (Ente Nazionale per l'Aviazione Civile), con un sistema di segnalazione diurna e notturna per la segnalazione aerea secondo normativa di settore. La segnalazione notturna di solito consiste nell'utilizzo di una luce rossa da installare sull'estradosso della navicella dell'aerogeneratore.

La segnalazione diurna consiste di solito nella verniciatura della parte estrema della pala con tre bande di colore rosso ciascuna di 6 m per un totale di 18 m.

La navicella è dotata di un sistema antincendio, che consiste di rilevatori di fumo e CO, i quali rivelano gli incendi e attivano un sistema di spegnimento ad acqua atomizzata ad alta pressione nel caso di incendi dei componenti meccanici e a gas inerte (azoto) nel caso di incendi dei componenti elettrici (cabine elettriche e trasformatore). In aggiunta a ciò, il rivestimento della navicella contiene materiali autoestinguenti.

L'aerogeneratore è dotato di un completo sistema antifulmine, in grado di proteggere da danni diretti ed indiretti sia alla struttura (interna ed esterna) che alle persone. Il fulmine viene

“catturato” per mezzo di un sistema di conduttori integrati nelle pale del rotore, disposti ogni 5 metri per tutta la lunghezza della pala. Da questi, la corrente del fulmine è incanalata attraverso un sistema di conduttori a bassa impedenza fino al sistema di messa a terra. La corrente di un eventuale fulmine è scaricata dal rotore e dalla navicella alla torre tramite collettori ad anelli e scaricatori di sovratensioni. La corrente del fulmine è infine scaricata a terra tramite un dispersore di terra. I dispositivi antifulmine previsti sono conformi agli standard della più elevata classe di protezione (Classe I), secondo lo standard internazionale IEC 61024-1.

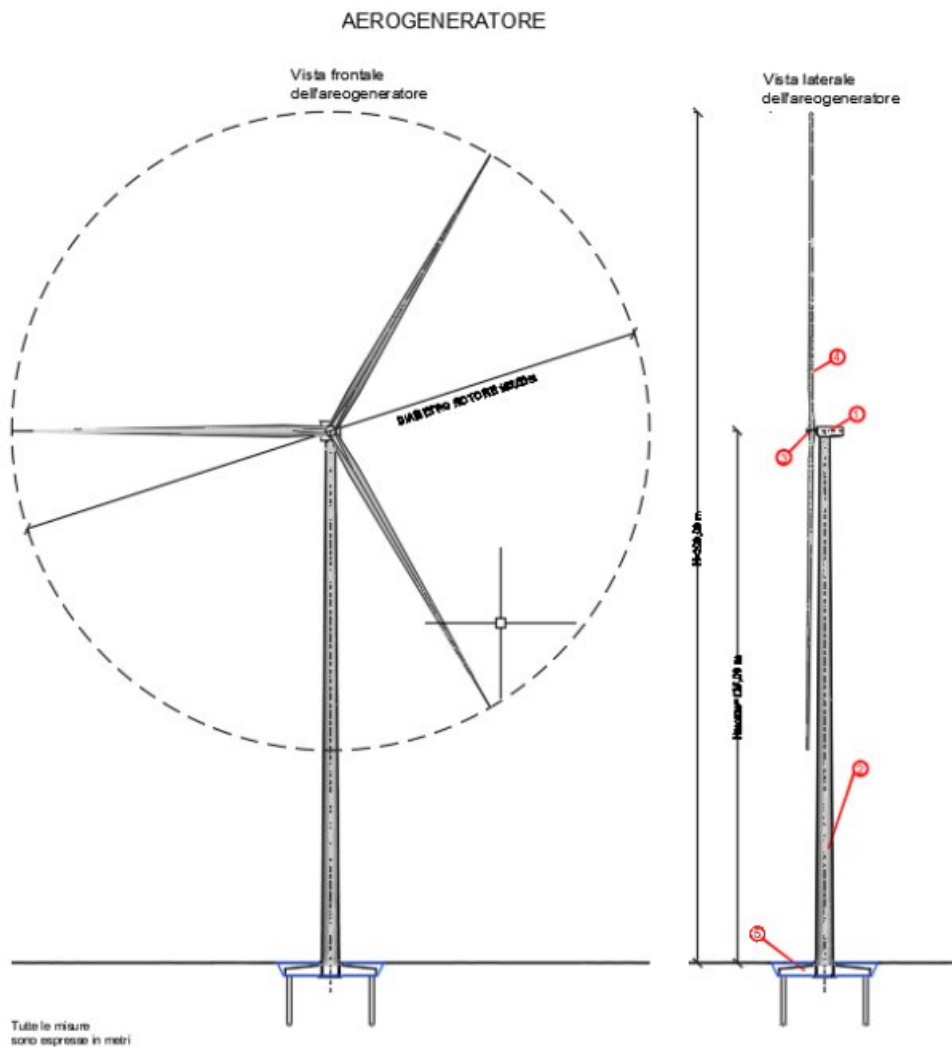


Figura 1 Schema tipo aerogeneratore

3 SHADOW FLICKERING

Lo shadow flickering consiste in una variazione periodica dell'intensità luminosa osservata causata dalla proiezione, su una superficie, dell'ombra indotta da oggetti in movimento. Per un impianto eolico tale fenomeno è generato dalla proiezione, al suolo o su un recettore, dell'ombra prodotta dalle pale degli aerogeneratori in rotazione. Dal punto di vista dell'oggetto/soggetto recettore, lo shadow flickering si manifesta in una variazione ciclica dell'intensità luminosa: in presenza di luce solare diretta, un recettore localizzato nella zona d'ombra indotta dal rotore, sarà investito da un continuo alternarsi di luce diretta ed ombra, causato dalla proiezione delle ombre dalle pale in movimento. Tale fenomeno se vissuto dal recettore per periodi di tempo non trascurabili può generare un disturbo, quando:

- si sia in presenza di un livello sufficiente di intensità luminosa, ossia in condizioni di cielo sereno sgombro da nubi ed in assenza di nebbia e con sole alto rispetto all'orizzonte;
- la linea recettore-aerogeneratore non incontri ostacoli: in presenza di vegetazione o edifici interposti l'ombra generata da questi ultimi annullerebbe il fenomeno.

Pertanto, ad esempio, qualora il recettore sia una abitazione, perché il fenomeno di "*shadow flickering*" diventi consistente, le finestre dovrebbero essere orientate perpendicolarmente alla linea recettore-aerogeneratore e non affacciarsi su ostacoli;

- la turbina sia orientata in modo che il rotore risulti perpendicolare alla linea sole-recettore: come mostrato nelle figure seguenti, quando il piano del rotore è perpendicolare alla linea sole-recettore, l'ombra proiettata dalle pale risulta muoversi all'interno di un "cerchio" che riferisce alla circonferenza del rotore inducendo uno shadow flickering non trascurabile (per situazioni in cui, dal punto di vista del recettore, il piano del rotore risulti essere in linea con il sole ed il recettore, l'ombra proiettata è sottile, di bassa intensità ed è caratterizzata da un rapido movimento, risultando pertanto lo shadow flickering di entità trascurabile);
- la posizione del sole sia tale da indurre una luminosità sufficiente. Ciò si traduce, in riferimento alla latitudine di progetto, in un'altezza del sole pari ad almeno 15-20°;
- le pale sono in movimento;
- turbina e recettore siano vicini: le ombre proiettate in prossimità dell'aerogeneratore risultano di maggiore intensità e nitidezza rispetto a quelle proiettate lontano. Quando una turbina è posizionata sufficientemente vicino al recettore, così che una porzione ampia di pala copra il sole, l'intensità del flicker risulta maggiore. All'aumentare della distanza tra turbina e recettore, le pale coprono una porzione sempre più piccola del sole, inducendo un flicker di minore entità. Inoltre, il fenomeno risulta di bassa entità quando l'ombra

proiettata sul recettore è indotta dall'estremità delle pale; raggiunge il massimo dell'intensità in corrispondenza dell'attacco di pala all'hub.

Rilevamenti sul campo hanno evidenziato che per distanze tra aerogeneratore di altezza paragonabile a quella delle macchine di progetto) e recettori superiori a 350 m il fenomeno è da rilevarsi solamente all'alba e al tramonto, momenti in cui la radiazione diretta è di minore intensità. Pertanto, in riferimento a quanto sin qui esposto, si può concludere che durata ed entità dello shadow flickering sono condizionate:

- dalla distanza tra aerogeneratore e recettore;
- dalla direzione ed intensità del vento;
- dall'orientamento del recettore;
- dalla presenza o meno di ostacoli lungo la linea di vista del recettore/aerogeneratore/sole;
- dalle condizioni metereologiche;
- dall'altezza del sole.

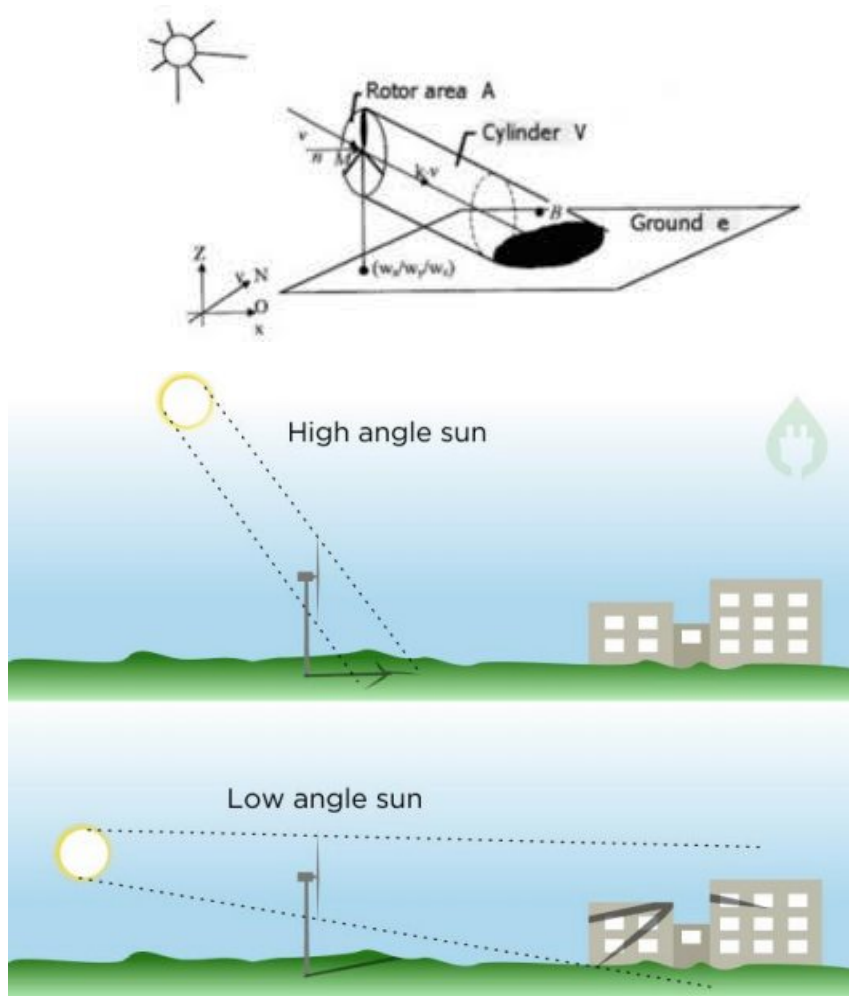


Figura 2 – immagini esplicative del fenomeno oggetto della presente relazione specialistica

4 ANALISI DELL'EVOLUZIONE DELL'OMBRA PER L'IMPIANTO IN PROGETTO

Le simulazioni condotte in queste sede, sono state effettuate, al fine di rispondere oculatamente alle richieste Ministeriali, mediante software dedicato – WINDPRO – Modulo Shadow. Mediante tale applicativo è possibile effettuare delle valutazioni di ombreggiamento sia su recettori puntuali individuati mediante censimento catastale sia su aree generiche nel caso di agglomerati abitati.

La simulazione è effettuata tenendo conto della completa rotazione annua del sole.

Nel caso specifico, al fine di verificare la sussistenza del fenomeno dello shadow flickering indotto dalle opere in progetto, sono state effettuate simulazioni in considerazione:

- della altezza della macchina (h_{mozzo} più altezza pala pari a 180,0 m);
- orientamento del rotore rispetto al ricettore in funzione di dati statistici di vento;
- proiezione dell'ombra rispetto ai recettori;
- posizione dei possibili recettori.

Il software, grazie all'implementazione del modello tridimensionale del terreno, permette di tenere in considerazione anche le potenziali visibilità dei recettori dai singoli aerogeneratori: la schermatura dovuta ad effetti topografici risulta spesso fortemente significativa.

La simulazione annua, che tiene conto di una inoperatività degli aerogeneratori di progetto di circa il 10% delle ore annue (Valutazione a vantaggio di sicurezza), comprende pertanto le simulazioni peggiorative di:

- **stagione estiva**, all'interno della quale ricadono le 24 ore del solstizio d'estate 21-06 (massimo valore di declinazione positiva del sole);
- **stagione invernale**, all'interno della quale ricadono le 24 ore del solstizio d'inverno 21-12 (massimo valore di declinazione negativa del sole) e le 24 ore del perielio d'inverno 04-01, giorno durante il quale sole e terra si trovano alla minima distanza e le ombre più lunghe;

Le valutazioni sul fenomeno di shadow flickering, nelle condizioni sopra riportate, andranno valutate alla luce di quanto segue:

- il fenomeno di flickering risulta tanto più rilevante quanto maggiore è l'intensità della luce del sole (21 giugno);
- dal punto di vista dell'individuazione dei possibili osservatori, la condizione più sfavorevole si ha nel periodo dell'anno, in determinate ore del giorno, in cui le ombre indotte dagli aerogeneratori risultano più lunghe.

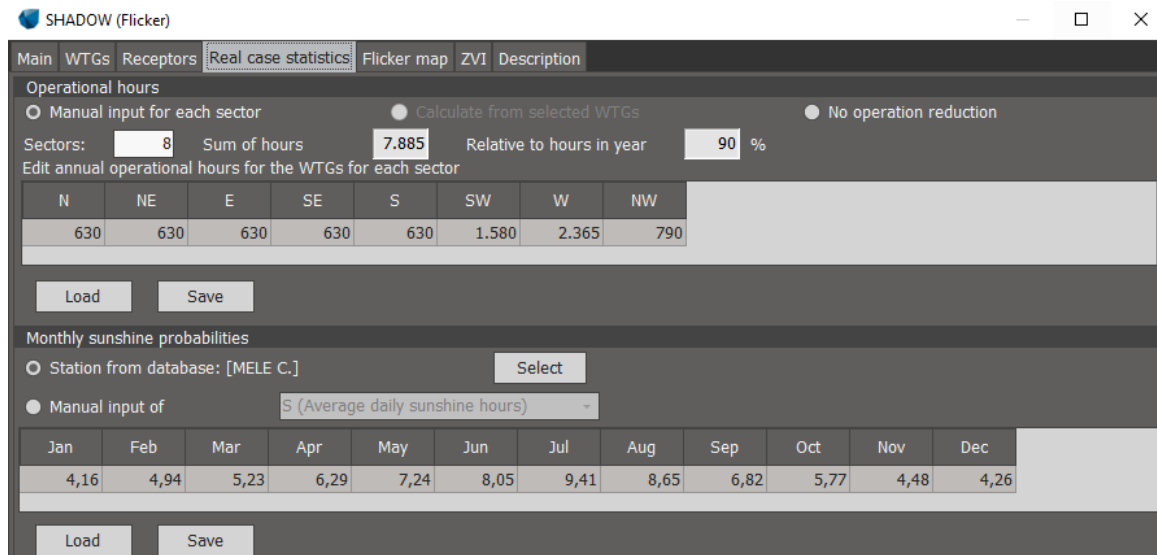
In particolare:

- il 4 gennaio il sole ha un'altezza maggiore di 20° sull'orizzonte nell'intervallo compreso tra le 9:30 e le 15:00;
- il 21 giugno il sole ha un'altezza maggiore di 20° sull'orizzonte nell'intervallo compreso tra le 6:45 e le 17:45.

La simulazione effettuata tiene conto di alcuni dati di input:

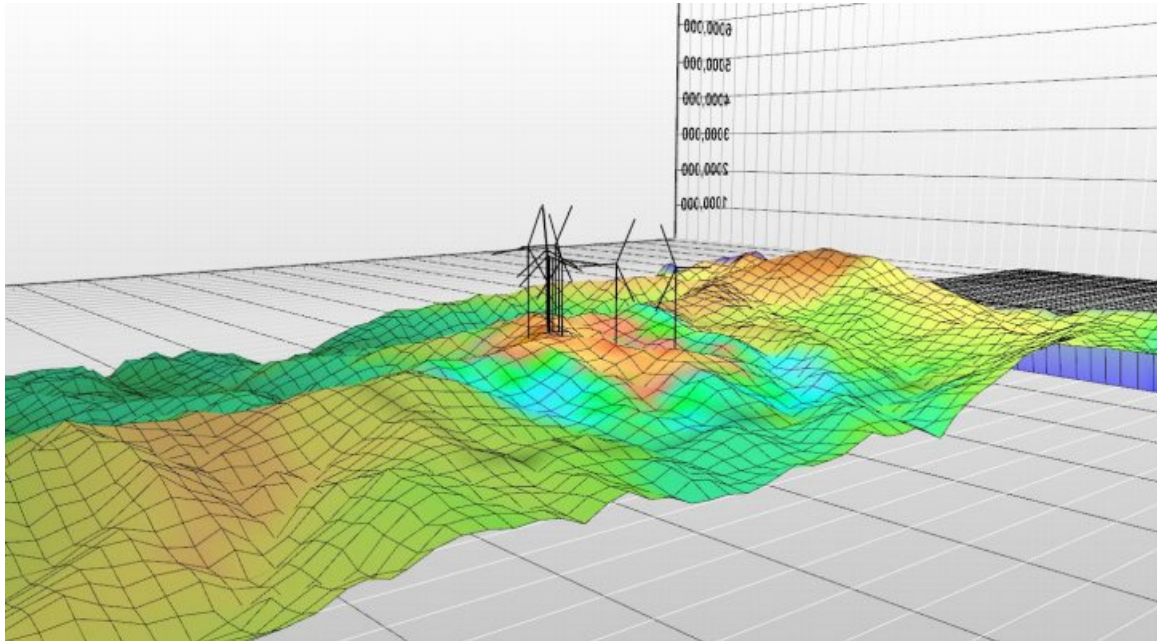
- condizioni metereologiche (statistiche annue) provenienti dalla stazione metereologica di Mele (Imperia);
- fenomeno valutabile a partire da una altezza del sole sull'orizzonte pari a 5° (simulazione a vantaggio di sicurezza);
- inoperatività delle turbine pari a circa il 10% delle ore annue (assunzione a vantaggio di sicurezza);
- distribuzione statistica della ventosità in base a cui è resa proporzionale la prevalenza del fenomeno di shading.

Le simulazioni sono state condotte al fine di ottenere una simulazione sia nel caso realistico tenendo conto della reale distribuzione del vento, della posizione dei recettori sia nella condizione di "Worst case" in cui sono ipotizzate tutte le condizioni svantaggiose simultaneamente sussistenti.



A seguire un'estrapolazione dell'interfaccia della modellazione delle turbine su DTM implementata su software WINPRO in cui al fine di valutare eventuali ostacoli "topografici" al fenomeno in analisi.

Modello 3D di Simulazione:



Dati di input – Assunzioni per shadow calculation da software:

Project:
Cravarezza - Simulazione Shadow

Licensed user:
Hydro Engineering s.s.
 via Rossotti, 39
 IT-91011 Alcamo

 Ettore / egalbo@hydroeng.it
 Calculated:
 03/01/2024 15:43/4.0.424

SHADOW - Main Result

Assumptions for shadow calculations

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

Minimum sun height over horizon for influence 5 °
 Day step for calculation 1 days
 Time step for calculation 1 minutes

Sunshine probability S (Average daily sunshine hours) [MELE C.]

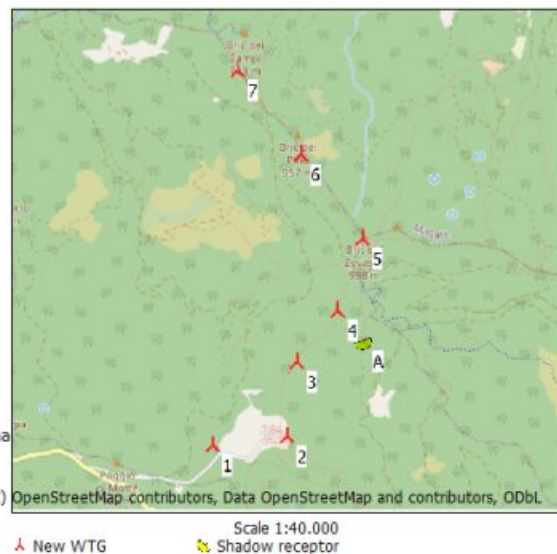
Jan	Feb	Mar	Apr	May	Jun	Jul	Aug	Sep	Oct	Nov	Dec
4,16	4,94	5,23	6,29	7,24	8,05	9,41	8,65	6,82	5,77	4,48	4,26

Operational time

N	NE	E	SE	S	SW	W	NW	Sum
630	630	630	630	630	1.580	2.365	790	7.885

A ZVI (Zones of Visual Influence) calculation is performed before flicker calculation so non visible WTG do not contribute to calculated flicker values. A WTG will be visible if it is visible from any part of the receiver window. The ZVI calculation is based on the following assumptions:
 Height contours used: Elevation Grid Data Object: Cravarezza - Simulazione Shadow
 Receptor grid resolution: 1,0 m
 Topographic shadow included in calculation

All coordinates are in
 Geo [deg]-WGS84



Al fine di verificare la sussistenza del fenomeno dello shadow flickering indotto dalle opere in progetto sono state effettuate simulazioni in considerazione:

- della altezza della macchina (h_{mozzo} più altezza pala pari a 180,0 m);
- orientamento del rotore rispetto al ricettore;
- proiezione dell'ombra rispetto ai recettori;
- posizione dei possibili recettori.

Le simulazioni sono state effettuate mediante un tool applicativo di autodesk, denominato Ombra Solare (OS), tramite il quale è possibile valutare la proiezione delle ombre prodotte dai raggi solari, rispetto ad un dato oggetto di altezza h , in virtù della sua posizione geografica (latitudine e longitudine) ed in funzione dei vari periodi annui. A tal proposito si è deciso di effettuare le simulazioni in funzione delle 4 stagioni annue:

- stagione estiva all'interno della quale ricadono le 24 ore del solstizio d'estate 21-06 (massimo valore di declinazione positiva del sole);
- stagione invernale all'interno della quale ricadono le 24 ore del solstizio d'inverno 21-12 (massimo valore di declinazione negativa del sole) e le 24 ore del perielio d'inverno 04-01, giorno durante il quale sole e terra si trovano alla minima distanza e le ombre più lunghe;
- stagione autunnale;
- stagione estiva.

Le valutazioni sul fenomeno di shadow flickering, nelle condizioni sopra riportate, andranno valutate alla luce di quanto segue:

- il fenomeno di flickering risulta tanto più rilevante quanto maggiore è l'intensità della luce del sole (21 giugno);
- dal punto di vista dell'individuazione dei possibili osservatori, la condizione più sfavorevole si ha nel periodo dell'anno, in determinate ore del giorno, in cui le ombre indotte dagli aerogeneratori risultano più lunghe.

In particolare:

- il 4 gennaio il sole ha un'altezza maggiore di 20° sull'orizzonte nell'intervallo compreso tra le 9:30 e le 15:00;
- il 21 giugno il sole ha un'altezza maggiore di 20° sull'orizzonte nell'intervallo compreso tra le 6:45 e le 17:45.

Si precisa come la proiezione sia stata effettuata, non considerando la pala orientata nella massima direzione del vento, ovvero nella posizione in cui dovrebbe trovarsi nella maggior parte del suo funzionamento ma come se fosse orientata contemporaneamente a 360° . È bene evidenziare inoltre che, sempre a vantaggio di

sicurezza, le simulazioni effettuate sono state eseguite in condizioni non reali, ipotizzando cioè contemporaneamente le condizioni più sfavorevoli per qualunque recettore soggetto a shadow flickering:

- assenza di manto nuvoloso;
- rotore in movimento alla massima frequenza ed in moto continuo;
- assenza di ostacoli;
- luce diretta.

Avendo calcolato geometricamente l'evoluzione delle ombre durante la giornata, per i periodi indicati, è possibile identificare l'area in cui avviene il fenomeno dello shadow flickering per ciascun aerogeneratore. Tali proiezioni sono state sovrapposte sull'ortofoto in scala 1:5.000 negli allegati alla presente relazione.

5 VALUTAZIONI DEL FENOMENO

Lo studio condotto in questa sede, ha permesso di valutare l'effetto dell'ombreggiamento indotto dagli aerogeneratori di progetto, su potenziali recettori in un intorno di 600 m dagli stessi. I recettori selezionati sono solamente quelli classificati come categoria catastale di tipo A – ovvero tutti gli immobili individuati come civili abitazioni o quelli in cui è prevista presenza assidua di persone potenzialmente soggette al fenomeno. Gli altri immobili, che non sono soggetti a presenza assidua di persone, non sono ritenuti recettori.

Per quanto concerne le viabilità Provinciali/Statali più prossime agli aerogeneratori di progetto, si verifica una potenziale interferenza durante la stagione estiva e la stagione primaverile solamente per un tratto minimo di circa 200 m.

Si tratta di una viabilità provinciale SP23 immersa nel verde della vegetazione per cui il fenomeno in alcun modo risulterà percettibile; inoltre, la sovrapposizione avverrà per un tratto effettivamente molto breve in cui non si avrà neanche la percezione del movimento rotazionale delle pale.

In tutte le simulazioni condotte non sono emerse sovrapposizioni tra le ombre indotte dagli aerogeneratori e potenziali ricettori individuati catastalmente come civili abitazioni (Categorie catastali A, B, C/1, categoria D esclusa la D/1, o F) nell'intorno dei 600 metri dagli aerogeneratori per le macchine F01, F02, F04, F05, F06 e F07.

In questi casi le ombre proiettate avranno interferenza quasi esclusivamente con fabbricati diruti e pertanto, **proprio per la loro natura catastale, il fenomeno non è stato tenuto in considerazione.**

Le simulazioni condotte sull'aerogeneratore F03 hanno condotto invece alle seguenti conclusioni: riportate in allegato di cui si riporta a seguire un breve estratto:

WTGs				WTG type					Shadow data		
Longitude	Latitude	Z	Row data/Description	Valid	Manufact.	Type-generator	Power, rated [kW]	Rotor diameter [m]	Hub height [m]	Calculation distance [m]	RPM
1	8,273519° E	44,247812° N	1.002,6 FL01	Yes	VESTAS	V136-4.2-4.200	4.200	136,0	112,0	1.802	10,4
2	8,279426° E	44,248264° N	1.002,6 FL02	Yes	VESTAS	V136-4.2-4.200	4.200	136,0	112,0	1.802	10,4
3	8,280213° E	44,252491° N	1.013,6 FL03	Yes	VESTAS	V136-4.2-4.200	4.200	136,0	112,0	1.802	10,4
4	8,283434° E	44,255483° N	965,6 FL04	Yes	VESTAS	V136-4.2-4.200	4.200	136,0	112,0	1.802	10,4
5	8,285439° E	44,259583° N	992,9 FL05	Yes	VESTAS	V136-4.2-4.200	4.200	136,0	112,0	1.802	10,4
6	8,280494° E	44,264404° N	956,6 FL06	Yes	VESTAS	V136-4.2-4.200	4.200	136,0	112,0	1.802	10,4
7	8,275412° E	44,269162° N	909,7 FL07	Yes	VESTAS	V136-4.2-4.200	4.200	136,0	112,0	1.802	10,4

Shadow receptor-Input

No.	Name	Longitude	Latitude	Z	Width	Height	Elevation a.g.l.	Degrees from south CW [°]	Slope of window	Direction mode	Eye height (ZVI) a.g.l.
	A Calice Ligure - Foglio 7 Particella 7 (D/2)	8,285434° E	44,253731° N	887,3	[m]	[m]	[m]	[°]	[°]	Fixed direction	[m]
					1,0	1,5	1,0	160,0	90,0		2,5

Calculation Results

Shadow receptor

No.	Name	Shadow, worst case		Max shadow hours per day [h/day]	Shadow, expected values
		Shadow hours per year [h/year]	Shadow days per year [days/year]		Shadow hours per year [h/year]
	A Calice Ligure - Foglio 7 Particella 7 (D/2)	41:01	77	0:50	13:50

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

No.	Name	Worst case [h/year]	Expected [h/year]
1	FL01	0:00	0:00
2	FL02	0:00	0:00
3	FL03	41:01	13:50
4	FL04	0:00	0:00
5	FL05	0:00	0:00
6	FL06	0:00	0:00
7	FL07	0:00	0:00

In virtù della conoscenza topografica delle aree, dell'analisi dei recettori sensibili potenzialmente presenti nelle aree di impianto in funzione della posizione degli aerogeneratori e per le valutazioni teoriche esplicitate nelle conclusioni delle simulazioni condotte, il fenomeno di ombreggiamento si può ritenere trascurabile nel caso dell'impianto eolico Cravarezza in oggetto.

5.1 VALUTAZIONI TEORICHE SULLO SHADOW FLICKERING

Lo "shadow flickering" è ritenuto "pericoloso" in quanto dimostrato che l'effetto visivo, dovuto alla intermittenza dell'ombra creata dal moto delle pale in rotazione sia causa di possibili danni alla salute umana. Si ritiene più precisamente che il fenomeno sia strettamente connesso con i problemi di epilessia. Tuttavia, le frequenze che possono provocare un senso di fastidio sono comprese tra i 2.5 Hz e 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 sulla quale siano manifesti problemi di alimentazione elettrica.

Questo tipo di aerogeneratore da 4,3 MW (con D 136 m) ha in genere un numero di giri per minuti legato alla velocità di cut-off (25 m/s) mai superiore ai 14,0 rpm. Una semplice conversione in termini di unità di misura dimostra che 60 rpm sono pari all'incirca ad 1 Hz. Considerando le macchine da 3 pale e moltiplicando pertanto la frequenza di tale rotazione, si arriva a dimostrare come l'effetto di disturbo massimo generabile per effetto del fenomeno di shadow flickering dovuto al moto delle pale è pari ad 1/2 Hz.

Si è, pertanto, ben al di sotto delle soglie che sono definibili pericolose in termini medici.

Si dovrebbe inoltre considerare un ulteriore fattore legato proprio alla durata dei periodi nei quali le condizioni atmosferiche siano tali da permettere che il fenomeno arrivi ad avere tale

STUDIO DELL'EVOLUZIONE DELL'OMBRA

REALIZZAZIONE IMPIANTO EOLICO "CRAVAREZZA"
COMUNI CALICE LIGURE MALLARE ORCO FEGLINO E ALTARE (SV)
PROGETTO DEFINITIVO

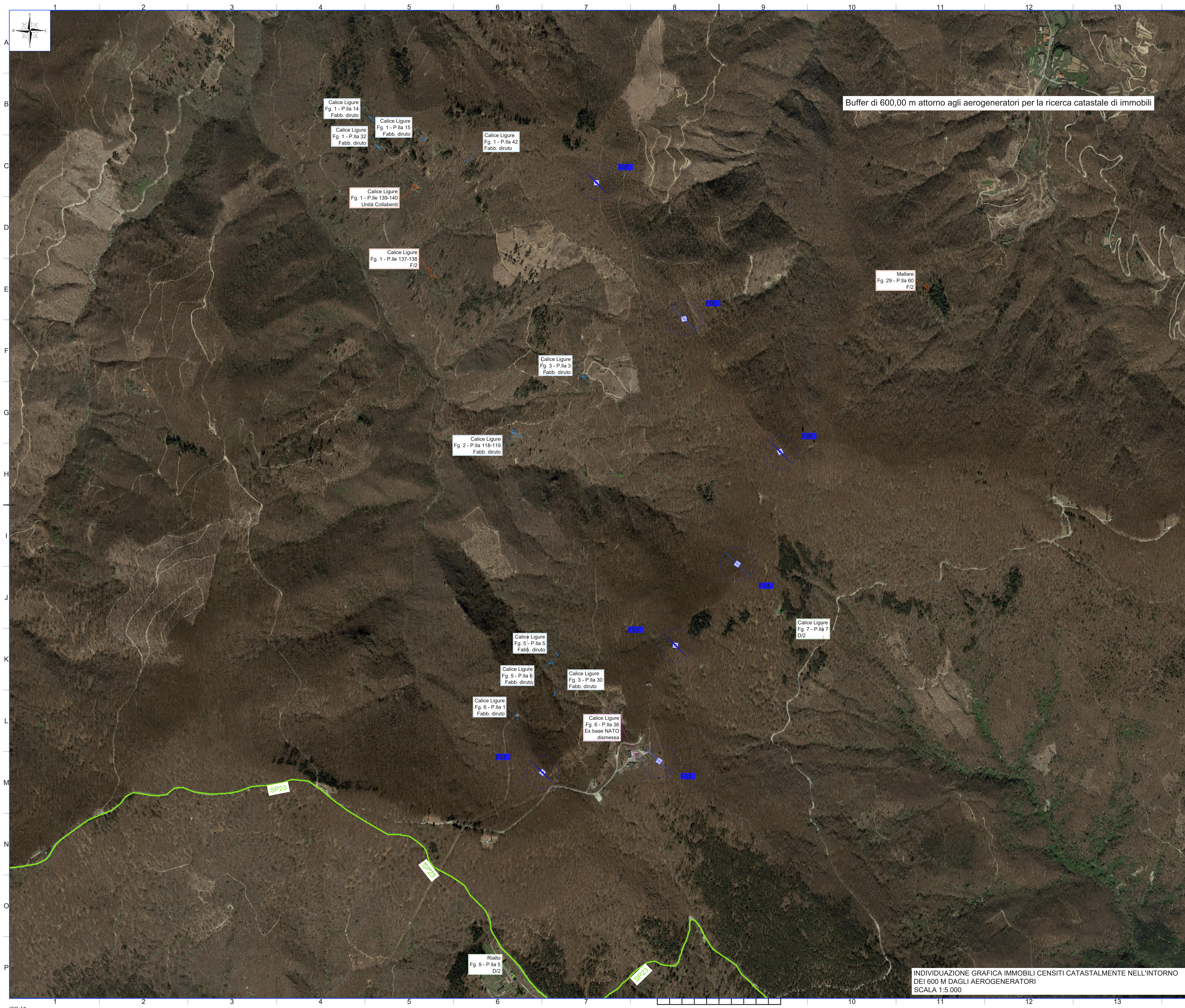
REPOWER
L'energia che ti serve.

intensità massima; di solito ciò si verifica quando il cielo è terso e luminoso e non quando è nuvoloso o anche solo parzialmente nuvoloso.

Quanto sopra detto, porta a definire ininfluyente il fenomeno dello shadow flickering ad opera dell'impianto eolico di Cravarezza.

A seguire le mappe d'ombra individuate nelle condizioni sopra descritte.

6 ALLEGATO 1 – INDIVIDUAZIONE PLANIMETRICA DEGLI IMMOBILI CENSITI NELL'INTORNO INDAGATO DAGLI AEROGENERATORI



Buffer di 600,00 m attorno agli aerogeneratori per la ricerca catastale di immobili

INDIVIDUAZIONE GRAFICA IMMOBILI CENSITI CATASTALMENTE NELL'INTORNO DEI 600 M DAGLI AEROGENERATORI
SCALA 1:5.000

PROPONENTE
REPOWER
L'energia che ti serve.

PROGETTAZIONE
HE Hydro Engineering s.p.a.
via Cavour, 26
10024 Roccaforte Tevere
Progettista: Ing. Mariano Galbo

N° COMMISSE 1454
PARCO EOLICO "CRAVAREZZA"
REGIONE LIGURIA- PROVINCIA DI SAVONA
COMUNI DI CALICE LIGURE (PARCO EOLICO), MALLARE (PARCO EOLICO, CAVIDOTTI E SSEU),
ORCO FELINO E ALTARE (CAVIDOTTI)
PROGETTO DEFINITIVO

ELABORATO STUDIO DELL'EVOLUZIONE DELL'OMBRA
SHADOW FLICKERING
ALLEGATO 1
INDIVIDUAZIONE CATASTALE IMMOBILI CENSITI CATASTALMNTNE
CODICE ELABORATO 1454_R14
NOME FILE 1454_R14.dwg

DATA	DESCRIZIONE	ES	UT	MD
11/05/2024	REVISIONE	ES	UT	MD
11/05/2024	REVISIONE	ES	UT	MD
11/05/2024	REVISIONE	ES	UT	MD

7 ALLEGATO 2 – MAIN RESULTS DELLA SIMULAZIONE

SHADOW - Main Result

Assumptions for shadow calculations

Maximum distance for influence

Calculate only when more than 20 % of sun is covered by the blade

Please look in WTG table

Minimum sun height over horizon for influence 5 °
Day step for calculation 1 days
Time step for calculation 1 minutes

Sunshine probability S (Average daily sunshine hours) [MELE C.]

Jan	Feb	Mar	Apr	May	Jun	Jul	Aug	Sep	Oct	Nov	Dec
4,16	4,94	5,23	6,29	7,24	8,05	9,41	8,65	6,82	5,77	4,48	4,26

Operational time

N	NE	E	SE	S	SW	W	NW	Sum
630	630	630	630	630	1.580	2.365	790	7.885

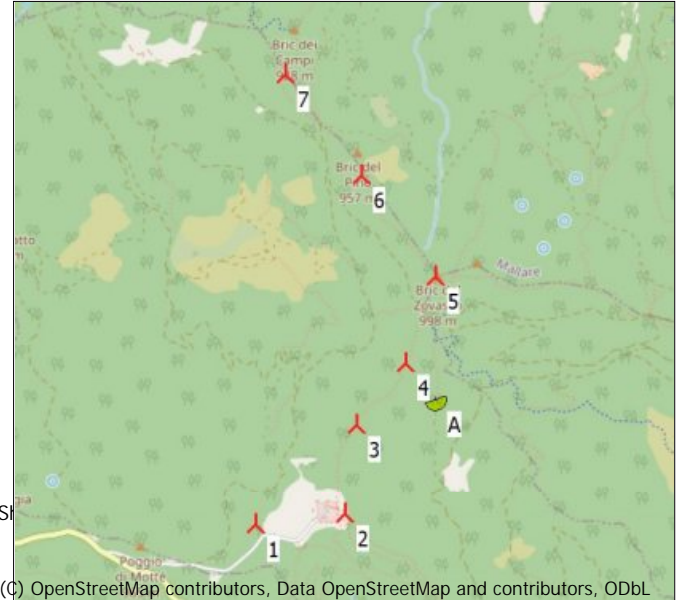
A ZVI (Zones of Visual Influence) calculation is performed before flicker calculation so non visible WTG do not contribute to calculated flicker values. A WTG will be visible if it is visible from any part of the receiver window. The ZVI calculation is based on the following assumptions:
Height contours used: Elevation Grid Data Object: Cravarezza - Simulazione Shadow
Receptor grid resolution: 1,0 m
Topographic shadow included in calculation

All coordinates are in

Geo [deg]-WGS84

WTGs

	Longitude	Latitude	Z	Row data/Description	WTG type			Power, rated [kW]	Rotor diameter [m]	Hub height [m]	Shadow data	
					Valid	Manufact.	Type-generator				Calculation distance [m]	RPM [RPM]
1	8,273519° E	44,247812° N	1.002,6	FL01	Yes	VESTAS	V136-4.2-4.200	4.200	136,0	112,0	1.802	10,4
2	8,279426° E	44,248264° N	1.002,6	FL02	Yes	VESTAS	V136-4.2-4.200	4.200	136,0	112,0	1.802	10,4
3	8,280213° E	44,252491° N	1.013,6	FL03	Yes	VESTAS	V136-4.2-4.200	4.200	136,0	112,0	1.802	10,4
4	8,283434° E	44,255483° N	965,6	FL04	Yes	VESTAS	V136-4.2-4.200	4.200	136,0	112,0	1.802	10,4
5	8,285439° E	44,259583° N	992,9	FL05	Yes	VESTAS	V136-4.2-4.200	4.200	136,0	112,0	1.802	10,4
6	8,280494° E	44,264404° N	956,6	FL06	Yes	VESTAS	V136-4.2-4.200	4.200	136,0	112,0	1.802	10,4
7	8,275412° E	44,269162° N	909,7	FL07	Yes	VESTAS	V136-4.2-4.200	4.200	136,0	112,0	1.802	10,4



Shadow receptor-Input

No.	Name	Longitude	Latitude	Z	Width	Height	Elevation a.g.l.	Degrees from south cw	Slope of window	Direction mode	Eye height (ZVI) a.g.l.
A	Calice Ligure - Foglio 7 Particella 7 (D/2)	8,285434° E	44,253731° N	887,3	1,0	1,5	1,0	160,0	90,0	Fixed direction	2,5

Calculation Results

Shadow receptor

No.	Name	Shadow, worst case			Shadow, expected values	
		Shadow hours per year [h/year]	Shadow days per year [days/year]	Max shadow hours per day [h/day]	Shadow hours per year [h/year]	
A	Calice Ligure - Foglio 7 Particella 7 (D/2)	41:01	77	0:50	13:50	

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

No.	Name	Worst case [h/year]	Expected [h/year]
1	FL01	0:00	0:00
2	FL02	0:00	0:00
3	FL03	41:01	13:50
4	FL04	0:00	0:00
5	FL05	0:00	0:00
6	FL06	0:00	0:00
7	FL07	0:00	0:00

Project:

Cravarezza - Simulazione Shadow

Licensed user:

Hydro Engineering s.s.
via Rossotti, 39
IT-91011 Alcamo

Ettore / egalbo@hydroeng.it
Calculated:

03/01/2024 15:43/4.0.424

SHADOW - Main Result

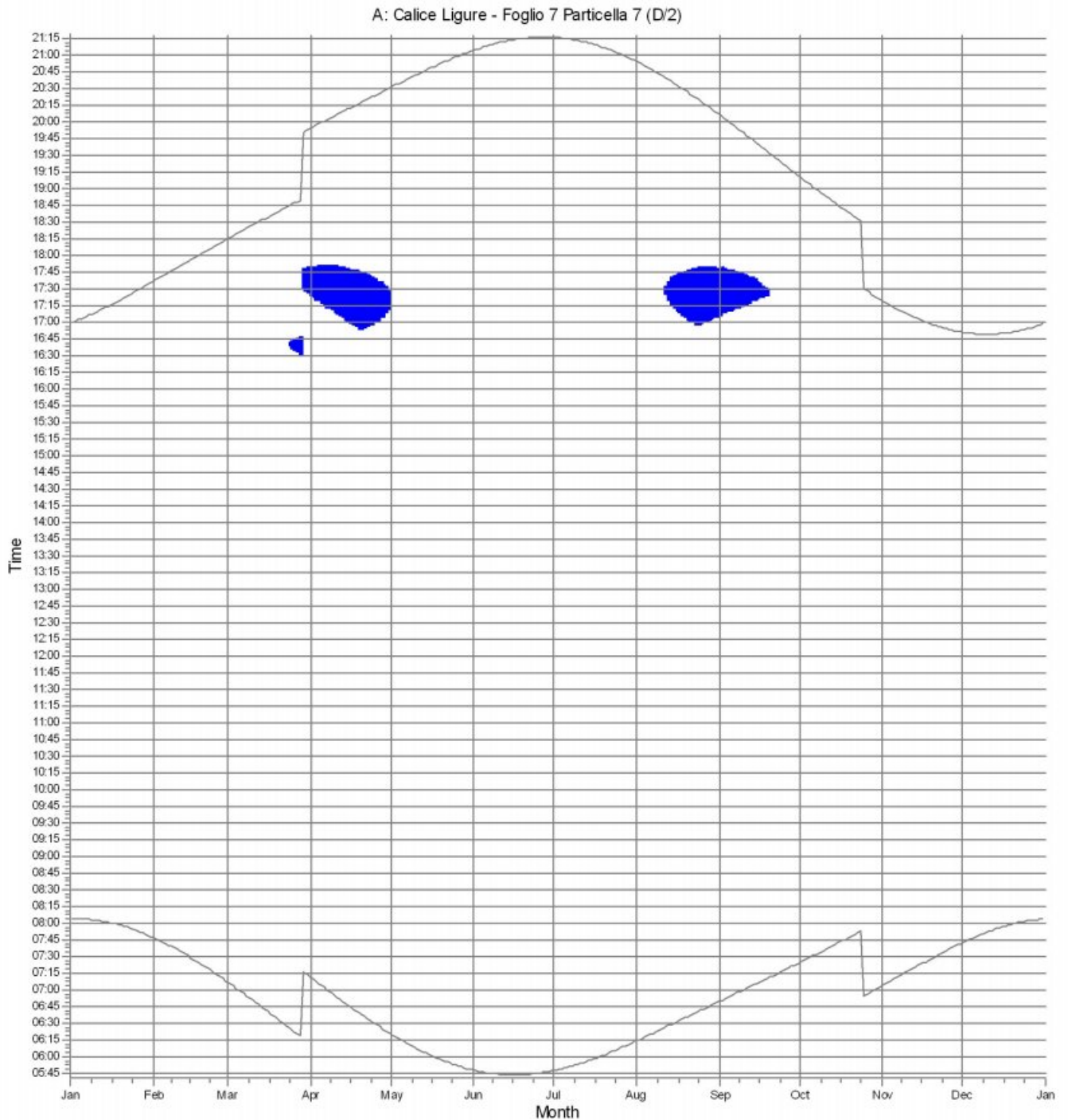
Total times in Receptor wise and WTG wise tables can differ, as a WTG can lead to flicker at 2 or more receptors simultaneously and/or receptors may receive flicker from 2 or more WTGs simultaneously.

8 ALLEGATO 3 - CALENDARIO DEL PERIODO DI OMBREGGIAMENTO

9 ALLEGATO 4 – CALENDARIO GRAFICO DEL PERIODO DI OMBREGGIAMENTO

SHADOW - Calendar, graphical

Shadow receptor: A - Calice Ligure - Foglio 7 Particella 7 (D/2)



WTGs

3: FL03

10 ALLEGATO 5 – CALENDARIO OMBREGGIAMENTO PER WTG

SHADOW - Calendar per WTG

WTG: 1 - FL01

Assumptions for shadow calculations

Sunshine probability S (Average daily sunshine hours) [MELE C.]

Jan Feb Mar Apr May Jun Jul Aug Sep Oct Nov Dec
4,16 4,94 5,23 6,29 7,24 8,05 9,41 8,65 6,82 5,77 4,48 4,26

Operational time

N NE E SE S SW W NW Sum
630 630 630 630 630 1.580 2.365 790 7.885

	January	February	March	April	May	June	July	August	September	October	November	December
1	08:03	07:47	07:06	07:10	06:20	05:47	05:47	06:14	06:49	07:24	07:03	07:42
	16:58	17:36	18:14	19:53	20:30	21:03	21:15	20:53	20:05	19:10	17:18	16:50
2	08:03	07:45	07:05	07:09	06:18	05:47	05:47	06:15	06:50	07:25	07:04	07:43
	16:59	17:37	18:16	19:55	20:31	21:04	21:15	20:52	20:04	19:08	17:17	16:50
3	08:03	07:44	07:03	07:07	06:17	05:46	05:48	06:16	06:51	07:26	07:06	07:44
	17:00	17:39	18:17	19:56	20:33	21:05	21:15	20:51	20:02	19:06	17:16	16:50
4	08:03	07:43	07:01	07:05	06:16	05:46	05:49	06:17	06:53	07:28	07:07	07:45
	17:01	17:40	18:18	19:57	20:34	21:06	21:14	20:49	20:00	19:05	17:14	16:49
5	08:03	07:42	06:59	07:03	06:14	05:45	05:49	06:18	06:54	07:29	07:08	07:46
	17:02	17:42	18:20	19:58	20:35	21:07	21:14	20:48	19:58	19:03	17:13	16:49
6	08:03	07:41	06:58	07:01	06:13	05:45	05:50	06:19	06:55	07:30	07:10	07:47
	17:03	17:43	18:21	20:00	20:36	21:07	21:14	20:47	19:56	19:01	17:12	16:49
7	08:03	07:39	06:56	07:00	06:12	05:44	05:51	06:20	06:56	07:31	07:11	07:48
	17:04	17:44	18:22	20:01	20:37	21:08	21:14	20:45	19:55	18:59	17:11	16:49
8	08:03	07:38	06:54	06:58	06:10	05:44	05:51	06:22	06:57	07:32	07:12	07:49
	17:05	17:46	18:24	20:02	20:38	21:09	21:13	20:44	19:53	18:57	17:09	16:49
9	08:03	07:37	06:52	06:56	06:09	05:44	05:52	06:23	06:58	07:34	07:14	07:50
	17:06	17:47	18:25	20:03	20:40	21:09	21:13	20:43	19:51	18:56	17:08	16:48
10	08:02	07:36	06:51	06:54	06:08	05:44	05:53	06:24	07:00	07:35	07:15	07:51
	17:08	17:49	18:26	20:05	20:41	21:10	21:12	20:41	19:49	18:54	17:07	16:48
11	08:02	07:34	06:49	06:53	06:06	05:43	05:53	06:25	07:01	07:36	07:17	07:52
	17:09	17:50	18:27	20:06	20:42	21:11	21:12	20:40	19:47	18:52	17:06	16:48
12	08:02	07:33	06:47	06:51	06:05	05:43	05:54	06:26	07:02	07:37	07:18	07:53
	17:10	17:51	18:29	20:07	20:43	21:11	21:11	20:38	19:45	18:50	17:05	16:48
13	08:01	07:31	06:45	06:49	06:04	05:43	05:55	06:27	07:03	07:39	07:19	07:54
	17:11	17:53	18:30	20:08	20:44	21:12	21:11	20:37	19:43	18:49	17:04	16:49
14	08:01	07:30	06:43	06:47	06:03	05:43	05:56	06:28	07:04	07:40	07:20	07:55
	17:12	17:54	18:31	20:09	20:45	21:12	21:10	20:35	19:42	18:47	17:03	16:49
15	08:00	07:29	06:42	06:46	06:02	05:43	05:57	06:30	07:05	07:41	07:22	07:55
	17:13	17:55	18:32	20:11	20:47	21:13	21:09	20:34	19:40	18:45	17:02	16:49
16	08:00	07:27	06:40	06:44	06:01	05:43	05:58	06:31	07:06	07:42	07:23	07:56
	17:15	17:57	18:34	20:12	20:48	21:13	21:09	20:32	19:38	18:43	17:01	16:49
17	07:59	07:26	06:38	06:42	06:00	05:43	05:59	06:32	07:08	07:44	07:24	07:57
	17:16	17:58	18:35	20:13	20:49	21:13	21:08	20:31	19:36	18:42	17:00	16:49
18	07:59	07:24	06:36	06:40	05:58	05:43	05:59	06:33	07:09	07:45	07:26	07:58
	17:17	18:00	18:36	20:14	20:50	21:14	21:07	20:29	19:34	18:40	16:59	16:50
19	07:58	07:23	06:34	06:39	05:57	05:43	06:00	06:34	07:10	07:46	07:27	07:58
	17:18	18:01	18:37	20:16	20:51	21:14	21:06	20:27	19:32	18:38	16:58	16:50
20	07:57	07:21	06:32	06:37	05:56	05:43	06:01	06:35	07:11	07:47	07:28	07:59
	17:20	18:02	18:39	20:17	20:52	21:14	21:06	20:26	19:30	18:37	16:57	16:50
21	07:57	07:19	06:31	06:36	05:56	05:43	06:02	06:36	07:12	07:49	07:30	07:59
	17:21	18:04	18:40	20:18	20:53	21:15	21:05	20:24	19:29	18:35	16:56	16:51
22	07:56	07:18	06:29	06:34	05:55	05:44	06:03	06:38	07:13	07:50	07:31	08:00
	17:22	18:05	18:41	20:19	20:54	21:15	21:04	20:23	19:27	18:33	16:55	16:51
23	07:55	07:16	06:27	06:32	05:54	05:44	06:04	06:39	07:15	07:51	07:32	08:00
	17:24	18:06	18:42	20:20	20:55	21:15	21:03	20:21	19:25	18:32	16:55	16:52
24	07:54	07:15	06:25	06:31	05:53	05:44	06:05	06:40	07:16	07:53	07:33	08:01
	17:25	18:08	18:44	20:22	20:56	21:15	21:02	20:19	19:23	18:30	16:54	16:52
25	07:53	07:13	06:23	06:29	05:52	05:44	06:06	06:41	07:17	06:54	07:35	08:01
	17:26	18:09	18:45	20:23	20:57	21:15	21:01	20:18	19:21	17:29	16:53	16:53
26	07:53	07:11	06:21	06:28	05:51	05:45	06:07	06:42	07:18	06:55	07:36	08:02
	17:28	18:10	18:46	20:24	20:58	21:15	21:00	20:16	19:19	17:27	16:53	16:54
27	07:52	07:10	06:20	06:26	05:50	05:45	06:08	06:43	07:19	06:56	07:37	08:02
	17:29	18:12	18:47	20:25	20:59	21:15	20:59	20:14	19:17	17:26	16:52	16:54
28	07:51	07:08	06:18	06:24	05:50	05:45	06:09	06:45	07:20	06:58	07:38	08:02
	17:30	18:13	18:49	20:26	21:00	21:15	20:58	20:12	19:16	17:24	16:52	16:55
29	07:50		07:16	06:23	05:49	05:46	06:10	06:46	07:22	06:59	07:40	08:03
	17:32		19:50	20:28	21:01	21:15	20:57	20:11	19:14	17:23	16:51	16:56
30	07:49		07:14	06:21	05:48	05:46	06:12	06:47	07:23	07:00	07:41	08:03
	17:33		19:51	20:29	21:02	21:15	20:55	20:09	19:12	17:21	16:51	16:57
31	07:48		07:12		05:48		06:13	06:48		07:02		08:03
	17:35		19:52		21:03		20:54	20:07		17:20		16:57
Potential sun hours	288	292	369	403	457	464	470	434	376	342	290	277
Sum of minutes with flicker	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

Table layout: For each day in each month the following matrix apply

Day in month Sun rise (hh:mm) First time (hh:mm) with flicker-Last time (hh:mm) with flicker/Minutes with flicker
Sun set (hh:mm) First time (hh:mm) with flicker-Last time (hh:mm) with flicker/Minutes with flicker

SHADOW - Calendar per WTG

WTG: 2 - FL02

Assumptions for shadow calculations

Sunshine probability S (Average daily sunshine hours) [MELE C.]

Jan Feb Mar Apr May Jun Jul Aug Sep Oct Nov Dec
4,16 4,94 5,23 6,29 7,24 8,05 9,41 8,65 6,82 5,77 4,48 4,26

Operational time

N NE E SE S SW W NW Sum
630 630 630 630 630 1.580 2.365 790 7.885

	January	February	March	April	May	June	July	August	September	October	November	December
1	08:03	07:47	07:06	07:10	06:20	05:47	05:47	06:14	06:49	07:24	07:03	07:42
	16:58	17:36	18:14	19:53	20:30	21:03	21:15	20:53	20:05	19:10	17:18	16:50
2	08:03	07:45	07:05	07:09	06:18	05:47	05:47	06:15	06:50	07:25	07:04	07:43
	16:59	17:37	18:16	19:55	20:31	21:04	21:15	20:52	20:04	19:08	17:17	16:50
3	08:03	07:44	07:03	07:07	06:17	05:46	05:48	06:16	06:51	07:26	07:06	07:44
	17:00	17:39	18:17	19:56	20:32	21:05	21:15	20:51	20:02	19:06	17:16	16:50
4	08:03	07:43	07:01	07:05	06:16	05:46	05:49	06:17	06:53	07:28	07:07	07:45
	17:01	17:40	18:18	19:57	20:34	21:06	21:14	20:49	20:00	19:04	17:14	16:49
5	08:03	07:42	06:59	07:03	06:14	05:45	05:49	06:18	06:54	07:29	07:08	07:46
	17:02	17:41	18:20	19:58	20:35	21:07	21:14	20:48	19:58	19:03	17:13	16:49
6	08:03	07:41	06:58	07:01	06:13	05:45	05:50	06:19	06:55	07:30	07:10	07:47
	17:03	17:43	18:21	20:00	20:36	21:07	21:14	20:47	19:56	19:01	17:12	16:49
7	08:03	07:39	06:56	07:00	06:12	05:44	05:50	06:20	06:56	07:31	07:11	07:48
	17:04	17:44	18:22	20:01	20:37	21:08	21:14	20:45	19:55	18:59	17:10	16:49
8	08:03	07:38	06:54	06:58	06:10	05:44	05:51	06:22	06:57	07:32	07:12	07:49
	17:05	17:46	18:23	20:02	20:38	21:09	21:13	20:44	19:53	18:57	17:09	16:48
9	08:03	07:37	06:52	06:56	06:09	05:44	05:52	06:23	06:58	07:34	07:14	07:50
	17:06	17:47	18:25	20:03	20:40	21:09	21:13	20:43	19:51	18:56	17:08	16:48
10	08:02	07:36	06:51	06:54	06:08	05:44	05:53	06:24	07:00	07:35	07:15	07:51
	17:07	17:48	18:26	20:05	20:41	21:10	21:12	20:41	19:49	18:54	17:07	16:48
11	08:02	07:34	06:49	06:53	06:06	05:43	05:53	06:25	07:01	07:36	07:16	07:52
	17:09	17:50	18:27	20:06	20:42	21:11	21:12	20:40	19:47	18:52	17:06	16:48
12	08:02	07:33	06:47	06:51	06:05	05:43	05:54	06:26	07:02	07:37	07:18	07:53
	17:10	17:51	18:29	20:07	20:43	21:11	21:11	20:38	19:45	18:50	17:05	16:48
13	08:01	07:31	06:45	06:49	06:04	05:43	05:55	06:27	07:03	07:39	07:19	07:54
	17:11	17:53	18:30	20:08	20:44	21:12	21:11	20:37	19:43	18:48	17:04	16:49
14	08:01	07:30	06:43	06:47	06:03	05:43	05:56	06:28	07:04	07:40	07:20	07:55
	17:12	17:54	18:31	20:09	20:45	21:12	21:10	20:35	19:42	18:47	17:03	16:49
15	08:00	07:28	06:42	06:46	06:02	05:43	05:57	06:30	07:05	07:41	07:22	07:55
	17:13	17:55	18:32	20:11	20:46	21:13	21:09	20:34	19:40	18:45	17:02	16:49
16	08:00	07:27	06:40	06:44	06:01	05:43	05:58	06:31	07:06	07:42	07:23	07:56
	17:15	17:57	18:34	20:12	20:48	21:13	21:09	20:32	19:38	18:43	17:01	16:49
17	07:59	07:26	06:38	06:42	06:00	05:43	05:59	06:32	07:08	07:44	07:24	07:57
	17:16	17:58	18:35	20:13	20:49	21:13	21:08	20:31	19:36	18:42	17:00	16:49
18	07:59	07:24	06:36	06:40	05:58	05:43	05:59	06:33	07:09	07:45	07:26	07:58
	17:17	18:00	18:36	20:14	20:50	21:14	21:07	20:29	19:34	18:40	16:59	16:50
19	07:58	07:22	06:34	06:39	05:57	05:43	06:00	06:34	07:10	07:46	07:27	07:58
	17:18	18:01	18:37	20:15	20:51	21:14	21:06	20:27	19:32	18:38	16:58	16:50
20	07:57	07:21	06:32	06:37	05:56	05:43	06:01	06:35	07:11	07:47	07:28	07:59
	17:20	18:02	18:39	20:17	20:52	21:14	21:06	20:26	19:30	18:37	16:57	16:50
21	07:57	07:19	06:31	06:35	05:55	05:43	06:02	06:36	07:12	07:49	07:30	07:59
	17:21	18:04	18:40	20:18	20:53	21:15	21:05	20:24	19:29	18:35	16:56	16:51
22	07:56	07:18	06:29	06:34	05:55	05:44	06:03	06:38	07:13	07:50	07:31	08:00
	17:22	18:05	18:41	20:19	20:54	21:15	21:04	20:23	19:27	18:33	16:55	16:51
23	07:55	07:16	06:27	06:32	05:54	05:44	06:04	06:39	07:15	07:51	07:32	08:00
	17:24	18:06	18:42	20:20	20:55	21:15	21:03	20:21	19:25	18:32	16:55	16:52
24	07:54	07:15	06:25	06:31	05:53	05:44	06:05	06:40	07:16	07:53	07:33	08:01
	17:25	18:08	18:44	20:22	20:56	21:15	21:02	20:19	19:23	18:30	16:54	16:52
25	07:53	07:13	06:23	06:29	05:52	05:44	06:06	06:41	07:17	06:54	07:35	08:01
	17:26	18:09	18:45	20:23	20:57	21:15	21:01	20:18	19:21	17:29	16:53	16:53
26	07:53	07:11	06:21	06:27	05:51	05:45	06:07	06:42	07:18	06:55	07:36	08:02
	17:28	18:10	18:46	20:24	20:58	21:15	21:00	20:16	19:19	17:27	16:53	16:54
27	07:52	07:10	06:20	06:26	05:50	05:45	06:08	06:43	07:19	06:56	07:37	08:02
	17:29	18:12	18:47	20:25	20:59	21:15	20:59	20:14	19:17	17:26	16:52	16:54
28	07:51	07:08	06:18	06:24	05:50	05:45	06:09	06:45	07:20	06:58	07:38	08:02
	17:30	18:13	18:49	20:26	21:00	21:15	20:58	20:12	19:16	17:24	16:52	16:55
29	07:50		07:16	06:23	05:49	05:46	06:10	06:46	07:22	06:59	07:40	08:03
	17:32		19:50	20:28	21:01	21:15	20:57	20:11	19:14	17:23	16:51	16:56
30	07:49		07:14	06:21	05:48	05:46	06:12	06:47	07:23	07:00	07:41	08:03
	17:33		19:51	20:29	21:02	21:15	20:55	20:09	19:12	17:21	16:51	16:57
31	07:48		07:12		05:48		06:13	06:48		07:02		08:03
	17:35		19:52		21:03		20:54	20:07		17:20		16:57
Potential sun hours	288	292	369	403	457	464	470	434	376	342	290	277
Sum of minutes with flicker	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

Table layout: For each day in each month the following matrix apply

Day in month Sun rise (hh:mm) First time (hh:mm) with flicker-Last time (hh:mm) with flicker/Minutes with flicker
Sun set (hh:mm) First time (hh:mm) with flicker-Last time (hh:mm) with flicker/Minutes with flicker

SHADOW - Calendar per WTG

WTG: 4 - FL04

Assumptions for shadow calculations

Sunshine probability S (Average daily sunshine hours) [MELE C.]

Jan Feb Mar Apr May Jun Jul Aug Sep Oct Nov Dec
4,16 4,94 5,23 6,29 7,24 8,05 9,41 8,65 6,82 5,77 4,48 4,26

Operational time

N NE E SE S SW W NW Sum
630 630 630 630 630 1.580 2.365 790 7.885

	January	February	March	April	May	June	July	August	September	October	November	December
1	08:03	07:47	07:06	07:10	06:20	05:47	05:47	06:14	06:49	07:24	07:03	07:42
	16:58	17:36	18:14	19:53	20:30	21:03	21:15	20:53	20:05	19:10	17:18	16:50
2	08:03	07:45	07:05	07:09	06:18	05:47	05:47	06:15	06:50	07:25	07:04	07:43
	16:59	17:37	18:16	19:55	20:31	21:04	21:15	20:52	20:04	19:08	17:17	16:50
3	08:03	07:44	07:03	07:07	06:17	05:46	05:48	06:16	06:51	07:26	07:06	07:44
	17:00	17:39	18:17	19:56	20:32	21:05	21:15	20:51	20:02	19:06	17:16	16:49
4	08:03	07:43	07:01	07:05	06:16	05:46	05:49	06:17	06:53	07:28	07:07	07:45
	17:01	17:40	18:18	19:57	20:34	21:06	21:14	20:49	20:00	19:04	17:14	16:49
5	08:03	07:42	06:59	07:03	06:14	05:45	05:49	06:18	06:54	07:29	07:08	07:46
	17:02	17:41	18:20	19:58	20:35	21:07	21:14	20:48	19:58	19:03	17:13	16:49
6	08:03	07:41	06:58	07:01	06:13	05:45	05:50	06:19	06:55	07:30	07:10	07:47
	17:03	17:43	18:21	20:00	20:36	21:07	21:14	20:47	19:56	19:01	17:12	16:49
7	08:03	07:39	06:56	07:00	06:11	05:44	05:50	06:20	06:56	07:31	07:11	07:48
	17:04	17:44	18:22	20:01	20:37	21:08	21:14	20:45	19:55	18:59	17:10	16:49
8	08:03	07:38	06:54	06:58	06:10	05:44	05:51	06:21	06:57	07:32	07:12	07:49
	17:05	17:46	18:23	20:02	20:38	21:09	21:13	20:44	19:53	18:57	17:09	16:48
9	08:03	07:37	06:52	06:56	06:09	05:44	05:52	06:23	06:58	07:34	07:14	07:50
	17:06	17:47	18:25	20:03	20:40	21:09	21:13	20:43	19:51	18:55	17:08	16:48
10	08:02	07:36	06:51	06:54	06:08	05:44	05:53	06:24	06:59	07:35	07:15	07:51
	17:07	17:48	18:26	20:04	20:41	21:10	21:12	20:41	19:49	18:54	17:07	16:48
11	08:02	07:34	06:49	06:52	06:06	05:43	05:53	06:25	07:01	07:36	07:16	07:52
	17:09	17:50	18:27	20:06	20:42	21:11	21:12	20:40	19:47	18:52	17:06	16:48
12	08:02	07:33	06:47	06:51	06:05	05:43	05:54	06:26	07:02	07:37	07:18	07:53
	17:10	17:51	18:29	20:07	20:43	21:11	21:11	20:38	19:45	18:50	17:05	16:48
13	08:01	07:31	06:45	06:49	06:04	05:43	05:55	06:27	07:03	07:39	07:19	07:54
	17:11	17:53	18:30	20:08	20:44	21:12	21:11	20:37	19:43	18:48	17:04	16:48
14	08:01	07:30	06:43	06:47	06:03	05:43	05:56	06:28	07:04	07:40	07:20	07:55
	17:12	17:54	18:31	20:09	20:45	21:12	21:10	20:35	19:42	18:47	17:02	16:49
15	08:00	07:28	06:42	06:46	06:02	05:43	05:57	06:29	07:05	07:41	07:22	07:55
	17:13	17:55	18:32	20:11	20:46	21:13	21:09	20:34	19:40	18:45	17:01	16:49
16	08:00	07:27	06:40	06:44	06:01	05:43	05:58	06:31	07:06	07:42	07:23	07:56
	17:15	17:57	18:34	20:12	20:48	21:13	21:09	20:32	19:38	18:43	17:00	16:49
17	07:59	07:26	06:38	06:42	05:59	05:43	05:58	06:32	07:08	07:44	07:24	07:57
	17:16	17:58	18:35	20:13	20:49	21:13	21:08	20:31	19:36	18:42	17:00	16:49
18	07:59	07:24	06:36	06:40	05:58	05:43	05:59	06:33	07:09	07:45	07:26	07:58
	17:17	18:00	18:36	20:14	20:50	21:14	21:07	20:29	19:34	18:40	16:59	16:50
19	07:58	07:22	06:34	06:39	05:57	05:43	06:00	06:34	07:10	07:46	07:27	07:58
	17:18	18:01	18:37	20:15	20:51	21:14	21:06	20:27	19:32	18:38	16:58	16:50
20	07:57	07:21	06:32	06:37	05:56	05:43	06:01	06:35	07:11	07:47	07:28	07:59
	17:20	18:02	18:39	20:17	20:52	21:14	21:06	20:26	19:30	18:37	16:57	16:50
21	07:57	07:19	06:31	06:35	05:55	05:43	06:02	06:36	07:12	07:49	07:30	07:59
	17:21	18:04	18:40	20:18	20:53	21:15	21:05	20:24	19:29	18:35	16:56	16:51
22	07:56	07:18	06:29	06:34	05:55	05:44	06:03	06:38	07:13	07:50	07:31	08:00
	17:22	18:05	18:41	20:19	20:54	21:15	21:04	20:23	19:27	18:33	16:55	16:51
23	07:55	07:16	06:27	06:32	05:54	05:44	06:04	06:39	07:14	07:51	07:32	08:00
	17:24	18:06	18:42	20:20	20:55	21:15	21:03	20:21	19:25	18:32	16:55	16:52
24	07:54	07:15	06:25	06:31	05:53	05:44	06:05	06:40	07:16	07:53	07:33	08:01
	17:25	18:08	18:44	20:22	20:56	21:15	21:02	20:19	19:23	18:30	16:54	16:52
25	07:53	07:13	06:23	06:29	05:52	05:44	06:06	06:41	07:17	06:54	07:35	08:01
	17:26	18:09	18:45	20:23	20:57	21:15	21:01	20:18	19:21	17:29	16:53	16:53
26	07:53	07:11	06:21	06:27	05:51	05:45	06:07	06:42	07:18	06:55	07:36	08:02
	17:28	18:10	18:46	20:24	20:58	21:15	21:00	20:16	19:19	17:27	16:53	16:54
27	07:52	07:10	06:20	06:26	05:50	05:45	06:08	06:43	07:19	06:56	07:37	08:02
	17:29	18:12	18:47	20:25	20:59	21:15	20:59	20:14	19:17	17:26	16:52	16:54
28	07:51	07:08	06:18	06:24	05:50	05:45	06:09	06:44	07:20	06:58	07:38	08:02
	17:30	18:13	18:49	20:26	21:00	21:15	20:58	20:12	19:15	17:24	16:52	16:55
29	07:50		07:16	06:23	05:49	05:46	06:10	06:46	07:22	06:59	07:40	08:03
	17:32		19:50	20:28	21:01	21:15	20:57	20:11	19:14	17:23	16:51	16:56
30	07:49		07:14	06:21	05:48	05:46	06:11	06:47	07:23	07:00	07:41	08:03
	17:33		19:51	20:29	21:02	21:15	20:55	20:09	19:12	17:21	16:51	16:56
31	07:48		07:12		05:48		06:13	06:48		07:02		08:03
	17:34		19:52		21:03		20:54	20:07		17:20		16:57
Potential sun hours	288	292	369	403	457	464	470	434	376	342	290	277
Sum of minutes with flicker	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

Table layout: For each day in each month the following matrix apply

Day in month Sun rise (hh:mm) First time (hh:mm) with flicker-Last time (hh:mm) with flicker/Minutes with flicker
Sun set (hh:mm) First time (hh:mm) with flicker-Last time (hh:mm) with flicker/Minutes with flicker

SHADOW - Calendar per WTG

WTG: 5 - FL05

Assumptions for shadow calculations

Sunshine probability S (Average daily sunshine hours) [MELE C.]

Jan Feb Mar Apr May Jun Jul Aug Sep Oct Nov Dec
4,16 4,94 5,23 6,29 7,24 8,05 9,41 8,65 6,82 5,77 4,48 4,26

Operational time

N NE E SE S SW W NW Sum
630 630 630 630 630 1.580 2.365 790 7.885

	January	February	March	April	May	June	July	August	September	October	November	December
1	08:03	07:47	07:06	07:10	06:20	05:47	05:47	06:14	06:49	07:24	07:03	07:42
	16:58	17:36	18:14	19:53	20:30	21:03	21:15	20:53	20:05	19:10	17:18	16:50
2	08:03	07:45	07:05	07:09	06:18	05:47	05:47	06:15	06:50	07:25	07:04	07:43
	16:59	17:37	18:16	19:55	20:31	21:04	21:15	20:52	20:04	19:08	17:17	16:50
3	08:03	07:44	07:03	07:07	06:17	05:46	05:48	06:16	06:51	07:26	07:06	07:44
	17:00	17:39	18:17	19:56	20:32	21:05	21:15	20:51	20:02	19:06	17:16	16:49
4	08:03	07:43	07:01	07:05	06:16	05:46	05:48	06:17	06:53	07:28	07:07	07:45
	17:01	17:40	18:18	19:57	20:34	21:06	21:14	20:49	20:00	19:04	17:14	16:49
5	08:03	07:42	06:59	07:03	06:14	05:45	05:49	06:18	06:54	07:29	07:08	07:46
	17:02	17:41	18:20	19:58	20:35	21:07	21:14	20:48	19:58	19:03	17:13	16:49
6	08:03	07:41	06:58	07:01	06:13	05:45	05:50	06:19	06:55	07:30	07:10	07:47
	17:03	17:43	18:21	20:00	20:36	21:07	21:14	20:47	19:56	19:01	17:12	16:49
7	08:03	07:39	06:56	07:00	06:11	05:44	05:50	06:20	06:56	07:31	07:11	07:48
	17:04	17:44	18:22	20:01	20:37	21:08	21:14	20:45	19:55	18:59	17:10	16:49
8	08:03	07:38	06:54	06:58	06:10	05:44	05:51	06:21	06:57	07:32	07:12	07:49
	17:05	17:46	18:23	20:02	20:38	21:09	21:13	20:44	19:53	18:57	17:09	16:48
9	08:03	07:37	06:52	06:56	06:09	05:44	05:52	06:23	06:58	07:34	07:14	07:50
	17:06	17:47	18:25	20:03	20:40	21:09	21:13	20:43	19:51	18:55	17:08	16:48
10	08:02	07:36	06:51	06:54	06:08	05:44	05:53	06:24	06:59	07:35	07:15	07:51
	17:07	17:48	18:26	20:04	20:41	21:10	21:12	20:41	19:49	18:54	17:07	16:48
11	08:02	07:34	06:49	06:52	06:06	05:43	05:53	06:25	07:01	07:36	07:16	07:52
	17:09	17:50	18:27	20:06	20:42	21:11	21:12	20:40	19:47	18:52	17:06	16:48
12	08:02	07:33	06:47	06:51	06:05	05:43	05:54	06:26	07:02	07:37	07:18	07:53
	17:10	17:51	18:29	20:07	20:43	21:11	21:11	20:38	19:45	18:50	17:05	16:48
13	08:01	07:31	06:45	06:49	06:04	05:43	05:55	06:27	07:03	07:39	07:19	07:54
	17:11	17:53	18:30	20:08	20:44	21:12	21:11	20:37	19:43	18:48	17:04	16:48
14	08:01	07:30	06:43	06:47	06:03	05:43	05:56	06:28	07:04	07:40	07:20	07:55
	17:12	17:54	18:31	20:09	20:45	21:12	21:10	20:35	19:42	18:47	17:02	16:49
15	08:00	07:28	06:42	06:46	06:02	05:43	05:57	06:29	07:05	07:41	07:22	07:55
	17:13	17:55	18:32	20:11	20:46	21:13	21:09	20:34	19:40	18:45	17:01	16:49
16	08:00	07:27	06:40	06:44	06:01	05:43	05:58	06:31	07:06	07:42	07:23	07:56
	17:15	17:57	18:34	20:12	20:48	21:13	21:09	20:32	19:38	18:43	17:00	16:49
17	07:59	07:26	06:38	06:42	05:59	05:43	05:58	06:32	07:08	07:44	07:24	07:57
	17:16	17:58	18:35	20:13	20:49	21:13	21:08	20:31	19:36	18:42	17:00	16:49
18	07:59	07:24	06:36	06:40	05:58	05:43	05:59	06:33	07:09	07:45	07:26	07:58
	17:17	18:00	18:36	20:14	20:50	21:14	21:07	20:29	19:34	18:40	16:59	16:50
19	07:58	07:22	06:34	06:39	05:57	05:43	06:00	06:34	07:10	07:46	07:27	07:58
	17:18	18:01	18:37	20:15	20:51	21:14	21:06	20:27	19:32	18:38	16:58	16:50
20	07:57	07:21	06:32	06:37	05:56	05:43	06:01	06:35	07:11	07:47	07:28	07:59
	17:20	18:02	18:39	20:17	20:52	21:14	21:06	20:26	19:30	18:37	16:57	16:50
21	07:57	07:19	06:31	06:35	05:55	05:43	06:02	06:36	07:12	07:49	07:30	07:59
	17:21	18:04	18:40	20:18	20:53	21:15	21:05	20:24	19:29	18:35	16:56	16:51
22	07:56	07:18	06:29	06:34	05:55	05:43	06:03	06:38	07:13	07:50	07:31	08:00
	17:22	18:05	18:41	20:19	20:54	21:15	21:04	20:23	19:27	18:33	16:55	16:51
23	07:55	07:16	06:27	06:32	05:54	05:44	06:04	06:39	07:14	07:51	07:32	08:00
	17:24	18:06	18:42	20:20	20:55	21:15	21:03	20:21	19:25	18:32	16:55	16:52
24	07:54	07:15	06:25	06:31	05:53	05:44	06:05	06:40	07:16	07:53	07:33	08:01
	17:25	18:08	18:44	20:22	20:56	21:15	21:02	20:19	19:23	18:30	16:54	16:52
25	07:53	07:13	06:23	06:29	05:52	05:44	06:06	06:41	07:17	06:54	07:35	08:01
	17:26	18:09	18:45	20:23	20:57	21:15	21:01	20:18	19:21	17:29	16:53	16:53
26	07:53	07:11	06:21	06:27	05:51	05:45	06:07	06:42	07:18	06:55	07:36	08:02
	17:28	18:10	18:46	20:24	20:58	21:15	21:00	20:16	19:19	17:27	16:53	16:54
27	07:52	07:10	06:20	06:26	05:50	05:45	06:08	06:43	07:19	06:56	07:37	08:02
	17:29	18:12	18:47	20:25	20:59	21:15	20:59	20:14	19:17	17:26	16:52	16:54
28	07:51	07:08	06:18	06:24	05:50	05:45	06:09	06:44	07:20	06:58	07:38	08:02
	17:30	18:13	18:49	20:26	21:00	21:15	20:58	20:12	19:15	17:24	16:52	16:55
29	07:50		07:16	06:23	05:49	05:46	06:10	06:46	07:22	06:59	07:40	08:03
	17:32		19:50	20:28	21:01	21:15	20:57	20:11	19:14	17:23	16:51	16:56
30	07:49		07:14	06:21	05:48	05:46	06:11	06:47	07:23	07:00	07:41	08:03
	17:33		19:51	20:29	21:02	21:15	20:55	20:09	19:12	17:21	16:51	16:56
31	07:48		07:12		05:48		06:13	06:48		07:02		08:03
	17:34		19:52		21:03		20:54	20:07		17:20		16:57
Potential sun hours	288	292	369	403	457	464	470	434	376	342	290	277
Sum of minutes with flicker	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

Table layout: For each day in each month the following matrix apply

Day in month Sun rise (hh:mm) First time (hh:mm) with flicker-Last time (hh:mm) with flicker/Minutes with flicker
Sun set (hh:mm) First time (hh:mm) with flicker-Last time (hh:mm) with flicker/Minutes with flicker

SHADOW - Calendar per WTG

WTG: 6 - FL06

Assumptions for shadow calculations

Sunshine probability S (Average daily sunshine hours) [MELE C.]

Jan Feb Mar Apr May Jun Jul Aug Sep Oct Nov Dec
4,16 4,94 5,23 6,29 7,24 8,05 9,41 8,65 6,82 5,77 4,48 4,26

Operational time

N NE E SE S SW W NW Sum
630 630 630 630 630 1.580 2.365 790 7.885

	January	February	March	April	May	June	July	August	September	October	November	December
1	08:03 16:58	07:47 17:36	07:06 18:14	07:10 19:53	06:20 20:30	05:47 21:03	05:47 21:15	06:14 20:53	06:49 20:05	07:24 19:10	07:03 17:18	07:42 16:50
2	08:03 16:59	07:45 17:37	07:05 18:16	07:09 19:55	06:18 20:31	05:47 21:04	05:47 21:15	06:15 20:52	06:50 20:04	07:25 19:08	07:04 17:17	07:43 16:50
3	08:03 17:00	07:44 17:39	07:03 18:17	07:07 19:56	06:17 20:33	05:46 21:05	05:48 21:15	06:16 20:51	06:51 20:02	07:26 19:06	07:06 17:16	07:44 16:49
4	08:03 17:01	07:43 17:40	07:01 18:18	07:05 19:57	06:16 20:34	05:46 21:06	05:48 21:15	06:17 20:49	06:53 20:00	07:28 19:04	07:07 17:14	07:45 16:49
5	08:03 17:02	07:42 17:41	06:59 18:20	07:03 19:58	06:14 20:35	05:45 21:07	05:49 21:14	06:18 20:48	06:54 19:58	07:29 19:03	07:08 17:13	07:46 16:49
6	08:03 17:03	07:41 17:43	06:58 18:21	07:01 20:00	06:13 20:36	05:45 21:07	05:50 21:14	06:19 20:47	06:55 19:56	07:30 19:01	07:10 17:12	07:47 16:49
7	08:03 17:04	07:39 17:44	06:56 18:22	07:00 20:01	06:11 20:37	05:44 21:08	05:50 21:14	06:20 20:45	06:56 19:55	07:31 18:59	07:11 17:10	07:48 16:49
8	08:03 17:05	07:38 17:46	06:54 18:23	06:58 20:02	06:10 20:38	05:44 21:09	05:51 21:13	06:21 20:44	06:57 19:53	07:32 18:57	07:12 17:09	07:49 16:48
9	08:03 17:06	07:37 17:47	06:52 18:25	06:56 20:03	06:09 20:40	05:44 21:09	05:52 21:13	06:23 20:43	06:58 19:51	07:34 18:55	07:14 17:08	07:50 16:48
10	08:02 17:07	07:36 17:48	06:51 18:26	06:54 20:05	06:08 20:41	05:44 21:10	05:53 21:12	06:24 20:41	06:59 19:49	07:35 18:54	07:15 17:07	07:51 16:48
11	08:02 17:09	07:34 17:50	06:49 18:27	06:52 20:06	06:06 20:42	05:43 21:11	05:53 21:12	06:25 20:40	07:01 19:47	07:36 18:52	07:17 17:06	07:52 16:48
12	08:02 17:10	07:33 17:51	06:47 18:29	06:51 20:07	06:05 20:43	05:43 21:11	05:54 21:11	06:26 20:38	07:02 19:45	07:37 18:50	07:18 17:05	07:53 16:48
13	08:01 17:11	07:31 17:53	06:45 18:30	06:49 20:08	06:04 20:44	05:43 21:12	05:55 21:11	06:27 20:37	07:03 19:43	07:39 18:48	07:19 17:04	07:54 16:48
14	08:01 17:12	07:30 17:54	06:43 18:31	06:47 20:09	06:03 20:45	05:43 21:12	05:56 21:10	06:28 20:35	07:04 19:42	07:40 18:47	07:21 17:02	07:55 16:49
15	08:00 17:13	07:29 17:55	06:42 18:32	06:46 20:11	06:02 20:47	05:43 21:13	05:57 21:09	06:29 20:34	07:05 19:40	07:41 18:45	07:22 17:01	07:55 16:49
16	08:00 17:15	07:27 17:57	06:40 18:34	06:44 20:12	06:01 20:48	05:43 21:13	05:58 21:09	06:31 20:32	07:06 19:38	07:42 18:43	07:23 17:00	07:56 16:49
17	07:59 17:16	07:26 17:58	06:38 18:35	06:42 20:13	05:59 20:49	05:43 21:13	05:58 21:08	06:32 20:31	07:08 19:36	07:44 18:42	07:24 17:00	07:57 16:49
18	07:59 17:17	07:24 18:00	06:36 18:36	06:40 20:14	05:58 20:50	05:43 21:14	05:59 21:07	06:33 20:29	07:09 19:34	07:45 18:40	07:26 16:59	07:58 16:50
19	07:58 17:18	07:23 18:01	06:34 18:37	06:39 20:16	05:57 20:51	05:43 21:14	06:00 21:06	06:34 20:27	07:10 19:32	07:46 18:38	07:27 16:58	07:58 16:50
20	07:57 17:20	07:21 18:02	06:32 18:39	06:37 20:17	05:56 20:52	05:43 21:14	06:01 21:06	06:35 20:26	07:11 19:30	07:47 18:37	07:28 16:57	07:59 16:50
21	07:57 17:21	07:19 18:04	06:31 18:40	06:35 20:18	05:55 20:53	05:43 21:15	06:02 21:05	06:36 20:24	07:12 19:29	07:49 18:35	07:30 16:56	07:59 16:51
22	07:56 17:22	07:18 18:05	06:29 18:41	06:34 20:19	05:55 20:54	05:43 21:15	06:03 21:04	06:38 20:23	07:13 19:27	07:50 18:33	07:31 16:55	08:00 16:51
23	07:55 17:24	07:16 18:06	06:27 18:42	06:32 20:20	05:54 20:55	05:44 21:15	06:04 21:03	06:39 20:21	07:15 19:25	07:51 18:32	07:32 16:55	08:00 16:52
24	07:54 17:25	07:15 18:08	06:25 18:44	06:31 20:22	05:53 20:56	05:44 21:15	06:05 21:02	06:40 20:19	07:16 19:23	07:53 18:30	07:33 16:54	08:01 16:52
25	07:53 17:26	07:13 18:09	06:23 18:45	06:29 20:23	05:52 20:57	05:44 21:15	06:06 21:01	06:41 20:18	07:17 19:21	07:54 17:29	07:35 16:53	08:01 16:53
26	07:53 17:28	07:11 18:10	06:21 18:46	06:27 20:24	05:51 20:58	05:45 21:15	06:07 21:00	06:42 20:16	07:18 19:19	07:55 17:27	07:36 16:53	08:02 16:54
27	07:52 17:29	07:10 18:12	06:20 18:47	06:26 20:25	05:50 20:59	05:45 21:15	06:08 20:59	06:43 20:14	07:19 19:17	07:56 17:26	07:37 16:52	08:02 16:54
28	07:51 17:30	07:08 18:13	06:18 18:49	06:24 20:26	05:50 21:00	05:45 21:15	06:09 20:58	06:44 20:12	07:20 19:16	07:58 17:24	07:38 16:52	08:02 16:55
29	07:50 17:32		07:16 19:50	06:23 20:28	05:49 21:01	05:46 21:15	06:10 20:57	06:46 20:11	07:22 19:14	07:59 17:23	07:40 16:51	08:03 16:56
30	07:49 17:33		07:14 19:51	06:21 20:29	05:48 21:02	05:46 21:15	06:11 20:56	06:47 20:09	07:23 19:12	08:00 17:21	07:41 16:51	08:03 16:56
31	07:48 17:34		07:12 19:52		05:48 21:03		06:13 20:54	06:48 20:07		07:02 17:20		08:03 16:57
Potential sun hours	288	292	369	403	458	464	470	434	376	342	290	277
Sum of minutes with flicker	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

Table layout: For each day in each month the following matrix apply

Day in month Sun rise (hh:mm) First time (hh:mm) with flicker-Last time (hh:mm) with flicker/Minutes with flicker
Sun set (hh:mm) First time (hh:mm) with flicker-Last time (hh:mm) with flicker/Minutes with flicker

SHADOW - Calendar per WTG

WTG: 7 - FL07

Assumptions for shadow calculations

Sunshine probability S (Average daily sunshine hours) [MELE C.]

Jan Feb Mar Apr May Jun Jul Aug Sep Oct Nov Dec
4,16 4,94 5,23 6,29 7,24 8,05 9,41 8,65 6,82 5,77 4,48 4,26

Operational time

N NE E SE S SW W NW Sum
630 630 630 630 630 1.580 2.365 790 7.885

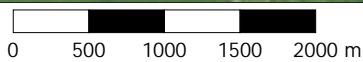
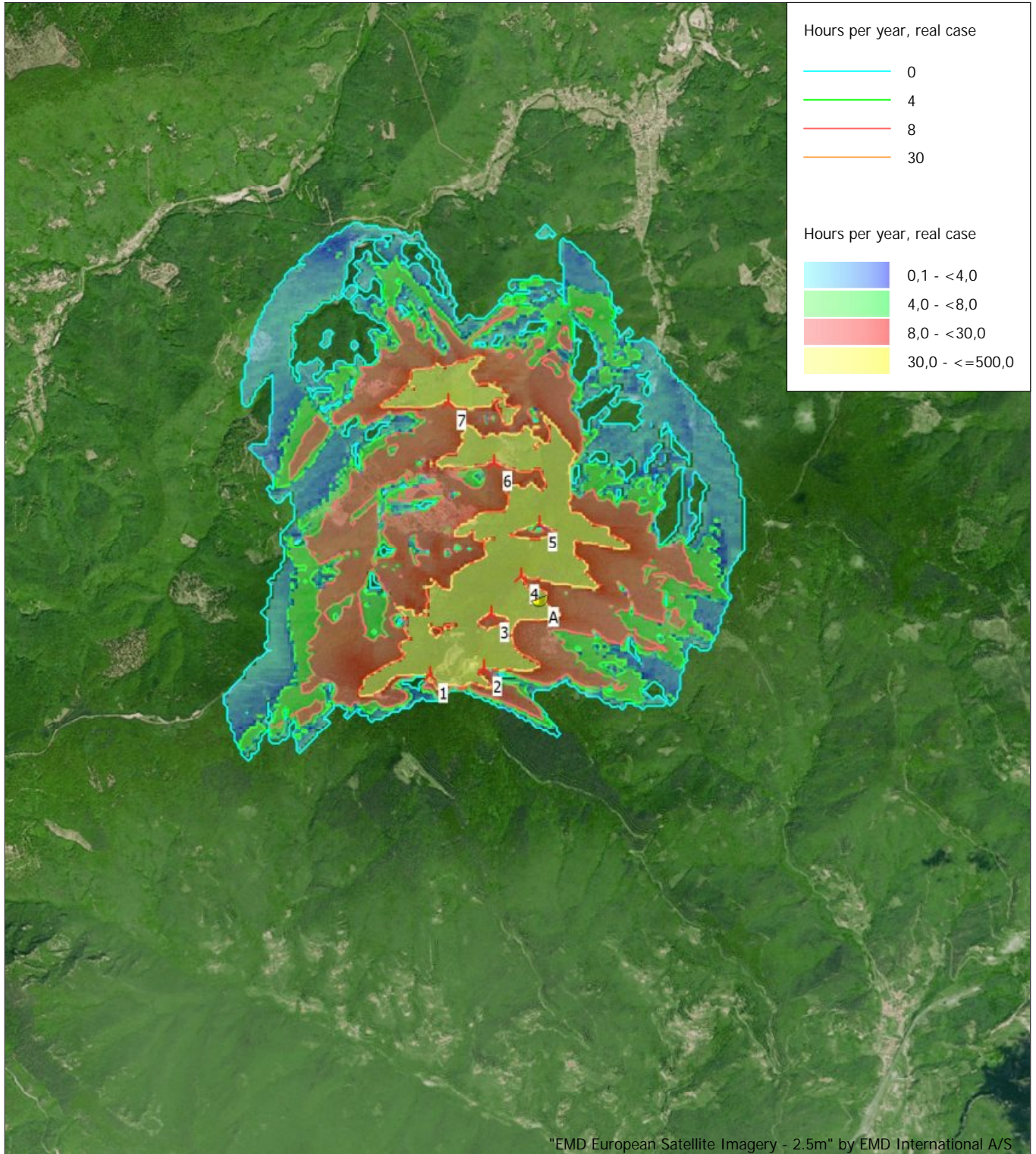
	January	February	March	April	May	June	July	August	September	October	November	December
1	08:03	07:47	07:06	07:10	06:20	05:47	05:47	06:14	06:49	07:24	07:03	07:42
	16:58	17:36	18:14	19:54	20:30	21:04	21:15	20:53	20:05	19:10	17:18	16:50
2	08:03	07:45	07:05	07:09	06:18	05:47	05:47	06:15	06:50	07:25	07:04	07:43
	16:59	17:37	18:16	19:55	20:31	21:04	21:15	20:52	20:04	19:08	17:17	16:50
3	08:03	07:44	07:03	07:07	06:17	05:46	05:48	06:16	06:51	07:26	07:06	07:44
	17:00	17:39	18:17	19:56	20:33	21:05	21:15	20:51	20:02	19:06	17:16	16:49
4	08:03	07:43	07:01	07:05	06:16	05:46	05:48	06:17	06:53	07:28	07:07	07:45
	17:01	17:40	18:18	19:57	20:34	21:06	21:15	20:49	20:00	19:05	17:14	16:49
5	08:03	07:42	06:59	07:03	06:14	05:45	05:49	06:18	06:54	07:29	07:08	07:46
	17:02	17:41	18:20	19:58	20:35	21:07	21:14	20:48	19:58	19:03	17:13	16:49
6	08:03	07:41	06:58	07:01	06:13	05:45	05:50	06:19	06:55	07:30	07:10	07:47
	17:03	17:43	18:21	20:00	20:36	21:07	21:14	20:47	19:56	19:01	17:12	16:49
7	08:03	07:39	06:56	07:00	06:11	05:44	05:50	06:20	06:56	07:31	07:11	07:48
	17:04	17:44	18:22	20:01	20:37	21:08	21:14	20:45	19:55	18:59	17:10	16:49
8	08:03	07:38	06:54	06:58	06:10	05:44	05:51	06:21	06:57	07:32	07:13	07:49
	17:05	17:46	18:24	20:02	20:39	21:09	21:13	20:44	19:53	18:57	17:09	16:48
9	08:03	07:37	06:52	06:56	06:09	05:44	05:52	06:23	06:58	07:34	07:14	07:50
	17:06	17:47	18:25	20:03	20:40	21:09	21:13	20:43	19:51	18:56	17:08	16:48
10	08:02	07:36	06:51	06:54	06:08	05:44	05:53	06:24	07:00	07:35	07:15	07:51
	17:07	17:48	18:26	20:05	20:41	21:10	21:12	20:41	19:49	18:54	17:07	16:48
11	08:02	07:34	06:49	06:53	06:06	05:43	05:53	06:25	07:01	07:36	07:17	07:52
	17:09	17:50	18:27	20:06	20:42	21:11	21:12	20:40	19:47	18:52	17:06	16:48
12	08:02	07:33	06:47	06:51	06:05	05:43	05:54	06:26	07:02	07:37	07:18	07:53
	17:10	17:51	18:29	20:07	20:43	21:11	21:11	20:38	19:45	18:50	17:05	16:48
13	08:01	07:31	06:45	06:49	06:04	05:43	05:55	06:27	07:03	07:39	07:19	07:54
	17:11	17:53	18:30	20:08	20:44	21:12	21:11	20:37	19:43	18:48	17:04	16:48
14	08:01	07:30	06:43	06:47	06:03	05:43	05:56	06:28	07:04	07:40	07:21	07:55
	17:12	17:54	18:31	20:09	20:45	21:12	21:10	20:35	19:42	18:47	17:02	16:49
15	08:00	07:29	06:42	06:46	06:02	05:43	05:57	06:29	07:05	07:41	07:22	07:55
	17:13	17:55	18:32	20:11	20:47	21:13	21:09	20:34	19:40	18:45	17:01	16:49
16	08:00	07:27	06:40	06:44	06:01	05:43	05:58	06:31	07:06	07:42	07:23	07:56
	17:15	17:57	18:34	20:12	20:48	21:13	21:09	20:32	19:38	18:43	17:00	16:49
17	07:59	07:26	06:38	06:42	05:59	05:43	05:58	06:32	07:08	07:44	07:25	07:57
	17:16	17:58	18:35	20:13	20:49	21:13	21:08	20:31	19:36	18:42	17:00	16:49
18	07:59	07:24	06:36	06:40	05:58	05:43	05:59	06:33	07:09	07:45	07:26	07:58
	17:17	18:00	18:36	20:14	20:50	21:14	21:07	20:29	19:34	18:40	16:59	16:50
19	07:58	07:23	06:34	06:39	05:57	05:43	06:00	06:34	07:10	07:46	07:27	07:58
	17:18	18:01	18:37	20:16	20:51	21:14	21:06	20:27	19:32	18:38	16:58	16:50
20	07:57	07:21	06:32	06:37	05:56	05:43	06:01	06:35	07:11	07:47	07:28	07:59
	17:20	18:02	18:39	20:17	20:52	21:14	21:06	20:26	19:30	18:37	16:57	16:50
21	07:57	07:19	06:31	06:35	05:55	05:43	06:02	06:36	07:12	07:49	07:30	07:59
	17:21	18:04	18:40	20:18	20:53	21:15	21:05	20:24	19:29	18:35	16:56	16:51
22	07:56	07:18	06:29	06:34	05:55	05:43	06:03	06:38	07:13	07:50	07:31	08:00
	17:22	18:05	18:41	20:19	20:54	21:15	21:04	20:23	19:27	18:33	16:55	16:51
23	07:55	07:16	06:27	06:32	05:54	05:44	06:04	06:39	07:15	07:51	07:32	08:00
	17:24	18:06	18:42	20:20	20:55	21:15	21:03	20:21	19:25	18:32	16:55	16:52
24	07:54	07:15	06:25	06:31	05:53	05:44	06:05	06:40	07:16	07:53	07:34	08:01
	17:25	18:08	18:44	20:22	20:56	21:15	21:02	20:19	19:23	18:30	16:54	16:52
25	07:54	07:13	06:23	06:29	05:52	05:44	06:06	06:41	07:17	06:54	07:35	08:01
	17:26	18:09	18:45	20:23	20:57	21:15	21:01	20:18	19:21	17:29	16:53	16:53
26	07:53	07:11	06:21	06:27	05:51	05:45	06:07	06:42	07:18	06:55	07:36	08:02
	17:28	18:10	18:46	20:24	20:58	21:15	21:00	20:16	19:19	17:27	16:53	16:54
27	07:52	07:10	06:20	06:26	05:50	05:45	06:08	06:43	07:19	06:57	07:37	08:02
	17:29	18:12	18:47	20:25	20:59	21:15	20:59	20:14	19:17	17:26	16:52	16:54
28	07:51	07:08	06:18	06:24	05:50	05:45	06:09	06:45	07:20	06:58	07:38	08:02
	17:30	18:13	18:49	20:27	21:00	21:15	20:58	20:12	19:16	17:24	16:52	16:55
29	07:50		07:16	06:23	05:49	05:46	06:10	06:46	07:22	06:59	07:40	08:03
	17:32		19:50	20:28	21:01	21:15	20:57	20:11	19:14	17:23	16:51	16:56
30	07:49		07:14	06:21	05:48	05:46	06:11	06:47	07:23	07:00	07:41	08:03
	17:33		19:51	20:29	21:02	21:15	20:56	20:09	19:12	17:21	16:51	16:56
31	07:48		07:12		05:48		06:13	06:48		07:02		08:03
	17:34		19:52		21:03		20:54	20:07		17:20		16:57
Potential sun hours	288	292	369	403	458	464	470	434	376	342	290	277
Sum of minutes with flicker	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

Table layout: For each day in each month the following matrix apply

Day in month Sun rise (hh:mm) First time (hh:mm) with flicker-Last time (hh:mm) with flicker/Minutes with flicker
Sun set (hh:mm) First time (hh:mm) with flicker-Last time (hh:mm) with flicker/Minutes with flicker

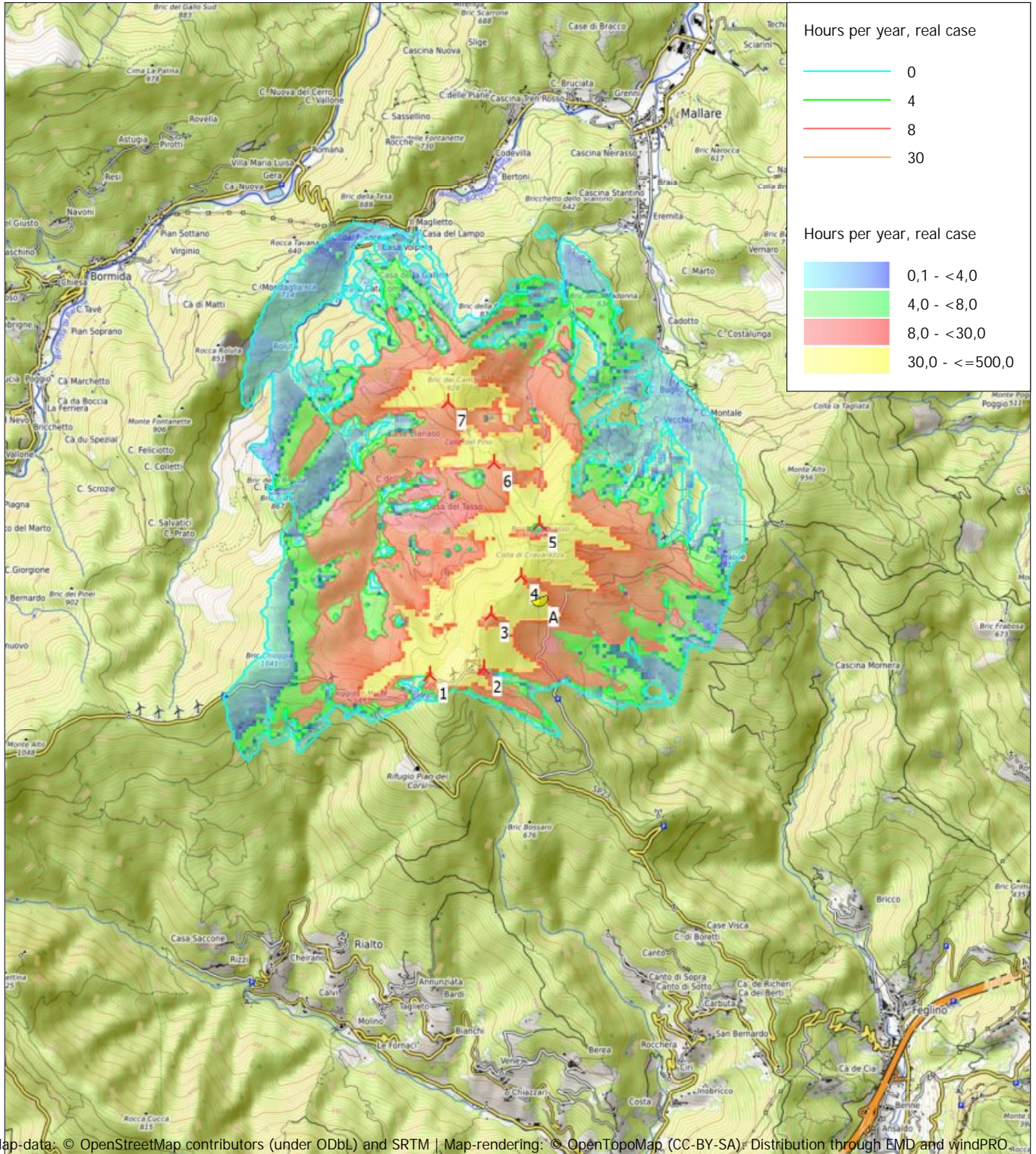
11 ALLEGATO 6 – MAPPE DI OMBREGGIAMENTO

SHADOW - Map

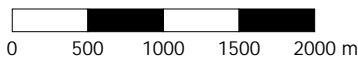


Map: windPRO European Satellite Imagery - 2.5m , Print scale 1:50.000, Map center Geo WGS84 East: 8,283502° E North: 44,255481° N
New WTG Shadow receptor
Flicker map level: Elevation Grid Data Object: Cravarezza - Simulazione Shadow_EMDGrid_0.wpg (1)
Time step: 4 minutes, Day step: 14 days, Map resolution: 30 m, Visibility resolution: 15 m, Eye height: 1,5 m

SHADOW - Map



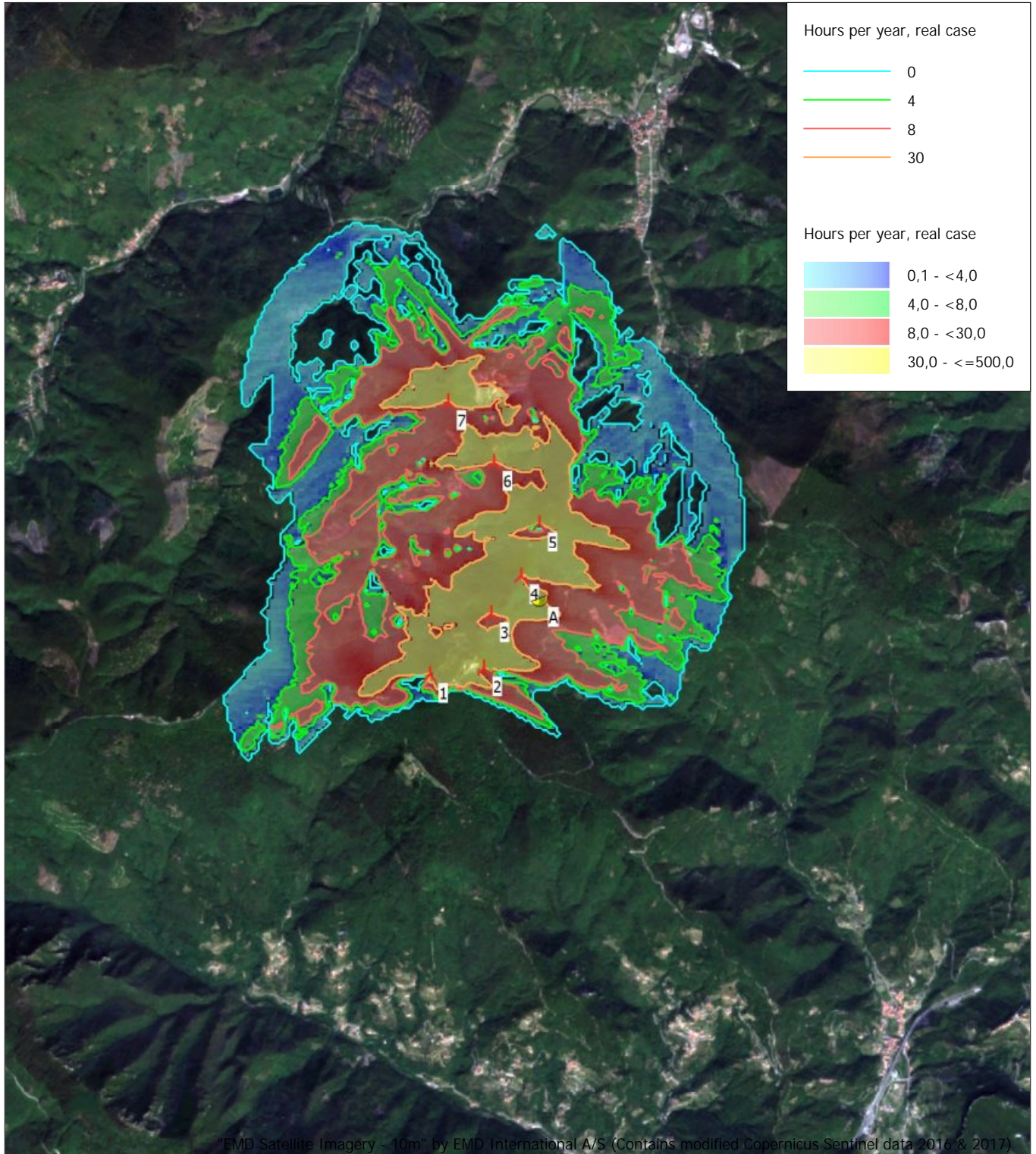
Map-data: © OpenStreetMap contributors (under ODbL) and SRTM | Map-rendering: © OpenTopoMap (CC-BY-SA) Distribution through EMD and windPRO.



New WTG

Map: OpenTopoMap , Print scale 1:50.000, Map center Geo WGS84 East: 8,283502° E North: 44,255481° N
 Shadow receptor
 Flicker map level: Elevation Grid Data Object: Cravarezza - Simulazione Shadow_EMDGrid_0.wpg (1)
 Time step: 4 minutes, Day step: 14 days, Map resolution: 30 m, Visibility resolution: 15 m, Eye height: 1,5 m

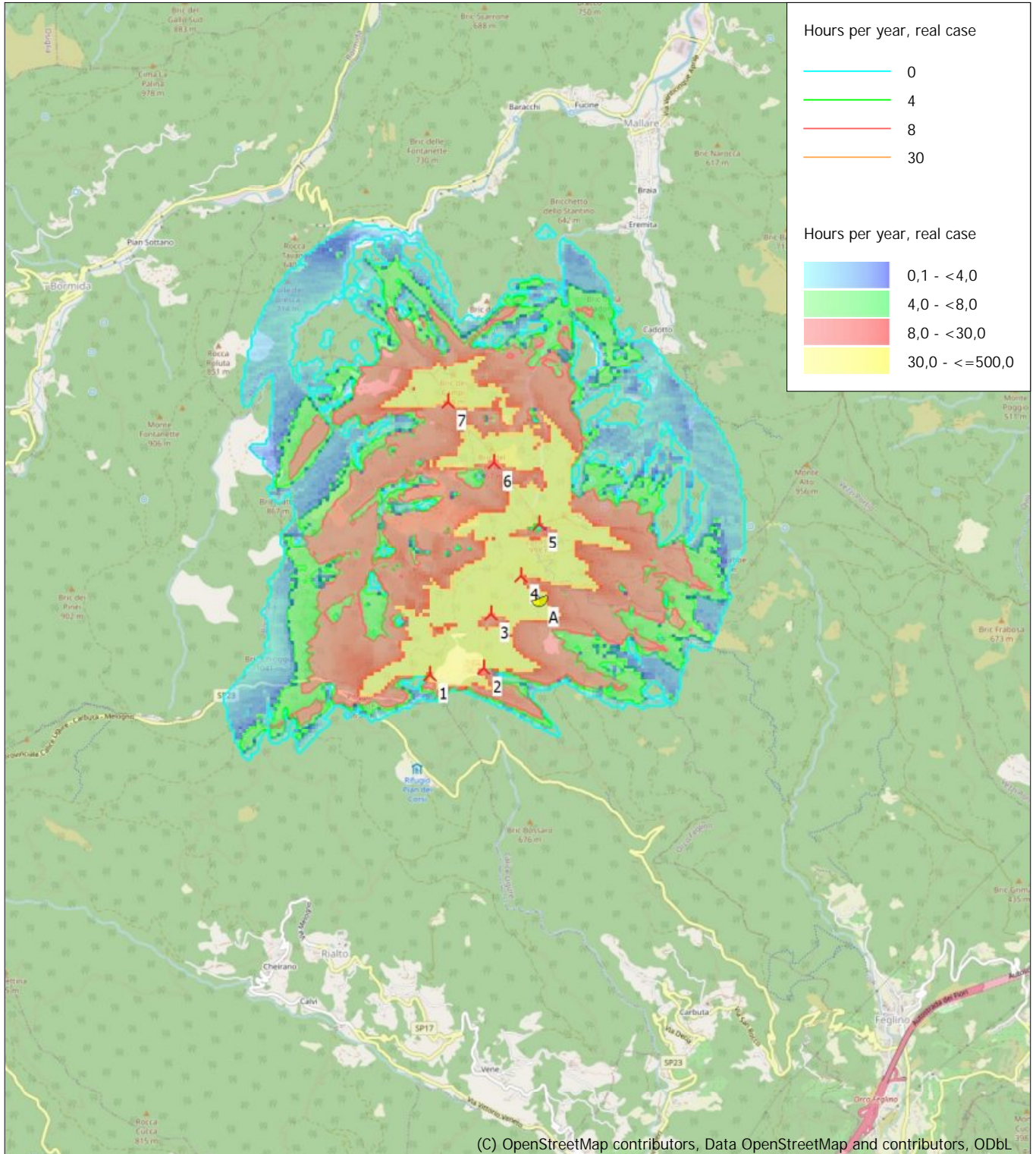
SHADOW - Map



0 500 1000 1500 2000 m

Map: windPRO Global Satellite Imagery - 10m (2022) , Print scale 1:50.000, Map center Geo WGS84 East: 8,283502° E North: 44,255481° N
New WTG Shadow receptor
Flicker map level: Elevation Grid Data Object: Cravarezza - Simulazione Shadow_EMDGrid_0.wpg (1)
Time step: 4 minutes, Day step: 14 days, Map resolution: 30 m, Visibility resolution: 15 m, Eye height: 1,5 m

SHADOW - Map



(C) OpenStreetMap contributors, Data OpenStreetMap and contributors, ODbL

0 500 1000 1500 2000 m

Map: EMD OpenStreetMap , Print scale 1:50.000, Map center Geo WGS84 East: 8,283502° E North: 44,255481° N

New WTG

Shadow receptor

Flicker map level: Elevation Grid Data Object: Cravarezza - Simulazione Shadow_EMDGrid_0.wpg (1)

Time step: 4 minutes, Day step: 14 days, Map resolution: 30 m, Visibility resolution: 15 m, Eye height: 1,5 m

12 ALLEGATO – DATI STATISTICI DELLA DISTRIBUZIONE DEL VENTO

