

REGIONE
CALABRIA



Provincia di
Catanzaro



Committente:



PLT engineering s.r.l.
via Dismano 1280
47522 Cesena (FC)
P.IVA/C.F. 05857900723

Titolo del Progetto:

PARCO EOLICO "SELLIA MARINA"

Documento:

PROGETTO DEFINITIVO

ID PROGETTO:

PESM

DISCIPLINA:

CAPITOLO:

N° Documento:

PESM-S01.05

Elaborato:

STUDIO FLICKERING

SCALA:

FORMATO:

A4

Nome file:

PESM-S01.05_Studio_Flickering.pdf

Progettazione:



Ing. Saverio Pagliuso

**Studi geologici, agronomici,
archeologici e ambientali a
cura di:**



Gruppo di lavoro:

Dott.ssa Maria Antonietta Marino
Dott. Gualtiero Bellomo
Prof. Vittorio Amadio Guidi
Dott. Fabio Interrante
Dott. Sebastiano Muratore
Ing. Claudio Giannobile

VAMIRGEOIND
AMBIENTE GEOLOGIA E GEOFISICA s.r.l.
Direttore Tecnico
Dott.ssa MARINO MARIA ANTONIETTA

Rev:	Data Revisione	Descrizione Revisione	Redatto	Controllato	Approvato
00	01/2021	PRIMA EMISSIONE	VAMIRGEOIND	VAMIRGEOIND	PLT
01	06/2021	REVISIONE 01	VAMIRGEOIND	VAMIRGEOIND	PLT

Indice

1	<i>Premessa</i>	2
2	<i>Cenni sul fenomeno dello shadow flickering</i>	4
3	<i>Calcolo dello shadow flickering</i>	8
3.1	<i>DESCRIZIONE DELL'AMBITO DI STUDIO</i>	8
3.2	<i>CONFIGURAZIONE D'IMPIANTO</i>	10
3.3	<i>INDIVIDUAZIONE DEI RICETTORI</i>	13
3.4	<i>METODOLOGIA DI CALCOLO E SOFTWARE UTILIZZATO</i>	33
3.5	<i>RISULTATI</i>	39
4	<i>CONCLUSIONI</i>	60

Elaborati grafici

- T01: mappa di potenziale interferenza da shadow flickering

1 PREMESSA

Nei Comuni di Sellia Marina e Soveria Simeri in provincia di Catanzaro (CZ) è prevista la realizzazione di un campo eolico costituito da 14 aerogeneratori, ciascuno di potenza nominale pari a 6.0 MW.

L'impianto è localizzato per la quasi totalità, 11 delle 14 turbine, sul territorio a nord-ovest del Comune di Sellia Marina mentre le rimanenti turbine si trovano nel territorio facente parte del Comune di Soveria Simeri. Il campo eolico si estende, a partire da circa 4 km dalla costa di Sellia Marina, fino alla zona nord-est del di Soveria Simeri.

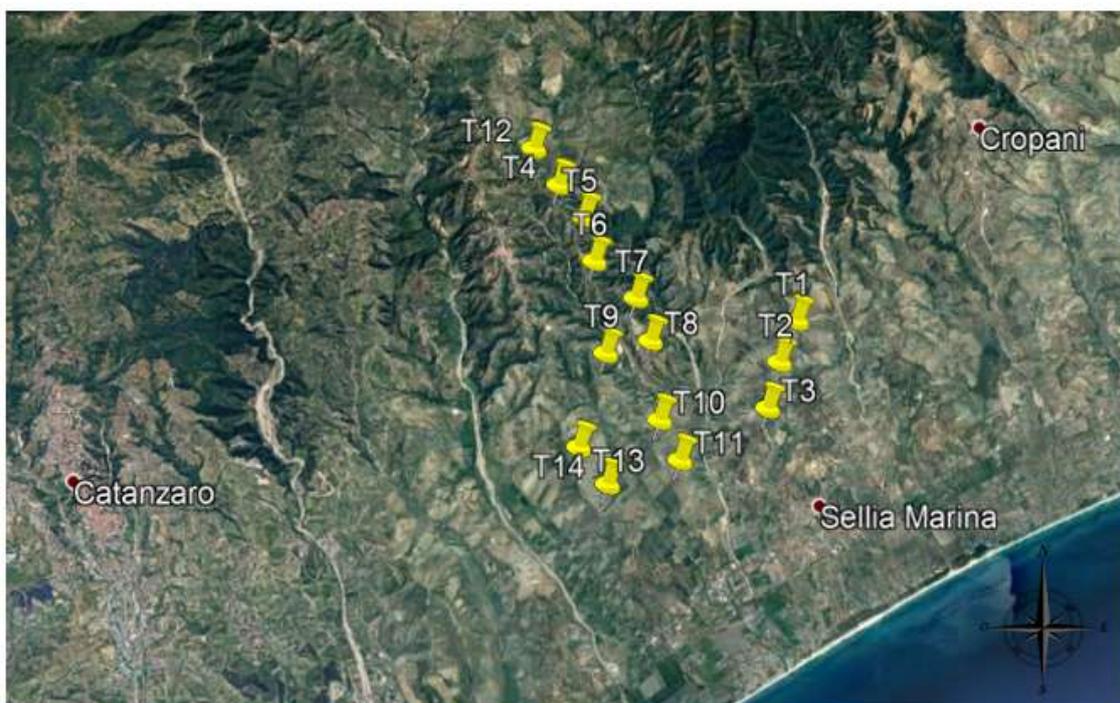


Figura 1 Localizzazione del campo eolico oggetto di studio

La tipologia di macchina impiegata è di tipo ad asse orizzontale in cui il sostegno, ovvero una torre tubolare con altezza pari a 126 m, porta alla sua sommità la navicella, al cui lato esterno è collegata un rotore di diametro di 162 m.

2 CENNI SUL FENOMENO DELLO SHADOW FLICKERING

Le turbine eoliche, come altre strutture fortemente sviluppate in altezza, proiettano un'ombra sulle aree adiacenti in presenza di luce solare diretta.

Il cosiddetto fenomeno del “flickering” indica l'effetto di lampeggiamento che si verifica quando le pale del rotore in movimento “tagliano” la luce solare in maniera intermittente.

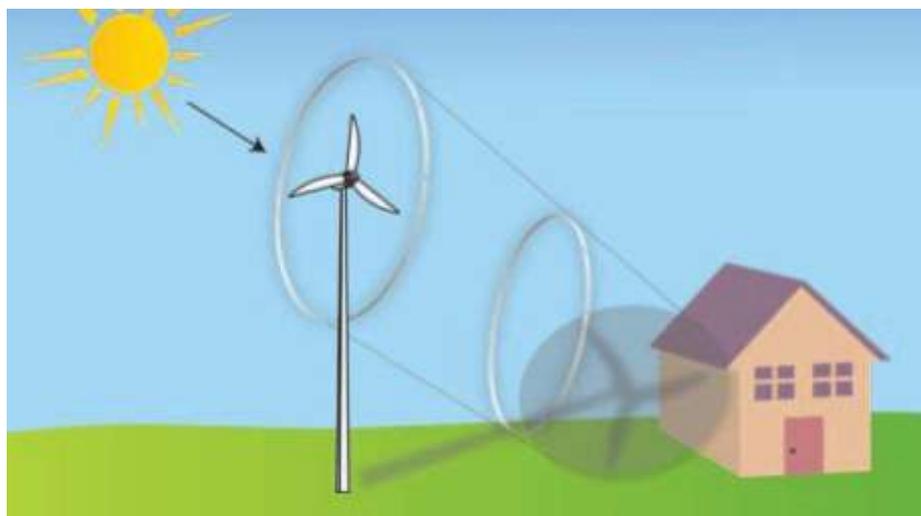


Figura 2 Esempio di effetto flickering

Questa variazione alternata di intensità luminosa, a lungo andare, può provocare fastidio agli occupanti delle abitazioni le cui finestre risultano esposte al fenomeno stesso. Ovviamente, tale fenomeno risulta assente sia quando il sole è oscurato da nuvole o nebbia, sia quando, in specifiche condizioni 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 sottoposta a continui sbalzi della tensione della rete di alimentazione elettrica.

Tuttavia, i più recenti aerogeneratori tripala operano ad una velocità di rotazione massima di 25 giri al minuto, corrispondente ad una frequenza di passaggio delle pale sulla verticale inferiore a 0.5 Hz, minore, quindi, della frequenza critica di 2.5 Hz.

Inoltre, i generatori di grande potenza (dal MW in su, come nel caso in oggetto) mediamente non superano la velocità di rotazione di 15 giri al minuto, corrispondente a frequenze di passaggio delle pale (0.25 Hz) ampiamente minori di quelle ritenute fastidiose per la maggioranza degli individui.

Studi condotti sui possibili effetti dello shadow flickering sulla salute umana raccomandano, al fine di ridurre al minimo i fastidi, una velocità di flickering non superiore a 3 tagli al secondo (Harding, 4 Aprile 2008). Nel caso di aerogeneratori tripala, tale frequenza si traduce in una velocità massima di rotazione del rotore di 60 rpm (rotazioni per minuto).

Le relazioni spaziali tra un aerogeneratore ed un ricettore sensibile, così come la direzione del vento, l'intensità del medesimo, la copertura del cielo, la posizione del sole (variabile nell'arco dell'anno) risultano essere fattori chiave per la esistenza e durata del fenomeno di shadow flickering.

Per distanze dell'ordine dei 500 m, il fenomeno in esame potrebbe verificarsi all'alba oppure al tramonto, ossia in quelle ore in cui le ombre risultano molto lunghe per effetto della piccola elevazione solare. Al di là di una certa distanza, in realtà l'ombra smette di essere un problema perché il rapporto tra lo spessore della pala ed il diametro del sole diventa molto piccolo.

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

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

In un'ottica generale e in relazione alle condizioni meteorologiche medie della penisola italiana, è possibile affermare che le aree soggette al fenomeno di shadow flickering non si estendono mai oltre i 500-2000 m dall'aerogeneratore e le zone a maggiore impatto ricadono solitamente entro i 300 m di distanza dalle macchine con durata del fenomeno dell'ordine delle 200 ore all'anno e non superiore in genere ai 20/30 minuti di durata nell'arco di una giornata.

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.

La tipologia di aerogeneratore prevista per l'installazione ha una velocità di rotazione massima di 8,5 rpm che corrisponde ad una velocità massima di flickering di 0,45 tagli al secondo, nettamente inferiore alla frequenza massima raccomandata per la tutela della salute umana.

Tuttavia, una progettazione attenta è fondamentale per evitare questo fenomeno.

In relazione a ciò, si fa presente che, quale misura di prevenzione, già in fase di scelta delle aree sulle quali ubicare l'impianto si è cercato di localizzare gli aerogeneratori il più possibile distanti dall'area urbana oltreché dagli edifici abitativi e lavorativi.

3 CALCOLO DELLO SHADOW FLICKERING

3.1 DESCRIZIONE DELL'AMBITO DI STUDIO

Il comune di Sellia Marina è situato nel territorio della provincia di Catanzaro in Calabria, si estende per 41,5 km² ed occupa una fascia costiera ionica di 14 km all'interno del Golfo di Squillace. Il territorio è caratterizzato da lunghe spiagge sabbiose e a tratti selvagge.

Queste sono protette da una fascia di vegetazione che passa dai bassi arbusti alle foreste di pini ed eucalipti. A ridosso della costa invece si estendono enormi agrumeti.

Le attuali delimitazioni del territorio comunale sono costituite da elementi del paesaggio naturale o antropizzato, quali corsi d'acqua, rilievi collinari, linee di spartiacque, antiche mulattiere e la costa ionica calabra.

Il comune di Soveria Simeri, anch'esso situato nel territorio della provincia di Catanzaro in Calabria, si estende per 22,3 km². Prende il suo nome dall'omonimo fiume Simeri che nasce nella Sila Piccola e scorre sul territorio fino a sfociare nel Golfo di Squillace.

Nello specifico, l'ambito di studio preso in considerazione per l'analisi del fenomeno di shadow flicker ha un'estensione pari a circa 90 km² (10x9 km) a nord-ovest del Comune di Sellia Marina e delimitato:

- ✓ A Nord dai rilievi montuosi e collinari appartenenti al comune di Soveria Simeri;
- ✓ A Sud dalle località Laca, frazione del comune di Soveria Simeri, Uria, Grandine e Calabricata, appartenenti al Comune di Sellia

Marina e dalla Strada Statale 106 che percorre il litorale ionico del Golfo di Squillace;

- ✓ Ad Est dai territori collinari a nord della frazione Calabricata e dalla Strada Provinciale che congiunge Uria con Zagarise;
- ✓ Ad Ovest dal Comune di Soveria Simeri distante 16 km da Catanzaro, 12 km dalla costa ionica e 20 km dai monti della Sila caratterizzati dalla presenza di varie cime montuose, altipiani, folte zone boschive e laghi artificiali d'altura.

L'ambito di studio quindi attraversa territori eterogenei per conformazione e caratteristiche meteo climatiche, in ragione della differente elevazione delle zone oggetto di studio che vanno dalla costa fino a rilievi montuosi di 500 m sul livello del mare.



Figura 3 Ambito di studio facente parte dei Comuni di Sellia Marina e Soveria Simeri (CZ)

3.2 CONFIGURAZIONE D'IMPIANTO

Nelle seguenti tabelle vengono geolocalizzate e descritte dal punto di vista tecnico le turbine la cui installazione è prevista per il campo eolico di Sellia Marina.

Studio Shadow Flickering allegato allo Studio di Impatto Ambientale – Progetto per la realizzazione di un parco eolico sito nel territorio comunale di Sellia Marina e Soveria Simeri (Cz)

Turbina	Comune	Coordinate UTM		Altitudine [m]
		Long. E [m]	Lat. N [m]	
T1	Sellia Marina	650867.0	4310763.0	184
T2	Sellia Marina	650563.0	4310007.0	167
T3	Sellia Marina	650359.0	4309171.0	133
T4	Sellia Marina	646332.0	4313138.0	363
T5	Sellia Marina	646827.0	4312561.0	301
T6	Sellia Marina	647046.0	4311766.0	288
T7	Sellia Marina	647839.0	4311114.0	203
T8	Sellia Marina	648131.0	4310347.0	145
T9	Soveria Simeri	647306.0	4310105.0	167
T10	Sellia Marina	648351.0	4308920.0	122
T11	Sellia Marina	648753.0	4308205.0	104
T12	Sellia Marina	645843.0	4313797.0	400
T13	Soveria Simeri	646867.0	4308403.0	144
T14	Soveria Simeri	647423.0	4307753.0	150

Tabella 1 Coordinate geografiche puntuali turbine d'impianto

Studio Shadow Flickering allegato allo Studio di Impatto Ambientale – Progetto per la realizzazione di un parco eolico sito nel territorio comunale di Sellia Marina e Soveria Simeri (Cz)

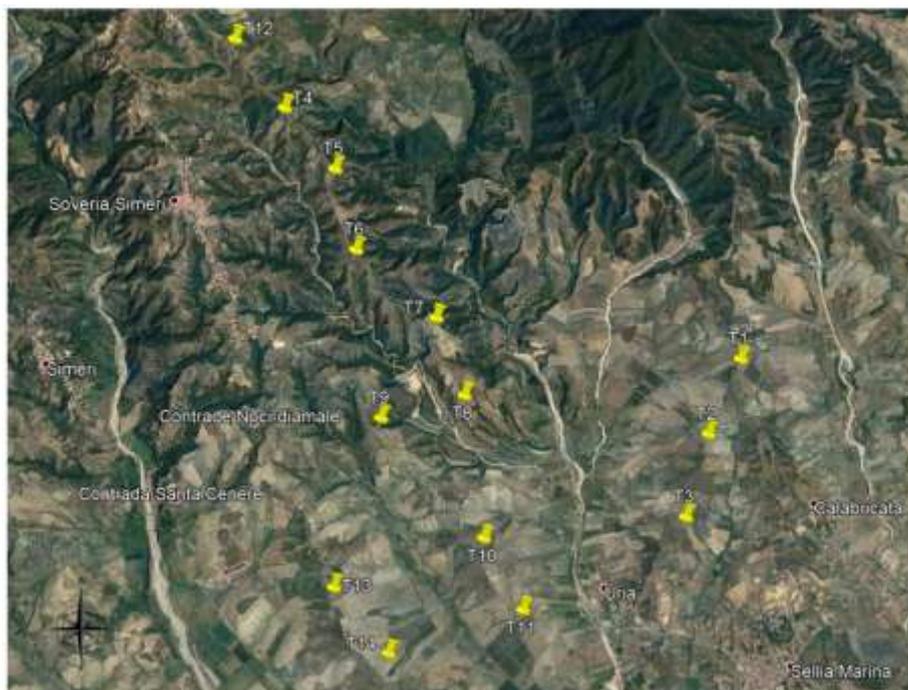


Figura 4 Posizione delle turbine sul territorio (Sellia Marina e Soveria Simeri, CZ)

Di seguito è riportata una scheda riassuntiva delle principali caratteristiche della turbina che si intendono installare di potenza nominale pari a 6.0 MW:

Potenza nominale	6,0 MW
n° pale	3
Diametro rotore	162 m
Area spazzata	20 612 m ²
Altezza mozzo rotore	126,0 m
Tipologia torre	tubolare
Velocità di rotazione del rotore	8,5 rpm
Velocità vento di avvio	3,0 m/s
Velocità vento nominale	15,0 m/s
Velocità vento di stacco	25,0 m/s

Tabella 2 Estratto delle specifiche tecniche delle turbine che si intendono installare.

3.3 INDIVIDUAZIONE DEI RICETTORI

Successivamente, ai fini della previsione degli impatti indotti sulle abitazioni e sugli edifici lavorativi dall'impianto eolico in progetto, sono stati censiti i ricettori presenti nel raggio di 2km dagli aerogeneratori.

Distanza oltre la quale si può ipotizzare essere nullo il fenomeno di shadow flickering.

I ricettori sono stati individuati calcolando l'involuppo delle circonferenze di raggio pari a 2km con centro geometrico corrispondente alle coordinate geografiche delle turbine, precedentemente indicate (vedi Tabella 1).

Per snellire il modello di calcolo, considerato che il software di analisi WindFarm R5 non è in grado di tenere conto delle zone d'ombra prodotte reciprocamente da edifici ravvicinati, le quali di fatto annullano il fenomeno di shadow flickering dovuto alle turbine, per i centri abitati più densamente edificati sono stati presi in considerazione i soli ricettori perimetrali.

Sono stati quindi censiti un totale di 447 edifici, appartenenti ai Comuni di Sellia Marina e Soveria Simeri, i quali risultano essere adibiti ad abitazione o luoghi lavorativi, mentre sono stati esclusi dall'analisi i depositi e magazzini agricoli.

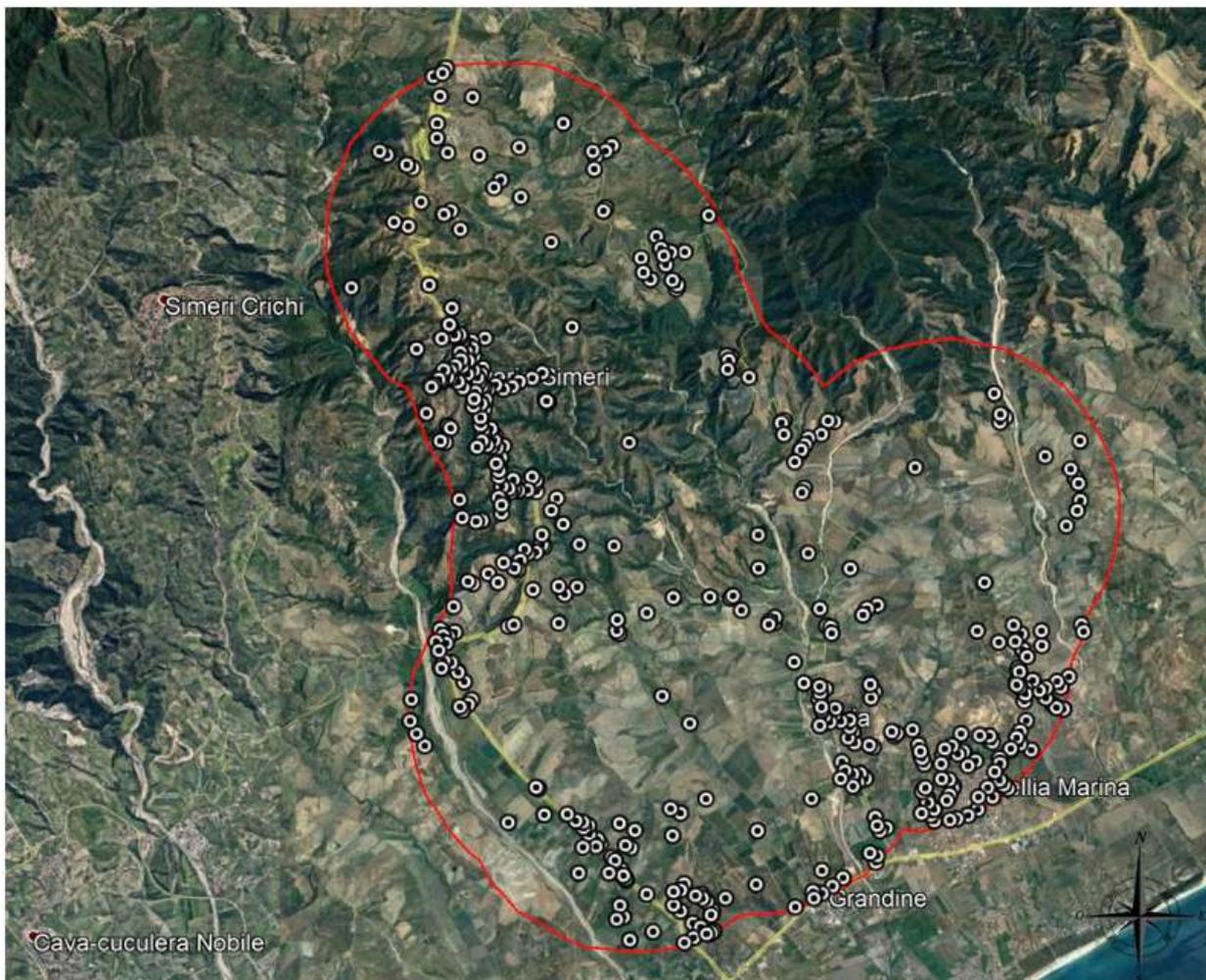


Figura 5 Ricettori (bianco) nell'area di studio (rosso)

Infatti, sebbene il fenomeno possa essere percepito anche all'esterno, esso risulta evidente e fastidioso in quegli ambienti (abitativi o lavorativi) con finestre che si trovano sul prolungamento della direttrice sole-turbina, per questo motivo, si è considerato nella simulazione la presenza di finestre di altezza 1 metro e larghezza 1 metro posizionate ad altezza dal suolo di 2 metri e disposte su tutte le facciate degli edifici.

Di seguito sono riportati i riferimenti geografici dei ricettori individuati (cfr. Figura 7) e l'orientamento delle finestre ipotizzate.



Figura 6 Esempio di identificazione dell'orientamento delle finestre dei ricettori

Tuttavia, in questo caso, data l'entità dei ricettori in studio (447 edifici), si è ipotizzata una disposizione fissa delle finestre rispetto al nord pari a 0, 90, 180 e 270 gradi.

Studio Shadow Flickering allegato allo Studio di Impatto Ambientale – Progetto per la realizzazione di un parco eolico sito nel territorio comunale di Sellia Marina e Soveria Simeri (Cz)

Ric.	Coordinate UTM		Numero finestre e orientamento rispetto al NORD
	Long. E [m]	Lat. N [m]	
R1	645058	4308087	4(0 – 90 – 180 - 270)
R2	644960	4308223	4(0 – 90 – 180 - 270)
R3	644886	4308366	4(0 – 90 – 180 - 270)
R4	644896	4308611	4(0 – 90 – 180 - 270)
R5	645198	4309176	4(0 – 90 – 180 - 270)
R6	645168	4309278	4(0 – 90 – 180 - 270)
R7	645216	4309417	4(0 – 90 – 180 - 270)
R8	645249	4309349	4(0 – 90 – 180 - 270)
R9	645372	4309681	4(0 – 90 – 180 - 270)
R10	645531	4309968	4(0 – 90 – 180 - 270)
R11	645586	4309945	4(0 – 90 – 180 - 270)
R12	645761	4310063	4(0 – 90 – 180 - 270)
R13	645462	4310689	4(0 – 90 – 180 - 270)
R14	645427	4310893	4(0 – 90 – 180 - 270)
R15	645267	4311531	4(0 – 90 – 180 - 270)
R16	645214	4311545	4(0 – 90 – 180 - 270)
R17	645330	4311690	4(0 – 90 – 180 - 270)
R18	645302	4311711	4(0 – 90 – 180 - 270)
R19	645054	4311855	4(0 – 90 – 180 - 270)
R20	645113	4312144	4(0 – 90 – 180 - 270)
R21	645138	4312167	4(0 – 90 – 180 - 270)
R22	644939	4312567	4(0 – 90 – 180 - 270)
R23	644191	4313249	4(0 – 90 – 180 - 270)
R24	644686	4313963	4(0 – 90 – 180 - 270)
R25	644505	4314756	4(0 – 90 – 180 - 270)
R26	644589	4314715	4(0 – 90 – 180 - 270)
R27	644886	4314560	4(0 – 90 – 180 - 270)

Studio Shadow Flickering allegato allo Studio di Impatto Ambientale – Progetto per la realizzazione di un parco eolico sito nel territorio comunale di Sellia Marina e Soveria Simeri (Cz)

Ric.	Coordinate UTM		Numero finestre e orientamento rispetto al NORD
	Long. E [m]	Lat. N [m]	
R28	644821	4314597	4(0 – 90 – 180 - 270)
R29	645168	4315675	4(0 – 90 – 180 - 270)
R30	645207	4315729	4(0 – 90 – 180 - 270)
R31	646523	4315149	4(0 – 90 – 180 - 270)
R32	647075	4314903	4(0 – 90 – 180 - 270)
R33	647006	4314836	4(0 – 90 – 180 - 270)
R34	646878	4314640	4(0 – 90 – 180 - 270)
R35	648168	4314177	4(0 – 90 – 180 - 270)
R36	648426	4312528	4(0 – 90 – 180 - 270)
R37	648449	4312567	4(0 – 90 – 180 - 270)
R38	648403	4312578	4(0 – 90 – 180 - 270)
R39	648414	4312426	4(0 – 90 – 180 - 270)
R40	648657	4312338	4(0 – 90 – 180 - 270)
R41	649061	4311861	4(0 – 90 – 180 - 270)
R42	649032	4311835	4(0 – 90 – 180 - 270)
R43	649487	4311717	4(0 – 90 – 180 - 270)
R44	649339	4311669	4(0 – 90 – 180 - 270)
R45	649558	4311869	4(0 – 90 – 180 - 270)
R46	649632	4311863	4(0 – 90 – 180 - 270)
R47	651430	4312215	4(0 – 90 – 180 - 270)
R48	651505	4311981	4(0 – 90 – 180 - 270)
R49	651560	4311948	4(0 – 90 – 180 - 270)
R50	651502	4311892	4(0 – 90 – 180 - 270)
R51	652404	4311694	4(0 – 90 – 180 - 270)
R52	652018	4311513	4(0 – 90 – 180 - 270)
R53	652311	4311375	4(0 – 90 – 180 - 270)
R54	652370	4311273	4(0 – 90 – 180 - 270)

Studio Shadow Flickering allegato allo Studio di Impatto Ambientale – Progetto per la realizzazione di un parco eolico sito nel territorio comunale di Sellia Marina e Soveria Simeri (Cz)

Ric.	Coordinate UTM		Numero finestre e orientamento rispetto al NORD
	Long. E [m]	Lat. N [m]	
R55	652406	4311214	4(0 – 90 – 180 - 270)
R56	652432	4311021	4(0 – 90 – 180 - 270)
R57	652398	4310904	4(0 – 90 – 180 - 270)
R58	652282	4310730	4(0 – 90 – 180 - 270)
R59	652478	4309609	4(0 – 90 – 180 - 270)
R60	652504	4309529	4(0 – 90 – 180 - 270)
R61	652027	4309528	4(0 – 90 – 180 - 270)
R62	652035	4309361	4(0 – 90 – 180 - 270)
R63	652350	4309010	4(0 – 90 – 180 - 270)
R64	652218	4308953	4(0 – 90 – 180 - 270)
R65	652262	4308889	4(0 – 90 – 180 - 270)
R66	652092	4308879	4(0 – 90 – 180 - 270)
R67	652018	4308849	4(0 – 90 – 180 - 270)
R68	652093	4308761	4(0 – 90 – 180 - 270)
R69	652176	4308690	4(0 – 90 – 180 - 270)
R70	652216	4308655	4(0 – 90 – 180 - 270)
R71	652296	4308638	4(0 – 90 – 180 - 270)
R72	651871	4308502	4(0 – 90 – 180 - 270)
R73	651935	4308166	4(0 – 90 – 180 - 270)
R74	651683	4307720	4(0 – 90 – 180 - 270)
R75	651509	4307620	4(0 – 90 – 180 - 270)
R76	651345	4307476	4(0 – 90 – 180 - 270)
R77	651236	4307407	4(0 – 90 – 180 - 270)
R78	651110	4307365	4(0 – 90 – 180 - 270)
R79	651032	4307350	4(0 – 90 – 180 - 270)
R80	650854	4307337	4(0 – 90 – 180 - 270)
R81	650311	4307244	4(0 – 90 – 180 - 270)

Studio Shadow Flickering allegato allo Studio di Impatto Ambientale – Progetto per la realizzazione di un parco eolico sito nel territorio comunale di Sellia Marina e Soveria Simeri (Cz)

Ric.	Coordinate UTM		Numero finestre e orientamento rispetto al NORD
	Long. E [m]	Lat. N [m]	
R82	650240	4307209	4(0 – 90 – 180 - 270)
R83	650207	4307269	4(0 – 90 – 180 - 270)
R84	650184	4307364	4(0 – 90 – 180 - 270)
R85	650215	4306921	4(0 – 90 – 180 - 270)
R86	650133	4306953	4(0 – 90 – 180 - 270)
R87	650202	4306847	4(0 – 90 – 180 - 270)
R88	649832	4306662	4(0 – 90 – 180 - 270)
R89	649714	4306567	4(0 – 90 – 180 - 270)
R90	649598	4306481	4(0 – 90 – 180 - 270)
R91	649493	4306500	4(0 – 90 – 180 - 270)
R92	649506	4306423	4(0 – 90 – 180 - 270)
R93	649295	4306319	4(0 – 90 – 180 - 270)
R94	648356	4306272	4(0 – 90 – 180 - 270)
R95	648342	4306226	4(0 – 90 – 180 - 270)
R96	648375	4306038	4(0 – 90 – 180 - 270)
R97	648344	4306018	4(0 – 90 – 180 - 270)
R98	648294	4306003	4(0 – 90 – 180 - 270)
R99	648147	4305952	4(0 – 90 – 180 - 270)
R100	648043	4305891	4(0 – 90 – 180 - 270)
R101	647685	4306007	4(0 – 90 – 180 - 270)
R102	647422	4305906	4(0 – 90 – 180 - 270)
R103	647268	4306140	4(0 – 90 – 180 - 270)
R104	647344	4306169	4(0 – 90 – 180 - 270)
R105	647304	4306301	4(0 – 90 – 180 - 270)
R106	647172	4306671	4(0 – 90 – 180 - 270)
R107	646828	4306662	4(0 – 90 – 180 - 270)
R108	646871	4306959	4(0 – 90 – 180 - 270)

Studio Shadow Flickering allegato allo Studio di Impatto Ambientale – Progetto per la realizzazione di un parco eolico sito nel territorio comunale di Sellia Marina e Soveria Simeri (Cz)

Ric.	Coordinate UTM		Numero finestre e orientamento rispetto al NORD
	Long. E [m]	Lat. N [m]	
R109	647370	4306593	4(0 – 90 – 180 - 270)
R110	647360	4306616	4(0 – 90 – 180 - 270)
R111	647337	4306647	4(0 – 90 – 180 - 270)
R112	647307	4306712	4(0 – 90 – 180 - 270)
R113	647069	4307003	4(0 – 90 – 180 - 270)
R114	647021	4306972	4(0 – 90 – 180 - 270)
R115	647204	4306851	4(0 – 90 – 180 - 270)
R116	647239	4306818	4(0 – 90 – 180 - 270)
R117	647037	4307053	4(0 – 90 – 180 - 270)
R118	646940	4307111	4(0 – 90 – 180 - 270)
R119	646874	4307184	4(0 – 90 – 180 - 270)
R120	646930	4307211	4(0 – 90 – 180 - 270)
R121	647284	4307245	4(0 – 90 – 180 - 270)
R122	646686	4307337	4(0 – 90 – 180 - 270)
R123	646787	4307259	4(0 – 90 – 180 - 270)
R124	646865	4307246	4(0 – 90 – 180 - 270)
R125	646425	4307323	4(0 – 90 – 180 - 270)
R126	646017	4307226	4(0 – 90 – 180 - 270)
R127	646352	4307620	4(0 – 90 – 180 - 270)
R128	646327	4307635	4(0 – 90 – 180 - 270)
R129	645543	4308568	4(0 – 90 – 180 - 270)
R130	645475	4308499	4(0 – 90 – 180 - 270)
R131	645448	4308538	4(0 – 90 – 180 - 270)
R132	645581	4308622	4(0 – 90 – 180 - 270)
R133	645495	4308825	4(0 – 90 – 180 - 270)
R134	645423	4308932	4(0 – 90 – 180 - 270)
R135	645397	4308958	4(0 – 90 – 180 - 270)

Studio Shadow Flickering allegato allo Studio di Impatto Ambientale – Progetto per la realizzazione di un parco eolico sito nel territorio comunale di Sellia Marina e Soveria Simeri (Cz)

Ric.	Coordinate UTM		Numero finestre e orientamento rispetto al NORD
	Long. E [m]	Lat. N [m]	
R136	645341	4309041	4(0 – 90 – 180 - 270)
R137	645231	4308974	4(0 – 90 – 180 - 270)
R138	645258	4309057	4(0 – 90 – 180 - 270)
R139	645282	4309262	4(0 – 90 – 180 - 270)
R140	645309	4309335	4(0 – 90 – 180 - 270)
R141	645382	4309389	4(0 – 90 – 180 - 270)
R142	645995	4309469	4(0 – 90 – 180 - 270)
R143	646053	4309487	4(0 – 90 – 180 - 270)
R144	645870	4309964	4(0 – 90 – 180 - 270)
R145	646095	4310118	4(0 – 90 – 180 - 270)
R146	646054	4310128	4(0 – 90 – 180 - 270)
R147	645933	4310190	4(0 – 90 – 180 - 270)
R148	646120	4310219	4(0 – 90 – 180 - 270)
R149	646204	4310301	4(0 – 90 – 180 - 270)
R150	646169	4310345	4(0 – 90 – 180 - 270)
R151	646297	4310313	4(0 – 90 – 180 - 270)
R152	646388	4310381	4(0 – 90 – 180 - 270)
R153	646360	4310400	4(0 – 90 – 180 - 270)
R154	645620	4310649	4(0 – 90 – 180 - 270)
R155	645685	4310660	4(0 – 90 – 180 - 270)
R156	645906	4310748	4(0 – 90 – 180 - 270)
R157	645906	4310840	4(0 – 90 – 180 - 270)
R158	645911	4310879	4(0 – 90 – 180 - 270)
R159	645872	4310922	4(0 – 90 – 180 - 270)
R160	645998	4310984	4(0 – 90 – 180 - 270)
R161	645909	4311046	4(0 – 90 – 180 - 270)
R162	645986	4311026	4(0 – 90 – 180 - 270)

Studio Shadow Flickering allegato allo Studio di Impatto Ambientale – Progetto per la realizzazione di un parco eolico sito nel territorio comunale di Sellia Marina e Soveria Simeri (Cz)

Ric.	Coordinate UTM		Numero finestre e orientamento rispetto al NORD
	Long. E [m]	Lat. N [m]	
R163	646039	4311013	4(0 – 90 – 180 - 270)
R164	646092	4311003	4(0 – 90 – 180 - 270)
R165	646195	4311013	4(0 – 90 – 180 - 270)
R166	646297	4310998	4(0 – 90 – 180 - 270)
R167	646280	4311090	4(0 – 90 – 180 - 270)
R168	646286	4311127	4(0 – 90 – 180 - 270)
R169	646244	4311164	4(0 – 90 – 180 - 270)
R170	646034	4311127	4(0 – 90 – 180 - 270)
R171	645873	4311157	4(0 – 90 – 180 - 270)
R172	645874	4311224	4(0 – 90 – 180 - 270)
R173	645874	4311268	4(0 – 90 – 180 - 270)
R174	645841	4311303	4(0 – 90 – 180 - 270)
R175	645891	4311369	4(0 – 90 – 180 - 270)
R176	645923	4311502	4(0 – 90 – 180 - 270)
R177	645850	4311484	4(0 – 90 – 180 - 270)
R178	645785	4311493	4(0 – 90 – 180 - 270)
R179	645736	4311508	4(0 – 90 – 180 - 270)
R180	645624	4311484	4(0 – 90 – 180 - 270)
R181	645827	4311611	4(0 – 90 – 180 - 270)
R182	645813	4311562	4(0 – 90 – 180 - 270)
R183	645679	4311550	4(0 – 90 – 180 - 270)
R184	645784	4311646	4(0 – 90 – 180 - 270)
R185	645775	4311692	4(0 – 90 – 180 - 270)
R186	645698	4311624	4(0 – 90 – 180 - 270)
R187	645685	4311673	4(0 – 90 – 180 - 270)
R188	645665	4311736	4(0 – 90 – 180 - 270)
R189	645661	4311815	4(0 – 90 – 180 - 270)

Studio Shadow Flickering allegato allo Studio di Impatto Ambientale – Progetto per la realizzazione di un parco eolico sito nel territorio comunale di Sellia Marina e Soveria Simeri (Cz)

Ric.	Coordinate UTM		Numero finestre e orientamento rispetto al NORD
	Long. E [m]	Lat. N [m]	
R190	645698	4311910	4(0 – 90 – 180 - 270)
R191	645581	4311940	4(0 – 90 – 180 - 270)
R192	645665	4311968	4(0 – 90 – 180 - 270)
R193	645713	4312017	4(0 – 90 – 180 - 270)
R194	645740	4312124	4(0 – 90 – 180 - 270)
R195	645673	4312106	4(0 – 90 – 180 - 270)
R196	645602	4312096	4(0 – 90 – 180 - 270)
R197	645464	4312143	4(0 – 90 – 180 - 270)
R198	645409	4312206	4(0 – 90 – 180 - 270)
R199	645325	4312245	4(0 – 90 – 180 - 270)
R200	645291	4312257	4(0 – 90 – 180 - 270)
R201	645254	4312226	4(0 – 90 – 180 - 270)
R202	645217	4312212	4(0 – 90 – 180 - 270)
R203	645914	4312137	4(0 – 90 – 180 - 270)
R204	645827	4312183	4(0 – 90 – 180 - 270)
R205	645697	4312151	4(0 – 90 – 180 - 270)
R206	645668	4312162	4(0 – 90 – 180 - 270)
R207	645639	4312211	4(0 – 90 – 180 - 270)
R208	645624	4312257	4(0 – 90 – 180 - 270)
R209	645660	4312301	4(0 – 90 – 180 - 270)
R210	645678	4312370	4(0 – 90 – 180 - 270)
R211	645551	4312467	4(0 – 90 – 180 - 270)
R212	645193	4312231	4(0 – 90 – 180 - 270)
R213	645245	4312340	4(0 – 90 – 180 - 270)
R214	645517	4312444	4(0 – 90 – 180 - 270)
R215	645578	4312340	4(0 – 90 – 180 - 270)
R216	645578	4312502	4(0 – 90 – 180 - 270)

Studio Shadow Flickering allegato allo Studio di Impatto Ambientale – Progetto per la realizzazione di un parco eolico sito nel territorio comunale di Sellia Marina e Soveria Simeri (Cz)

Ric.	Coordinate UTM		Numero finestre e orientamento rispetto al NORD
	Long. E [m]	Lat. N [m]	
R217	645551	4312528	4(0 – 90 – 180 - 270)
R218	645564	4312584	4(0 – 90 – 180 - 270)
R219	645498	4312542	4(0 – 90 – 180 - 270)
R220	645432	4312535	4(0 – 90 – 180 - 270)
R221	645441	4312453	4(0 – 90 – 180 - 270)
R222	645453	4312382	4(0 – 90 – 180 - 270)
R223	645513	4312295	4(0 – 90 – 180 - 270)
R224	645379	4312385	4(0 – 90 – 180 - 270)
R225	645319	4312329	4(0 – 90 – 180 - 270)
R226	645558	4312663	4(0 – 90 – 180 - 270)
R227	645701	4312703	4(0 – 90 – 180 - 270)
R228	645472	4312577	4(0 – 90 – 180 - 270)
R229	645433	4312630	4(0 – 90 – 180 - 270)
R230	645452	4312667	4(0 – 90 – 180 - 270)
R231	645434	4312709	4(0 – 90 – 180 - 270)
R232	645423	4312735	4(0 – 90 – 180 - 270)
R233	645365	4312725	4(0 – 90 – 180 - 270)
R234	645226	4312683	4(0 – 90 – 180 - 270)
R235	645305	4312845	4(0 – 90 – 180 - 270)
R236	645314	4312827	4(0 – 90 – 180 - 270)
R237	644846	4313917	4(0 – 90 – 180 - 270)
R238	645235	4314065	4(0 – 90 – 180 - 270)
R239	645313	4314102	4(0 – 90 – 180 - 270)
R240	645416	4313902	4(0 – 90 – 180 - 270)
R241	644983	4314191	4(0 – 90 – 180 - 270)
R242	645073	4313284	4(0 – 90 – 180 - 270)
R243	645328	4313032	4(0 – 90 – 180 - 270)

Studio Shadow Flickering allegato allo Studio di Impatto Ambientale – Progetto per la realizzazione di un parco eolico sito nel territorio comunale di Sellia Marina e Soveria Simeri (Cz)

Ric.	Coordinate UTM		Numero finestre e orientamento rispetto al NORD
	Long. E [m]	Lat. N [m]	
R244	645128	4315094	4(0 – 90 – 180 - 270)
R245	645150	4315408	4(0 – 90 – 180 - 270)
R246	645067	4315636	4(0 – 90 – 180 - 270)
R247	646031	4314876	4(0 – 90 – 180 - 270)
R248	645585	4314775	4(0 – 90 – 180 - 270)
R249	645502	4315420	4(0 – 90 – 180 - 270)
R250	646862	4314830	4(0 – 90 – 180 - 270)
R251	646893	4314773	4(0 – 90 – 180 - 270)
R252	646058	4314316	4(0 – 90 – 180 - 270)
R253	645761	4314410	4(0 – 90 – 180 - 270)
R254	645833	4314502	4(0 – 90 – 180 - 270)
R255	646086	4312231	4(0 – 90 – 180 - 270)
R256	646230	4312269	4(0 – 90 – 180 - 270)
R257	646342	4312333	4(0 – 90 – 180 - 270)
R258	646012	4312169	4(0 – 90 – 180 - 270)
R259	646384	4312026	4(0 – 90 – 180 - 270)
R260	646394	4312016	4(0 – 90 – 180 - 270)
R261	646415	4312003	4(0 – 90 – 180 - 270)
R262	646667	4312850	4(0 – 90 – 180 - 270)
R263	646405	4313823	4(0 – 90 – 180 - 270)
R264	646990	4314171	4(0 – 90 – 180 - 270)
R265	647013	4314205	4(0 – 90 – 180 - 270)
R266	647584	4313916	4(0 – 90 – 180 - 270)
R267	647635	4313784	4(0 – 90 – 180 - 270)
R268	647418	4313664	4(0 – 90 – 180 - 270)
R269	647670	4313703	4(0 – 90 – 180 - 270)
R270	647747	4313744	4(0 – 90 – 180 - 270)

Studio Shadow Flickering allegato allo Studio di Impatto Ambientale – Progetto per la realizzazione di un parco eolico sito nel territorio comunale di Sellia Marina e Soveria Simeri (Cz)

Ric.	Coordinate UTM		Numero finestre e orientamento rispetto al NORD
	Long. E [m]	Lat. N [m]	
R271	647904	4313755	4(0 – 90 – 180 - 270)
R272	647694	4313599	4(0 – 90 – 180 - 270)
R273	647446	4313503	4(0 – 90 – 180 - 270)
R274	647527	4313426	4(0 – 90 – 180 - 270)
R275	647818	4313332	4(0 – 90 – 180 - 270)
R276	647826	4313378	4(0 – 90 – 180 - 270)
R277	647772	4313428	4(0 – 90 – 180 - 270)
R278	645242	4314782	4(0 – 90 – 180 - 270)
R279	645128	4314933	4(0 – 90 – 180 - 270)
R280	647913	4306321	4(0 – 90 – 180 - 270)
R281	647993	4306254	4(0 – 90 – 180 - 270)
R282	648136	4306123	4(0 – 90 – 180 - 270)
R283	648224	4306080	4(0 – 90 – 180 - 270)
R284	648241	4306412	4(0 – 90 – 180 - 270)
R285	648222	4306456	4(0 – 90 – 180 - 270)
R286	648162	4306443	4(0 – 90 – 180 - 270)
R287	647993	4306504	4(0 – 90 – 180 - 270)
R288	648032	4306578	4(0 – 90 – 180 - 270)
R289	647912	4306483	4(0 – 90 – 180 - 270)
R290	647605	4306438	4(0 – 90 – 180 - 270)
R291	647462	4307171	4(0 – 90 – 180 - 270)
R292	647890	4307127	4(0 – 90 – 180 - 270)
R293	648259	4307545	4(0 – 90 – 180 - 270)
R294	647863	4307434	4(0 – 90 – 180 - 270)
R295	647740	4308705	4(0 – 90 – 180 - 270)
R296	647239	4309408	4(0 – 90 – 180 - 270)
R297	647212	4309440	4(0 – 90 – 180 - 270)

Studio Shadow Flickering allegato allo Studio di Impatto Ambientale – Progetto per la realizzazione di un parco eolico sito nel territorio comunale di Sellia Marina e Soveria Simeri (Cz)

Ric.	Coordinate UTM		Numero finestre e orientamento rispetto al NORD
	Long. E [m]	Lat. N [m]	
R298	647218	4309567	4(0 – 90 – 180 - 270)
R299	647551	4309650	4(0 – 90 – 180 - 270)
R300	646559	4309515	4(0 – 90 – 180 - 270)
R301	646266	4309890	4(0 – 90 – 180 - 270)
R302	646764	4309929	4(0 – 90 – 180 - 270)
R303	646624	4309843	4(0 – 90 – 180 - 270)
R304	646556	4309933	4(0 – 90 – 180 - 270)
R305	647171	4310404	4(0 – 90 – 180 - 270)
R306	646783	4310411	4(0 – 90 – 180 - 270)
R307	646524	4310927	4(0 – 90 – 180 - 270)
R308	646361	4310515	4(0 – 90 – 180 - 270)
R309	646598	4310638	4(0 – 90 – 180 - 270)
R310	646463	4310791	4(0 – 90 – 180 - 270)
R311	645591	4312019	4(0 – 90 – 180 - 270)
R312	647324	4311572	4(0 – 90 – 180 - 270)
R313	648260	4309843	4(0 – 90 – 180 - 270)
R314	648523	4309863	4(0 – 90 – 180 - 270)
R315	648496	4309839	4(0 – 90 – 180 - 270)
R316	647847	4309831	4(0 – 90 – 180 - 270)
R317	648621	4309699	4(0 – 90 – 180 - 270)
R318	648059	4308398	4(0 – 90 – 180 - 270)
R319	647976	4307384	4(0 – 90 – 180 - 270)
R320	647416	4306968	4(0 – 90 – 180 - 270)
R321	647355	4306995	4(0 – 90 – 180 - 270)
R322	648501	4306414	4(0 – 90 – 180 - 270)
R323	648291	4306377	4(0 – 90 – 180 - 270)
R324	648845	4306577	4(0 – 90 – 180 - 270)

Studio Shadow Flickering allegato allo Studio di Impatto Ambientale – Progetto per la realizzazione di un parco eolico sito nel territorio comunale di Sellia Marina e Soveria Simeri (Cz)

Ric.	Coordinate UTM		Numero finestre e orientamento rispetto al NORD
	Long. E [m]	Lat. N [m]	
R325	649590	4306744	4(0 – 90 – 180 - 270)
R326	648849	4307186	4(0 – 90 – 180 - 270)
R327	649925	4307711	4(0 – 90 – 180 - 270)
R328	649457	4307561	4(0 – 90 – 180 - 270)
R329	650816	4307402	4(0 – 90 – 180 - 270)
R330	650707	4307422	4(0 – 90 – 180 - 270)
R331	650847	4307470	4(0 – 90 – 180 - 270)
R332	650823	4307493	4(0 – 90 – 180 - 270)
R333	650773	4307545	4(0 – 90 – 180 - 270)
R334	650762	4307605	4(0 – 90 – 180 - 270)
R335	650711	4307670	4(0 – 90 – 180 - 270)
R336	650743	4307714	4(0 – 90 – 180 - 270)
R337	650064	4307804	4(0 – 90 – 180 - 270)
R338	649976	4307763	4(0 – 90 – 180 - 270)
R339	650003	4307861	4(0 – 90 – 180 - 270)
R340	649920	4307853	4(0 – 90 – 180 - 270)
R341	649918	4307811	4(0 – 90 – 180 - 270)
R342	649829	4307888	4(0 – 90 – 180 - 270)
R343	649794	4307990	4(0 – 90 – 180 - 270)
R344	650926	4307819	4(0 – 90 – 180 - 270)
R345	651008	4307811	4(0 – 90 – 180 - 270)
R346	651062	4307745	4(0 – 90 – 180 - 270)
R347	651051	4307712	4(0 – 90 – 180 - 270)
R348	651020	4307639	4(0 – 90 – 180 - 270)
R349	650989	4307575	4(0 – 90 – 180 - 270)
R350	650726	4307985	4(0 – 90 – 180 - 270)
R351	650699	4308051	4(0 – 90 – 180 - 270)

Studio Shadow Flickering allegato allo Studio di Impatto Ambientale – Progetto per la realizzazione di un parco eolico sito nel territorio comunale di Sellia Marina e Soveria Simeri (Cz)

Ric.	Coordinate UTM		Numero finestre e orientamento rispetto al NORD
	Long. E [m]	Lat. N [m]	
R352	650684	4308087	4(0 – 90 – 180 - 270)
R353	650678	4308129	4(0 – 90 – 180 - 270)
R354	650657	4308200	4(0 – 90 – 180 - 270)
R355	650585	4308374	4(0 – 90 – 180 - 270)
R356	650406	4308329	4(0 – 90 – 180 - 270)
R357	650383	4308301	4(0 – 90 – 180 - 270)
R358	650350	4308348	4(0 – 90 – 180 - 270)
R359	650141	4308170	4(0 – 90 – 180 - 270)
R360	650098	4308189	4(0 – 90 – 180 - 270)
R361	649932	4308209	4(0 – 90 – 180 - 270)
R362	649859	4308263	4(0 – 90 – 180 - 270)
R363	649910	4308339	4(0 – 90 – 180 - 270)
R364	649874	4308389	4(0 – 90 – 180 - 270)
R365	649871	4308471	4(0 – 90 – 180 - 270)
R366	649771	4308455	4(0 – 90 – 180 - 270)
R367	649693	4308520	4(0 – 90 – 180 - 270)
R368	649706	4308599	4(0 – 90 – 180 - 270)
R369	649524	4308846	4(0 – 90 – 180 - 270)
R370	649589	4308821	4(0 – 90 – 180 - 270)
R371	649533	4308773	4(0 – 90 – 180 - 270)
R372	649521	4308703	4(0 – 90 – 180 - 270)
R373	649551	4308611	4(0 – 90 – 180 - 270)
R374	649556	4308573	4(0 – 90 – 180 - 270)
R375	649582	4308501	4(0 – 90 – 180 - 270)
R376	649647	4308440	4(0 – 90 – 180 - 270)
R377	649230	4309120	4(0 – 90 – 180 - 270)
R378	649344	4308881	4(0 – 90 – 180 - 270)

Studio Shadow Flickering allegato allo Studio di Impatto Ambientale – Progetto per la realizzazione di un parco eolico sito nel territorio comunale di Sellia Marina e Soveria Simeri (Cz)

Ric.	Coordinate UTM		Numero finestre e orientamento rispetto al NORD
	Long. E [m]	Lat. N [m]	
R379	649594	4309537	4(0 – 90 – 180 - 270)
R380	648944	4309575	4(0 – 90 – 180 - 270)
R381	648995	4309562	4(0 – 90 – 180 - 270)
R382	648933	4309543	4(0 – 90 – 180 - 270)
R383	649001	4309625	4(0 – 90 – 180 - 270)
R384	649637	4309524	4(0 – 90 – 180 - 270)
R385	649649	4309456	4(0 – 90 – 180 - 270)
R386	649364	4310363	4(0 – 90 – 180 - 270)
R387	648806	4310181	4(0 – 90 – 180 - 270)
R388	648794	4310562	4(0 – 90 – 180 - 270)
R389	649306	4311100	4(0 – 90 – 180 - 270)
R390	649280	4311052	4(0 – 90 – 180 - 270)
R391	649191	4311397	4(0 – 90 – 180 - 270)
R392	649303	4311594	4(0 – 90 – 180 - 270)
R393	649248	4311498	4(0 – 90 – 180 - 270)
R394	649261	4311535	4(0 – 90 – 180 - 270)
R395	649063	4311705	4(0 – 90 – 180 - 270)
R396	650933	4308101	4(0 – 90 – 180 - 270)
R397	650951	4308166	4(0 – 90 – 180 - 270)
R398	651032	4308202	4(0 – 90 – 180 - 270)
R399	651133	4308341	4(0 – 90 – 180 - 270)
R400	651345	4308325	4(0 – 90 – 180 - 270)
R401	651457	4308320	4(0 – 90 – 180 - 270)
R402	651491	4308251	4(0 – 90 – 180 - 270)
R403	651162	4308136	4(0 – 90 – 180 - 270)
R404	651305	4308034	4(0 – 90 – 180 - 270)
R405	651101	4308108	4(0 – 90 – 180 - 270)

Studio Shadow Flickering allegato allo Studio di Impatto Ambientale – Progetto per la realizzazione di un parco eolico sito nel territorio comunale di Sellia Marina e Soveria Simeri (Cz)

Ric.	Coordinate UTM		Numero finestre e orientamento rispetto al NORD
	Long. E [m]	Lat. N [m]	
R406	650915	4307992	4(0 – 90 – 180 - 270)
R407	651803	4308379	4(0 – 90 – 180 - 270)
R408	651633	4307762	4(0 – 90 – 180 - 270)
R409	651583	4307816	4(0 – 90 – 180 - 270)
R410	651525	4307913	4(0 – 90 – 180 - 270)
R411	651584	4308009	4(0 – 90 – 180 - 270)
R412	651579	4308066	4(0 – 90 – 180 - 270)
R413	651688	4308154	4(0 – 90 – 180 - 270)
R414	651703	4308181	4(0 – 90 – 180 - 270)
R415	651806	4308233	4(0 – 90 – 180 - 270)
R416	651764	4308306	4(0 – 90 – 180 - 270)
R417	651220	4307977	4(0 – 90 – 180 - 270)
R418	651349	4307620	4(0 – 90 – 180 - 270)
R419	651449	4307730	4(0 – 90 – 180 - 270)
R420	651845	4308723	4(0 – 90 – 180 - 270)
R421	651857	4308803	4(0 – 90 – 180 - 270)
R422	651857	4308867	4(0 – 90 – 180 - 270)
R423	651788	4308885	4(0 – 90 – 180 - 270)
R424	651758	4308956	4(0 – 90 – 180 - 270)
R425	651754	4308908	4(0 – 90 – 180 - 270)
R426	651783	4309058	4(0 – 90 – 180 - 270)
R427	651766	4309095	4(0 – 90 – 180 - 270)
R428	651864	4309232	4(0 – 90 – 180 - 270)
R429	651938	4308962	4(0 – 90 – 180 - 270)
R430	651814	4309311	4(0 – 90 – 180 - 270)
R431	651536	4309390	4(0 – 90 – 180 - 270)
R432	651722	4309404	4(0 – 90 – 180 - 270)

Studio Shadow Flickering allegato allo Studio di Impatto Ambientale – Progetto per la realizzazione di un parco eolico sito nel territorio comunale di Sellia Marina e Soveria Simeri (Cz)

Ric.	Coordinate UTM		Numero finestre e orientamento rispetto al NORD
	Long. E [m]	Lat. N [m]	
R433	651788	4309489	4(0 – 90 – 180 - 270)
R434	650105	4308731	4(0 – 90 – 180 - 270)
R435	650141	4308800	4(0 – 90 – 180 - 270)
R436	650091	4308885	4(0 – 90 – 180 - 270)
R437	650549	4311355	4(0 – 90 – 180 - 270)
R438	651359	4310067	4(0 – 90 – 180 - 270)
R439	651699	4309590	4(0 – 90 – 180 - 270)
R440	651287	4309515	4(0 – 90 – 180 - 270)
R441	649785	4307796	4(0 – 90 – 180 - 270)
R442	649535	4308399	4(0 – 90 – 180 - 270)
R443	649845	4310196	4(0 – 90 – 180 - 270)
R444	650043	4309743	4(0 – 90 – 180 - 270)
R445	650158	4309787	4(0 – 90 – 180 - 270)
R446	649999	4309672	4(0 – 90 – 180 - 270)
R447	649510	4309733	4(0 – 90 – 180 - 270)

Tabella 3 Coordinate geografiche puntuali ricettori

3.4 METODOLOGIA DI CALCOLO E SOFTWARE UTILIZZATO

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

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

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

Nello specifico, la valutazione tecnica è stata eseguita con l'ausilio del software WindFarm 5 della ReSoft Ltd, software di simulazione specifico per la progettazione di impianti eolici.



Figura 7 Area di studio, ricettori (blu) e aerogeneratori (rosso) inseriti nel software Windfarm

Il Software 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;
- ❖ 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.

Il software utilizza una serie di dati di input caratterizzanti quali:

- l'altimetria della zona simulata (formato GTH, vedi Figura 8);
- la disposizione geografica delle turbine e dimensione geometrica dei loro componenti (torre e pale);

- la disposizione geografica dei “ricettori sensibili” (abitazioni/edifici lavorativi e relative finestre);
- la latitudine e longitudine dell’area interessata.

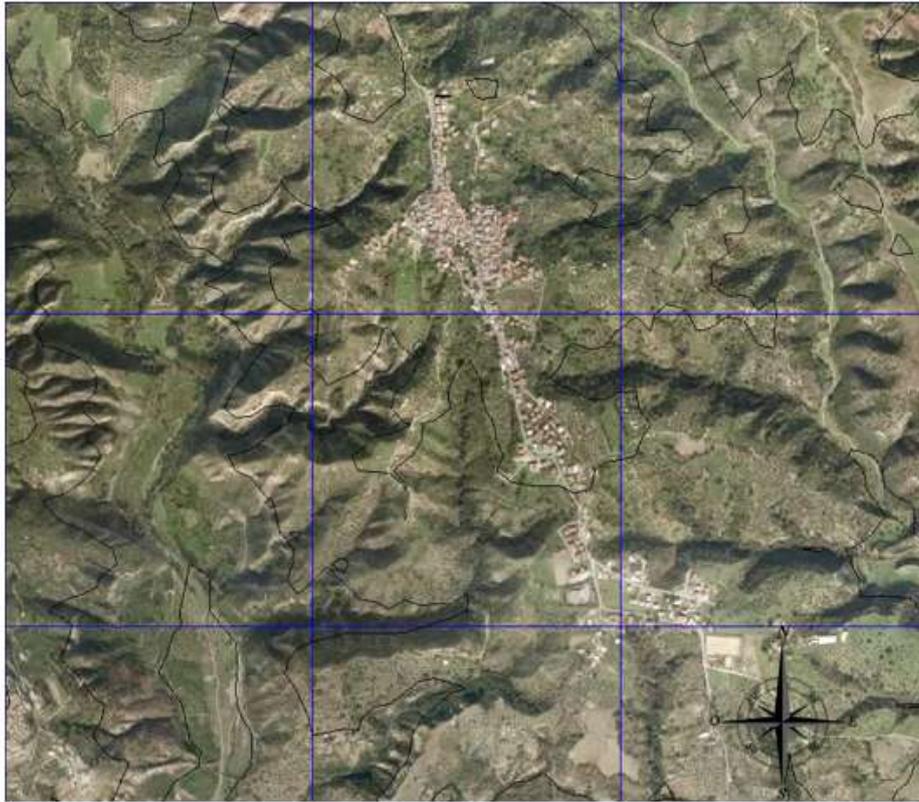


Figura 8 Esempio di curve di livello del terreno in WindFarm

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/lavorativi attraverso le finestre.

```
Project : SELLIA_MARINA
Run Name : SF_SelliaMarina.WFK
Title :
Time : 17:58:31, 25 Nov 2020

SHADOW TIMES FROM EACH TURBINE

Turbine Easting Northing
 1 650867 4310763

House/ Easting Northing Date Start Time End Time Duration % Cover
Window

43/ 2 649487 4311717 01-01 07:35:16 07:56:26 00:21:11 100.00
43/ 2 649487 4311717 02-01 07:35:38 07:57:01 00:21:23 100.00
43/ 2 649487 4311717 03-01 07:36:01 07:57:35 00:21:34 100.00
43/ 2 649487 4311717 04-01 07:36:23 07:58:08 00:21:45 100.00
43/ 2 649487 4311717 05-01 07:36:45 07:58:40 00:21:55 100.00
43/ 2 649487 4311717 06-01 07:37:08 07:59:12 00:22:04 100.00
43/ 2 649487 4311717 07-01 07:37:31 07:59:41 00:22:10 100.00
43/ 2 649487 4311717 08-01 07:37:55 08:00:10 00:22:15 100.00
43/ 2 649487 4311717 09-01 07:38:19 08:04:32 00:26:13 100.00
43/ 2 649487 4311717 10-01 07:38:45 08:04:57 00:26:11 100.00
43/ 2 649487 4311717 11-01 07:39:12 08:05:18 00:26:06 100.00
```

Figura 9 Esempio di output elaborato tramite WindFarm5

Per l'esecuzione della simulazione sono stati fissati i seguenti parametri:

- ⇒ coordinate geografiche baricentriche (UTM): 637000-Est, 4295600-Nord
- ⇒ coordinate geografiche delle turbine considerate (vedi Tabella 1)
- ⇒ coordinate geografiche dei ricettori considerati e disposizione delle finestre (vedi Tabella 3)
- ⇒ estensione area simulata: 10 km x 9 km (90 km²)
- ⇒ risoluzione di calcolo: 50 m
- ⇒ raggio d'influenza massimo: 2 km dal punto di installazione dell'aerogeneratore;
- ⇒ altezza del punto di vista dell'osservatore: 2 m

⇒ parametri turbina:

- ✓ diametro rotore: 162 m
- ✓ altezza torre: 126 m
- ✓ larghezza media della pala: 3 m

Il modello numerico utilizzato, produce in output una mappa di impatto, e prende in considerazione un caso molto cautelativo relativo, ad una configurazione puramente teorica che vede la costante e contemporanea presenza dei fattori di attivazione del fenomeno, ossia sole scevro da nubi (potenzialità di generare ombre) e velocità del vento superiore a quella di cut-in (rotore in moto).

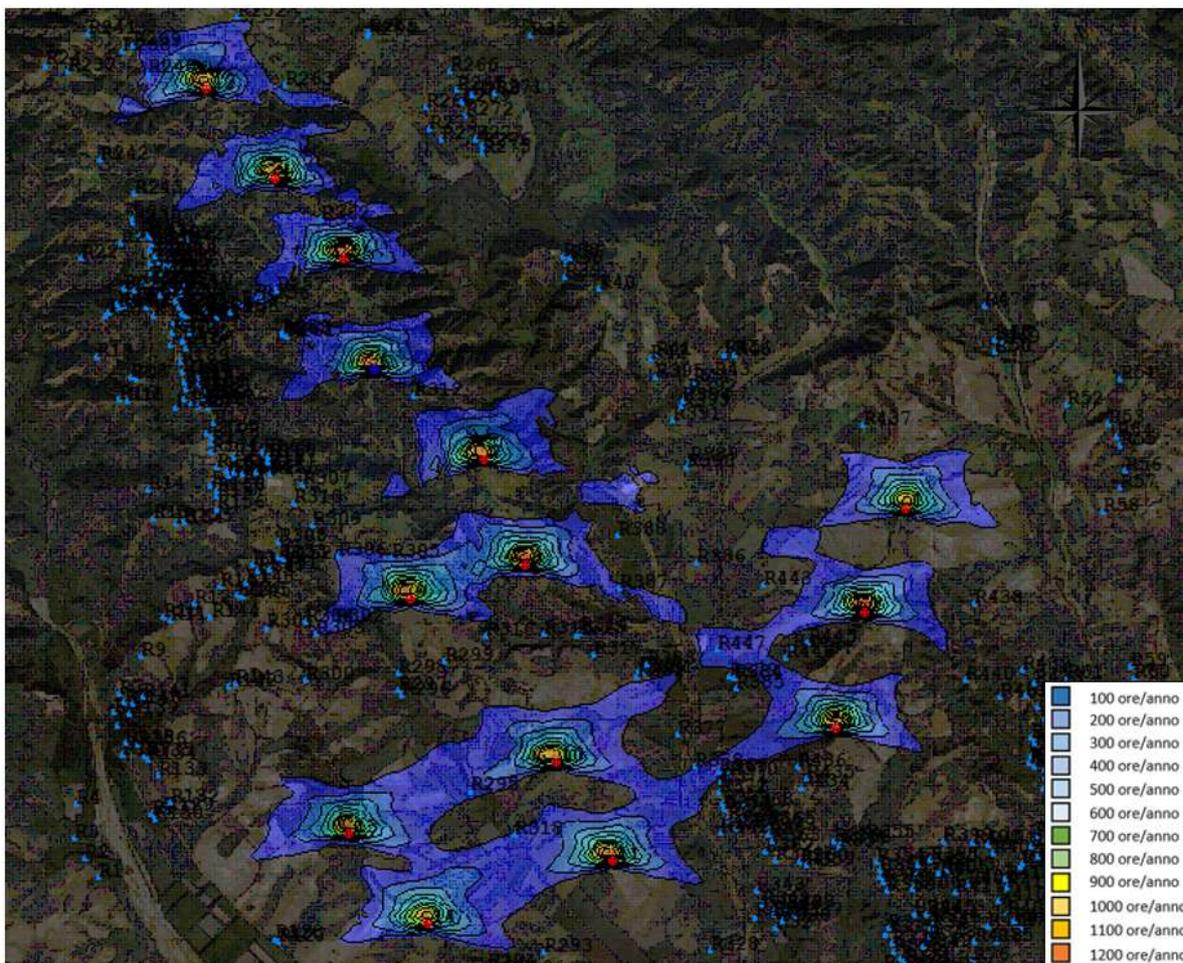


Figura 10 Esempio di output del software

Di seguito vengono riportate tutte le ipotesi utilizzate per il calcolo del fenomeno di shadow flickering (vedi “caso peggiore” in Tabella 4) effettuato tramite il software WindFarm:

- ❖ il sole splende per tutta la giornata, dall'alba al tramonto (cioè si è sempre in assenza di copertura nuvolosa);
- ❖ il piano di rotazione delle pale è sempre perpendicolare alla direttrice sole - aerogeneratore (ovvero l'aerogeneratore “insegue” il sole);
- ❖ gli aerogeneratori sono sempre operativi;

- ❖ non sono presenti alberi o altri ostacoli che, intercettando l'ombra degli aerogeneratori, riducano o annullino l'effetto di flickering.

Ciò considerato si evince che i risultati ai quali si perverrà sono estremamente cautelativi, trattandosi di una stima puramente teorica. Allo scopo di pervenire a valori più realistici, prossimi al caso reale, è stato corretto il dato di output prendendo in considerazione l'eliofania locale e le ore stimate di funzionamento dell'impianto eolico nell'arco dell'anno.

Nel caso in analisi, sapendo che il tempo in cui il sole permane al di sopra dell'orizzonte nell'arco dell'anno è di circa 4380 ore; tenendo conto dell'eliofania media locale (3669 h/anno), ovvero il numero di ore in cui il cielo è libero da nubi durante il giorno e a partire dalle registrazioni anemometriche relative alla stazione meteorologica più vicina all'area di studio e climaticamente compatibile, ovvero quella di Crotone, si è stimato che l'impianto eolico sarà in funzione per circa il 60% del tempo nell'arco dell'anno, corrispondente a 2633 ore.

In definitiva, i valori calcolati dal modello numerico (ore di ombreggiamento intermittente all'anno) sono desunti in funzione della probabilità composta di avere contemporaneamente l'occorrenza di rotore in moto (vento) e sole libero da nubi (ombre), fenomeni, questi ultimi, stocasticamente indipendenti.

3.5 RISULTATI

La seguente tabella riassume i risultati dell'analisi eseguita secondo la metodologia di calcolo descritta nel paragrafo precedente.

Studio Shadow Flickering allegato allo Studio di Impatto Ambientale – Progetto per la realizzazione di un parco eolico sito nel territorio comunale di Sellia Marina e Soveria Simeri (Cz)

Ricettore	Caso peggiore		Caso reale [ore/anno]
	Giorni /anno	Ore /anno	
R1	34	9,9	5,9
R2	29	8,4	5,0
R3	27	7,5	4,5
R4	27	7,3	4,4
R5	28	7,3	4,4
R6	33	8,9	5,3
R7	75	20,7	12,4
R8	51	14,2	8,5
R9	27	7,5	4,5
R10	22	6,8	4,1
R11	28	8,7	5,2
R12	30	10,0	6,0
R13	28	4,8	2,9
R14	0	0,0	0,0
R15	28	7,8	4,7
R16	29	7,3	4,4
R17	28	8,0	4,8
R18	58	10,7	6,4
R19	24	5,3	3,2
R20	47	9,4	5,6
R21	50	9,8	5,9
R22	0	0,0	0,0
R23	0	0,0	0,0
R24	65	13,7	8,2
R25	0	0,0	0,0
R26	0	0,0	0,0
R27	0	0,0	0,0
R28	0	0,0	0,0
R29	0	0,0	0,0
R30	0	0,0	0,0
R31	0	0,0	0,0
R32	0	0,0	0,0

Studio Shadow Flickering allegato allo Studio di Impatto Ambientale – Progetto per la realizzazione di un parco eolico sito nel territorio comunale di Sellia Marina e Soveria Simeri (Cz)

Ricettore	Caso peggiore		Caso reale [ore/anno]
	Giorni /anno	Ore /anno	
R33	19	3,2	1,9
R34	70	30,2	18,1
R35	0	0,0	0,0
R36	82	27,8	16,7
R37	83	27,7	16,6
R38	90	30,4	18,2
R39	36	11,8	7,1
R40	66	20,0	12,0
R41	70	25,8	15,5
R42	72	24,5	14,7
R43	68	24,0	14,4
R44	96	30,8	18,5
R45	35	10,2	6,1
R46	0	0,0	0,0
R47	0	0,0	0,0
R48	0	0,0	0,0
R49	0	0,0	0,0
R50	0	0,0	0,0
R51	77	23,2	13,9
R52	85	33,4	20,0
R53	40	13,6	8,2
R54	36	12,1	7,3
R55	33	11,3	6,8
R56	32	10,9	6,5
R57	34	11,6	7,0
R58	71	24,0	14,4
R59	29	8,1	4,9
R60	31	8,4	5,0
R61	41	10,3	6,2
R62	8	2,1	1,3
R63	22	6,3	3,8
R64	21	5,7	3,4

Studio Shadow Flickering allegato allo Studio di Impatto Ambientale – Progetto per la realizzazione di un parco eolico sito nel territorio comunale di Sellia Marina e Soveria Simeri (Cz)

Ricettore	Caso peggiore		Caso reale [ore/anno]
	Giorni /anno	Ore /anno	
R65	24	6,6	4,0
R66	24	6,6	4,0
R67	22	5,9	3,5
R68	30	8,2	4,9
R69	28	7,3	4,4
R70	26	6,4	3,8
R71	0	0,0	0,0
R72	0	0,0	0,0
R73	0	0,0	0,0
R74	0	0,0	0,0
R75	0	0,0	0,0
R76	0	0,0	0,0
R77	0	0,0	0,0
R78	0	0,0	0,0
R79	0	0,0	0,0
R80	0	0,0	0,0
R81	0	0,0	0,0
R82	0	0,0	0,0
R83	0	0,0	0,0
R84	0	0,0	0,0
R85	0	0,0	0,0
R86	0	0,0	0,0
R87	0	0,0	0,0
R88	0	0,0	0,0
R89	0	0,0	0,0
R90	0	0,0	0,0
R91	0	0,0	0,0
R92	0	0,0	0,0
R93	0	0,0	0,0
R94	0	0,0	0,0
R95	0	0,0	0,0
R96	0	0,0	0,0

Studio Shadow Flickering allegato allo Studio di Impatto Ambientale – Progetto per la realizzazione di un parco eolico sito nel territorio comunale di Sellia Marina e Soveria Simeri (Cz)

Ricettore	Caso peggiore		Caso reale [ore/anno]
	Giorni /anno	Ore /anno	
R97	0	0,0	0,0
R98	0	0,0	0,0
R99	0	0,0	0,0
R100	0	0,0	0,0
R101	0	0,0	0,0
R102	0	0,0	0,0
R103	0	0,0	0,0
R104	0	0,0	0,0
R105	0	0,0	0,0
R106	0	0,0	0,0
R107	0	0,0	0,0
R108	0	0,0	0,0
R109	0	0,0	0,0
R110	0	0,0	0,0
R111	0	0,0	0,0
R112	0	0,0	0,0
R113	0	0,0	0,0
R114	0	0,0	0,0
R115	0	0,0	0,0
R116	0	0,0	0,0
R117	0	0,0	0,0
R118	0	0,0	0,0
R119	0	0,0	0,0
R120	0	0,0	0,0
R121	0	0,0	0,0
R122	0	0,0	0,0
R123	0	0,0	0,0
R124	0	0,0	0,0
R125	57	26,0	15,6
R126	83	33,5	20,1
R127	56	26,8	16,1
R128	52	24,9	14,9

Studio Shadow Flickering allegato allo Studio di Impatto Ambientale – Progetto per la realizzazione di un parco eolico sito nel territorio comunale di Sellia Marina e Soveria Simeri (Cz)

Ricettore	Caso peggiore		Caso reale [ore/anno]
	Giorni /anno	Ore /anno	
R129	39	14,9	8,9
R130	37	13,9	8,3
R131	36	13,2	7,9
R132	39	15,5	9,3
R133	34	12,3	7,4
R134	24	7,8	4,7
R135	24	7,2	4,3
R136	20	5,6	3,4
R137	27	7,9	4,7
R138	25	6,8	4,1
R139	36	10,1	6,1
R140	54	15,4	9,2
R141	67	24,5	14,7
R142	61	24,8	14,9
R143	57	22,7	13,6
R144	33	11,9	7,1
R145	39	15,6	9,4
R146	36	14,3	8,6
R147	34	11,7	7,0
R148	91	30,0	18,0
R149	129	41,6	25,0
R150	136	39,9	23,9
R151	139	45,5	27,3
R152	154	54,1	32,5
R153	159	53,8	32,3
R154	32	5,9	3,5
R155	33	6,4	3,8
R156	63	12,9	7,7
R157	81	13,7	8,2
R158	85	12,9	7,7
R159	92	12,1	7,3
R160	65	14,5	8,7

Studio Shadow Flickering allegato allo Studio di Impatto Ambientale – Progetto per la realizzazione di un parco eolico sito nel territorio comunale di Sellia Marina e Soveria Simeri (Cz)

Ricettore	Caso peggiore		Caso reale [ore/anno]
	Giorni /anno	Ore /anno	
R161	53	9,4	5,6
R162	48	8,9	5,3
R163	41	7,5	4,5
R164	25	5,8	3,5
R165	31	6,7	4,0
R166	57	10,5	6,3
R167	58	10,1	6,1
R168	32	8,0	4,8
R169	32	7,6	4,6
R170	27	4,7	2,8
R171	84	30,7	18,4
R172	102	42,4	25,4
R173	113	45,8	27,5
R174	82	33,0	19,8
R175	94	33,8	20,3
R176	78	27,6	16,6
R177	50	20,8	12,5
R178	46	18,2	10,9
R179	43	16,3	9,8
R180	32	11,0	6,6
R181	45	17,1	10,3
R182	46	17,6	10,6
R183	41	14,2	8,5
R184	43	15,3	9,2
R185	41	14,6	8,8
R186	40	13,4	8,0
R187	39	12,9	7,7
R188	38	12,2	7,3
R189	38	11,4	6,8
R190	85	25,1	15,1
R191	53	10,3	6,2
R192	103	37,2	22,3

Studio Shadow Flickering allegato allo Studio di Impatto Ambientale – Progetto per la realizzazione di un parco eolico sito nel territorio comunale di Sellia Marina e Soveria Simeri (Cz)

Ricettore	Caso peggiore		Caso reale [ore/anno]
	Giorni /anno	Ore /anno	
R193	103	40,4	24,2
R194	121	40,4	24,2
R195	106	32,1	19,3
R196	94	26,1	15,7
R197	27	4,4	2,6
R198	51	11,6	7,0
R199	53	11,6	7,0
R200	48	10,0	6,0
R201	52	10,9	6,5
R202	48	10,1	6,1
R203	137	65,5	39,3
R204	132	51,3	30,8
R205	102	31,3	18,8
R206	94	28,1	16,9
R207	88	25,3	15,2
R208	85	23,8	14,3
R209	90	25,8	15,5
R210	93	28,9	17,3
R211	82	19,4	11,6
R212	19	3,4	2,0
R213	0	0,0	0,0
R214	77	17,2	10,3
R215	81	20,6	12,4
R216	89	21,2	12,7
R217	86	18,8	11,3
R218	111	20,7	12,4
R219	78	15,2	9,1
R220	69	12,4	7,4
R221	68	12,7	7,6
R222	70	13,9	8,3
R223	73	16,3	9,8
R224	25	4,5	2,7

Studio Shadow Flickering allegato allo Studio di Impatto Ambientale – Progetto per la realizzazione di un parco eolico sito nel territorio comunale di Sellia Marina e Soveria Simeri (Cz)

Ricettore	Caso peggiore		Caso reale [ore/anno]
	Giorni /anno	Ore /anno	
R225	38	7,9	4,7
R226	131	28,6	17,2
R227	73	21,2	12,7
R228	77	13,9	8,3
R229	115	18,8	11,3
R230	156	39,4	23,6
R231	164	57,1	34,3
R232	100	54,8	32,9
R233	108	55,1	33,1
R234	118	36,7	22,0
R235	94	34,0	20,4
R236	95	36,3	21,8
R237	89	19,9	11,9
R238	102	56,0	33,6
R239	117	80,5	48,3
R240	114	116,5	69,9
R241	67	19,8	11,9
R242	71	19,8	11,9
R243	89	35,3	21,2
R244	0	0,0	0,0
R245	0	0,0	0,0
R246	0	0,0	0,0
R247	0	0,0	0,0
R248	0	0,0	0,0
R249	0	0,0	0,0
R250	0	0,0	0,0
R251	25	5,9	3,5
R252	93	84,9	50,9
R253	0	0,0	0,0
R254	0	0,0	0,0
R255	163	95,0	57,0
R256	176	114,9	68,9

Studio Shadow Flickering allegato allo Studio di Impatto Ambientale – Progetto per la realizzazione di un parco eolico sito nel territorio comunale di Sellia Marina e Soveria Simeri (Cz)

Ricettore	Caso peggiore		Caso reale [ore/anno]
	Giorni /anno	Ore /anno	
R257	150	120,2	72,1
R258	140	71,3	42,8
R259	128	66,0	39,6
R260	131	67,5	40,5
R261	133	70,8	42,5
R262	91	121,8	73,1
R263	105	79,0	47,4
R264	36	15,7	9,4
R265	26	9,6	5,8
R266	40	11,0	6,6
R267	44	13,8	8,3
R268	21	6,4	3,8
R269	54	17,5	10,5
R270	54	16,8	10,1
R271	33	10,3	6,2
R272	56	17,7	10,6
R273	75	27,7	16,6
R274	81	29,6	17,8
R275	113	41,0	24,6
R276	112	44,7	26,8
R277	134	50,6	30,4
R278	0	0,0	0,0
R279	0	0,0	0,0
R280	0	0,0	0,0
R281	0	0,0	0,0
R282	0	0,0	0,0
R283	0	0,0	0,0
R284	0	0,0	0,0
R285	0	0,0	0,0
R286	0	0,0	0,0
R287	0	0,0	0,0
R288	0	0,0	0,0

Studio Shadow Flickering allegato allo Studio di Impatto Ambientale – Progetto per la realizzazione di un parco eolico sito nel territorio comunale di Sellia Marina e Soveria Simeri (Cz)

Ricettore	Caso peggiore		Caso reale [ore/anno]
	Giorni /anno	Ore /anno	
R289	0	0,0	0,0
R290	0	0,0	0,0
R291	0	0,0	0,0
R292	0	0,0	0,0
R293	109	59,7	35,8
R294	0	0,0	0,0
R295	196	135,1	81,1
R296	52	22,1	13,3
R297	51	21,7	13,0
R298	66	27,1	16,3
R299	32	10,3	6,2
R300	85	26,9	16,1
R301	50	26,2	15,7
R302	179	139,4	83,6
R303	166	96,1	57,7
R304	84	56,4	33,8
R305	144	142,7	85,6
R306	162	109,6	65,8
R307	69	16,1	9,7
R308	148	46,8	28,1
R309	110	49,3	29,6
R310	83	20,0	12,0
R311	128	37,7	22,6
R312	60	39,6	23,8
R313	98	47,4	28,4
R314	86	31,6	19,0
R315	89	33,6	20,2
R316	42	20,8	12,5
R317	126	43,3	26,0
R318	183	110,7	66,4
R319	0	0,0	0,0
R320	0	0,0	0,0

Studio Shadow Flickering allegato allo Studio di Impatto Ambientale – Progetto per la realizzazione di un parco eolico sito nel territorio comunale di Sellia Marina e Soveria Simeri (Cz)

Ricettore	Caso peggiore		Caso reale [ore/anno]
	Giorni /anno	Ore /anno	
R321	0	0,0	0,0
R322	0	0,0	0,0
R323	0	0,0	0,0
R324	0	0,0	0,0
R325	0	0,0	0,0
R326	76	30,5	18,3
R327	74	36,1	21,7
R328	0	0,0	0,0
R329	0	0,0	0,0
R330	0	0,0	0,0
R331	0	0,0	0,0
R332	0	0,0	0,0
R333	0	0,0	0,0
R334	0	0,0	0,0
R335	0	0,0	0,0
R336	0	0,0	0,0
R337	59	23,6	14,2
R338	92	40,6	24,4
R339	60	24,4	14,6
R340	74	31,8	19,1
R341	98	42,1	25,3
R342	83	38,5	23,1
R343	63	31,3	18,8
R344	0	0,0	0,0
R345	0	0,0	0,0
R346	0	0,0	0,0
R347	0	0,0	0,0
R348	0	0,0	0,0
R349	0	0,0	0,0
R350	28	7,6	4,6
R351	28	7,8	4,7
R352	29	8,0	4,8

Studio Shadow Flickering allegato allo Studio di Impatto Ambientale – Progetto per la realizzazione di un parco eolico sito nel territorio comunale di Sellia Marina e Soveria Simeri (Cz)

Ricettore	Caso peggiore		Caso reale [ore/anno]
	Giorni /anno	Ore /anno	
R353	28	7,9	4,7
R354	26	7,8	4,7
R355	8	1,8	1,1
R356	0	0,0	0,0
R357	0	0,0	0,0
R358	0	0,0	0,0
R359	100	32,1	19,3
R360	108	34,7	20,8
R361	114	46,0	27,6
R362	118	50,0	30,0
R363	106	39,6	23,8
R364	100	39,3	23,6
R365	90	36,4	21,8
R366	109	45,2	27,1
R367	111	49,7	29,8
R368	103	46,2	27,7
R369	200	109,5	65,7
R370	178	81,2	48,7
R371	180	83,9	50,3
R372	139	69,4	41,6
R373	128	63,8	38,3
R374	131	64,9	38,9
R375	155	72,3	43,4
R376	143	67,2	40,3
R377	102	52,4	31,4
R378	205	99,3	59,6
R379	106	62,7	37,6
R380	153	69,6	41,8
R381	160	82,5	49,5
R382	170	80,9	48,5
R383	135	61,4	36,8
R384	86	59,8	35,9

Studio Shadow Flickering allegato allo Studio di Impatto Ambientale – Progetto per la realizzazione di un parco eolico sito nel territorio comunale di Sellia Marina e Soveria Simeri (Cz)

Ricettore	Caso peggiore		Caso reale [ore/anno]
	Giorni /anno	Ore /anno	
R385	82	58,9	35,3
R386	166	61,9	37,1
R387	224	123,3	74,0
R388	78	46,2	27,7
R389	154	50,0	30,0
R390	160	55,5	33,3
R391	70	24,3	14,6
R392	82	26,7	16,0
R393	74	25,0	15,0
R394	76	25,4	15,2
R395	42	15,5	9,3
R396	0	0,0	0,0
R397	0	0,0	0,0
R398	0	0,0	0,0
R399	0	0,0	0,0
R400	0	0,0	0,0
R401	0	0,0	0,0
R402	0	0,0	0,0
R403	0	0,0	0,0
R404	0	0,0	0,0
R405	0	0,0	0,0
R406	0	0,0	0,0
R407	0	0,0	0,0
R408	0	0,0	0,0
R409	0	0,0	0,0
R410	0	0,0	0,0
R411	0	0,0	0,0
R412	0	0,0	0,0
R413	0	0,0	0,0
R414	0	0,0	0,0
R415	0	0,0	0,0
R416	0	0,0	0,0

Studio Shadow Flickering allegato allo Studio di Impatto Ambientale – Progetto per la realizzazione di un parco eolico sito nel territorio comunale di Sellia Marina e Soveria Simeri (Cz)

Ricettore	Caso peggiore		Caso reale [ore/anno]
	Giorni /anno	Ore /anno	
R417	0	0,0	0,0
R418	0	0,0	0,0
R419	0	0,0	0,0
R420	0	0,0	0,0
R421	31	9,6	5,8
R422	24	6,6	4,0
R423	22	6,2	3,7
R424	0	0,0	0,0
R425	24	6,4	3,8
R426	17	4,7	2,8
R427	23	8,3	5,0
R428	0	0,0	0,0
R429	8	1,0	0,6
R430	22	8,0	4,8
R431	16	6,2	3,7
R432	25	9,0	5,4
R433	0	0,0	0,0
R434	76	23,0	13,8
R435	0	0,0	0,0
R436	88	25,0	15,0
R437	0	0,0	0,0
R438	0	0,0	0,0
R439	78	30,5	18,3
R440	0	0,0	0,0
R441	80	42,6	25,6
R442	125	67,5	40,5
R443	98	53,3	32,0
R444	51	13,4	8,0
R445	0	0,0	0,0
R446	152	78,8	47,3
R447	219	136,7	82,0

Tabella 4 Risultati di calcolo

In particolare, nella Tabella 4 vengono riportati il numero di giorni e di ore in cui è fisicamente possibile che il fenomeno si presenti (caso peggiore) e il valore reale atteso di ore l'anno in cui il fenomeno potrebbe presentarsi (caso reale). A tal proposito è importante sottolineare che anche il caso reale, calcolato tenendo conto dell'eliofania locale e delle ore di funzionamento dell'impianto, è comunque un valore cautelativo in quanto nella stima non si è tenuto conto degli effetti mitigativi dovuti al piano di rotazione delle pale non sempre ortogonale alla direttrice sole-finestra e all'eventuale presenza di ostacoli e/o vegetazione interposti tra il sole e la finestra.

Sempre dalla Tabella 4 si evince che presso 155 fabbricati non si manifesta il fenomeno in analisi mentre per i restanti 292 potrebbe verificarsi.

Tuttavia, tale effetto si può considerare trascurabile per via della scarsa durata del fenomeno che si riduce, nel caso reale, ad un numero esiguo di ore l'anno.

Per i fabbricati evidenziati in blu all'interno della sopracitata Tabella 4, presso i quali l'effetto di shadow flickering potrebbe essere superiore a 80 ore l'anno, è stato elaborato un calendario dell'ombra che riporta in maniera grafica i periodi dell'anno in cui è possibile il verificarsi il fenomeno (condizioni del caso peggiore).

Al fine di garantire una più chiara comprensione di tali grafici, prima di effettuarne la disamina, si riporta una guida alla lettura degli stessi,:

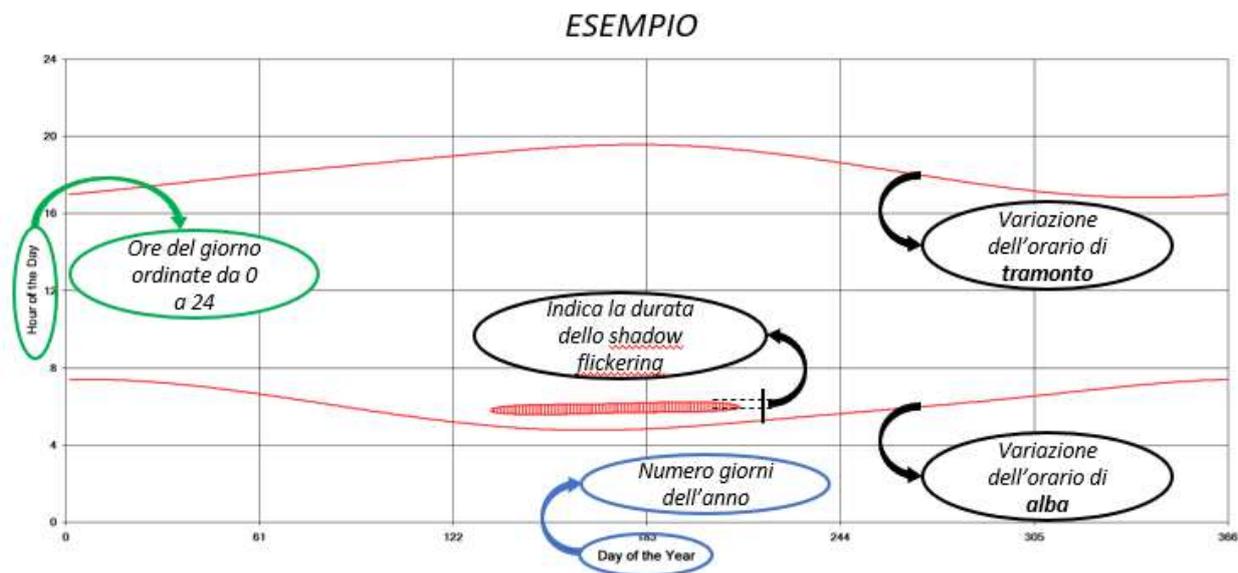


Figura 11 Esempio di output grafico dei risultati di simulazione del fenomeno di shadow flickering

Le curve di colore rosso indicano l'ora dell'alba e del tramonto mentre le aree campite il periodo in cui è possibile che il fenomeno si verifichi.

Inoltre, sull'asse delle ordinate sono riportati i giorni dell'anno e su quello delle ascisse l'ora del giorno (ora solare).

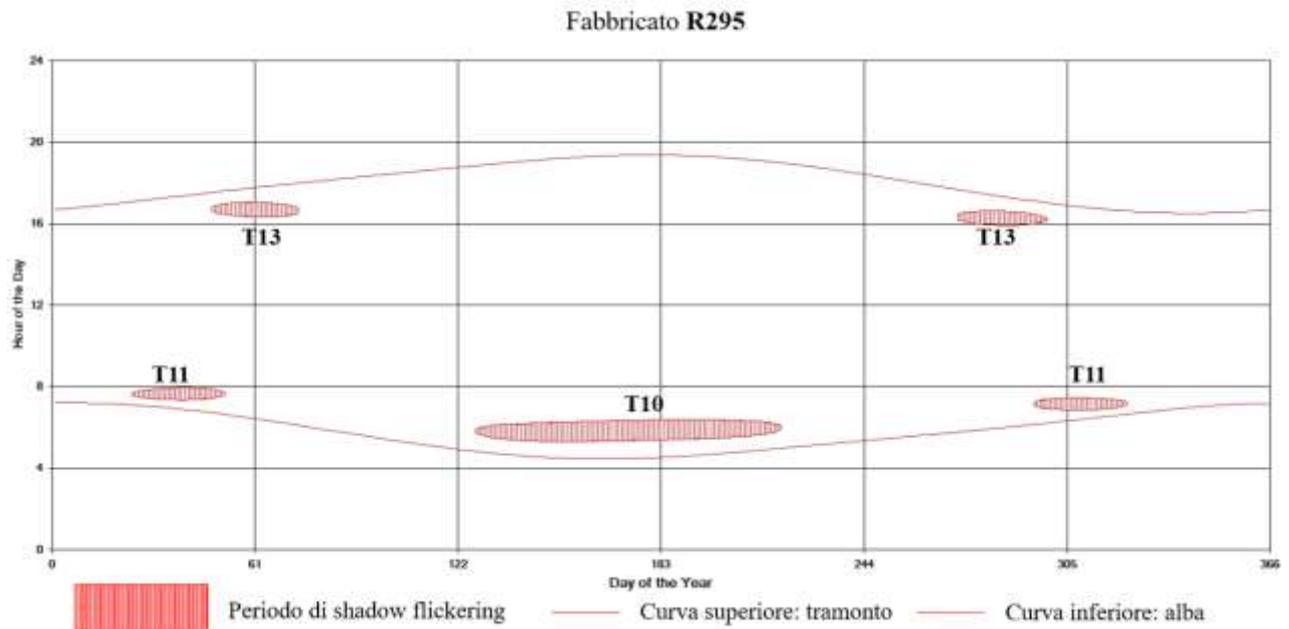


Figura 12 Periodi di shadow flickering per il ricettore R295

In coerenza al fabbricato precedente si riportano le Turbine che generano interferenza ed i relativi periodi temporali:

- ⇒ **T10** dal 6 maggio al 6 agosto tra le 5.18 e le 6.22;
- ⇒ **T11** dal 24 gennaio al 21 febbraio tra le 7.21 e le 7.57 e dal 21 ottobre al 18 novembre tra le 6.50 e le 7.26;
- ⇒ **T13** dal 17 febbraio al 14 marzo tra le 16.20 e le 17.02 e dal 28 settembre al 25 ottobre tra le 15.54 e le 16.36.

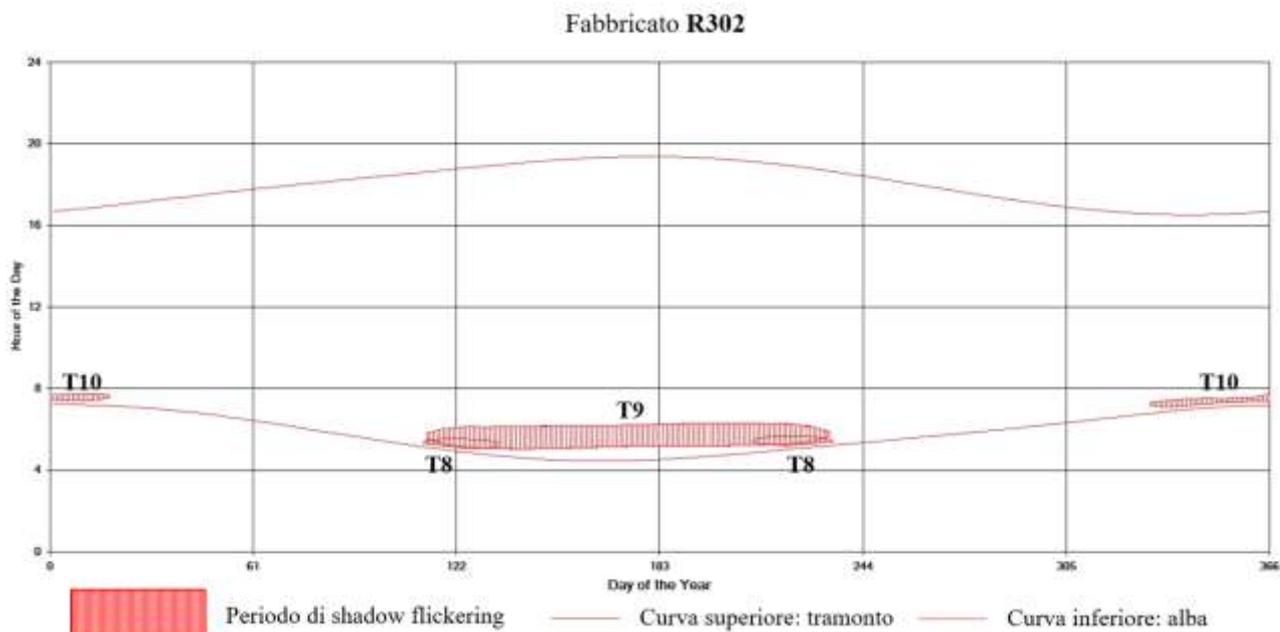


Figura 13 Periodi di shadow flickering per il ricettore R302

In coerenza al fabbricato precedente si riportano le Turbine che generano interferenza ed i relativi periodi temporali:

- ✓ **T8** dal 21 aprile al 14 maggio tra le 5.03 e le 5.30 e dal 29 luglio al 22 agosto tra le 5.11 e le 5.40;
- ✓ **T9** dal 22 aprile al 21 agosto tra le 5.02 e le 6.18;
- ✓ **T10** dal 1 gennaio al 18 gennaio tra le 7.23 e le 7.43 e dal 25 novembre al 31 dicembre tra le 7.05 e le 7.40.

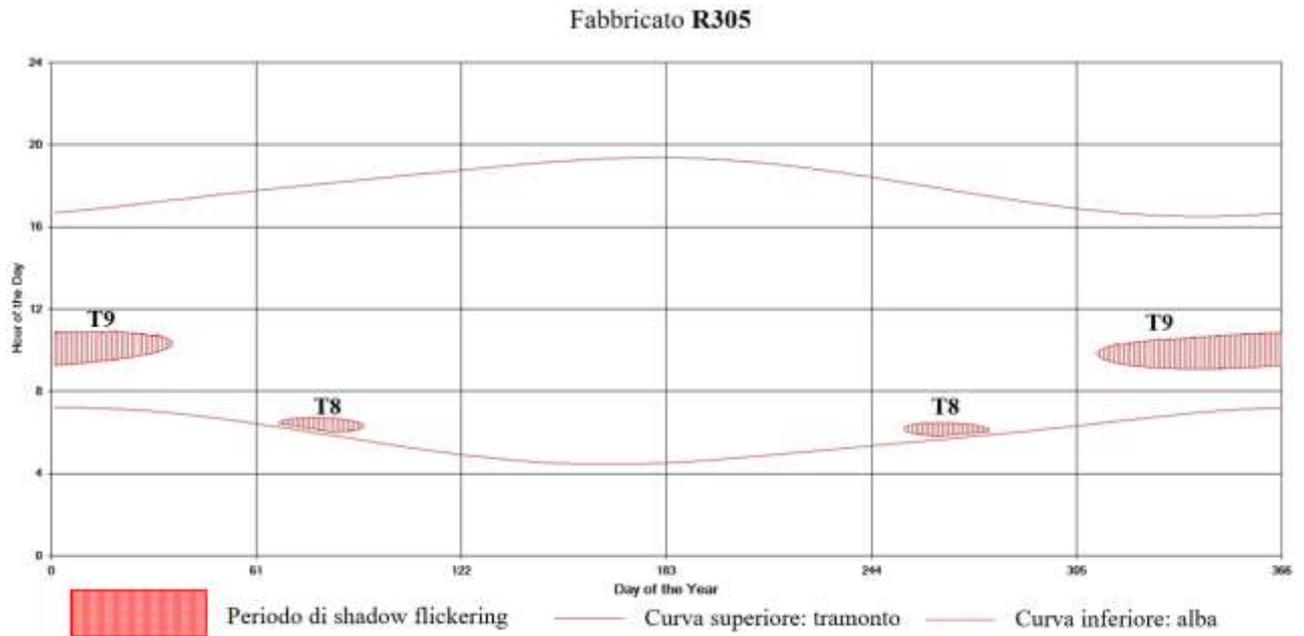


Figura 14 Periodi di shadow flickering per il ricettore R305

In coerenza al fabbricato precedente si riportano le Turbine che generano interferenza ed i relativi periodi temporali:

- ❖ **T8** dal 8 marzo al 2 aprile tra le 6.01 e le 6.43 e dal 10 settembre al 5 ottobre tra le 5.48 e le 6.28;
- ❖ **T9** dal 1 gennaio al 5 febbraio tra le 9.15 e le 10.54 e dal 6 novembre al 31 dicembre tra le 9.05 e le 10.51.

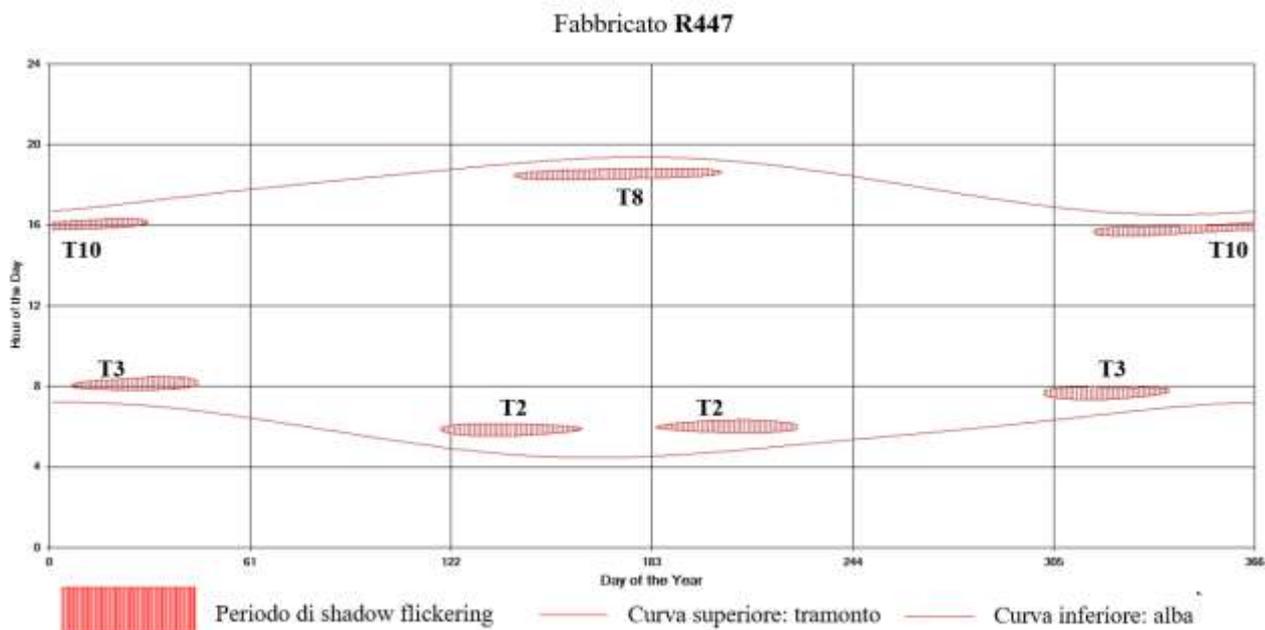


Figura 15 Periodi di shadow flickering per il ricettore R447

In coerenza al fabbricato precedente si riportano le Turbine che generano interferenza ed i relativi periodi temporali:

- **T2** dal 28 aprile al 10 giugno tra le 5.31 e le 6.08 e dal 2 luglio al 14 agosto tra le 5.41 e le 6.19;
- **T3** dal 7 gennaio al 14 febbraio tra le 7.48 e le 8.28 e dal 28 ottobre al 5 dicembre tra le 7.19 e le 7.59;
- **T8** dal 20 maggio al 22 luglio tra le 18.14 e le 18.49;
- **T10** dal 1 gennaio al 30 gennaio tra le 15.45 e le 16.20 e dal 12 novembre al 31 dicembre tra le 15.27 e le 16.08.

4 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 degli effetti mitigativi dovuti al piano di rotazione delle pale non sempre ortogonale alla direttrice sole-finestra e all'eventuale presenza di ostacoli e/o vegetazione interposti tra il sole e la finestra, il fenomeno dello shadow flickering si può verificare su 292 dei 447 fabbricati considerati (vedi Tabella 4).

L'incidenza di tale fenomeno sulla qualità della vita e degli ambienti lavorativi può ritenersi trascurabile in quanto, il valore di durata simulato ed atteso del fenomeno è nella maggior parte dei casi (392 su 447 fabbricati) inferiore a 30 ore l'anno ed esclusivamente su 4 fabbricati (R295, R302; R305 ed R 447) di poco superiore alle 80 ore annue.

Se si rapporta tale valore a quello di eliofania media locale dell'area (3669 ore/anno) si avrebbe un'incidenza percentuale del fenomeno mediamente inferiore all'1% ed al più pari al 2%, solo per alcuni sporadici casi.

A tali considerazioni va altresì sottolineato che:

- ⇒ la velocità di rotazione della turbina è 8,5 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;
- ⇒ i ricettori maggiormente interessati al fenomeno, ovvero quelli con valore di shadow flickering compreso tra le 80 e 82 ore/anno (R295,

R302; R305 ed R 447), risultano essere edifici disabitati o con scarsa densità abitativa durante l'anno;

⇒ le turbine in progetto che causano il fenomeno dell'ombreggiamento sono molto lontane dai recettori, essendo le distanze comprese tra 350 m e 2000 m. In tali circostanze l'effetto dell'ombra è trascurabile poiché il rapporto tra lo spessore della pala e la distanza dal recettore è molto ridotto;

Stante tutto quanto sopra riportato è possibile concludere come l'interferenza tra la componente in esame, relativa allo shadow flickering, sui ricettori presi in considerazione possa considerarsi trascurabile.