

REGIONE  
CALABRIA

Provincia di  
Catanzaro



Committente:

**Cropani Wind Energy S.r.l.**  
via Sardegna, 40  
00187 Roma (RM)  
P.IVA/C.F. 15856981004

Documento:

**PROGETTO DEFINITIVO**

Titolo del Progetto:

**PARCO EOLICO "CROPANI"**

Elaborato:

**Studio flickering - Relazione generale**

ID PROGETTO	DISCIPLINA	CAPITOLO	TIPO	REVISIONE	SCALA	FORMATO
IT-VesCro-Gem	ENV	GEN	TR	0		A4
NOME FILE:	IT-VesCro-Gem-ENV-GEN-TR-05-Rev.0					

Progettazione:



**Ing. Saverio Pagliuso**

Studi geologici, agronomici,  
archeologici e ambientali:

**Studio geologico Dott.  
Gaetano Bordone**

Gruppo di lavoro:

**Dott. Gaetano Bordone  
Prof. Vittorio Amadio Guidi  
Dott. Fabio Interrante  
Dott. Sebastiano Muratore  
Ing. Mauro Di Prete**

Rev:	Data Revisione	Descrizione Revisione	Redatto	Controllato	Approvato
00	05/11/2021	PRIMA EMISSIONE	BORDONE	GEMSA	VESTAS

## **INDICE**

<b>1</b>	<b>PREMESSA.....</b>	<b>2</b>
<b>2</b>	<b>CENNI SUL FENOMENO DELLO SHADOW FLICKERING.....</b>	<b>4</b>
<b>3</b>	<b>CALCOLO DELLO SHADOW FLICKERING .....</b>	<b>8</b>
3.1	DESCRIZIONE DELL'AMBITO DI STUDIO .....	8
3.2	CONFIGURAZIONE DI IMPIANTO.....	12
3.3	INDIVIDUAZIONE DEI RICETTORI.....	15
3.4	METODOLOGIA DI CALCOLO E SOFTWARE UTILIZZATO.....	22
3.5	RISULTATI.....	29
<b>4</b>	<b>CONCLUSIONI.....</b>	<b>40</b>

### **Elaborati grafici**

- T01: mappa di potenziale interferenza da shadow flickering

## **1      *PREMESSA***

Nei Comuni di Cropani, Cerva e Sersale 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 metà, 7 delle 14 turbine, sul territorio che va dalla zona sud-ovest del Comune di Cropani fino al confine a nord con il vicino Comune di Sersale mentre le rimanenti turbine si trovano nel territorio facente parte del Comune di Cerva e Sersale, rispettivamente a nord e nord-ovest del centro abitato di Cropani. Il campo eolico si estende, a partire da circa 3 km dalla costa di Cropani Marina (177 m.s.l.m.), verso zone più interne fino ad raggiungere la quota massima di 607 m.s.l.m.



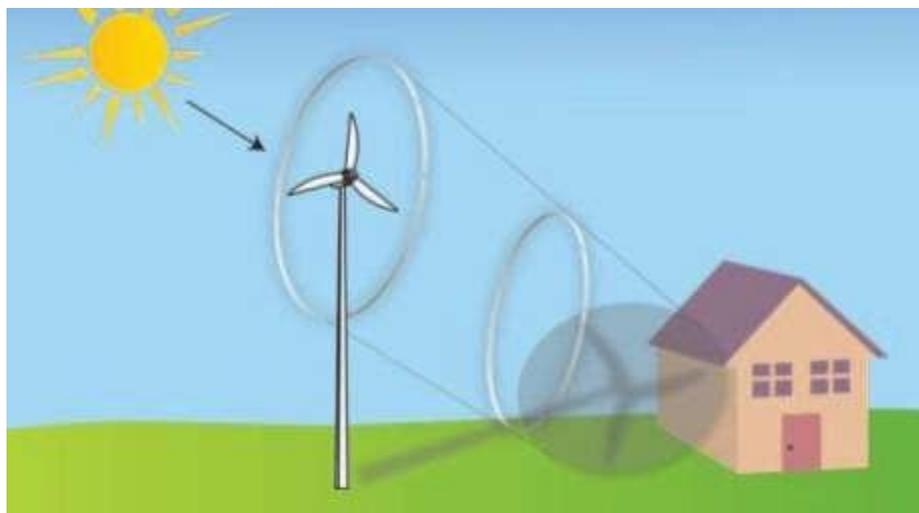
*Figura 1-1 Localizzazione del campo eolico oggetto di studio*

La tipologia di macchina impiegata è di tipo ad asse orizzontale in cui il sostegno, costituito da 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 2-1 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 ricettore – 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 500-1000 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.

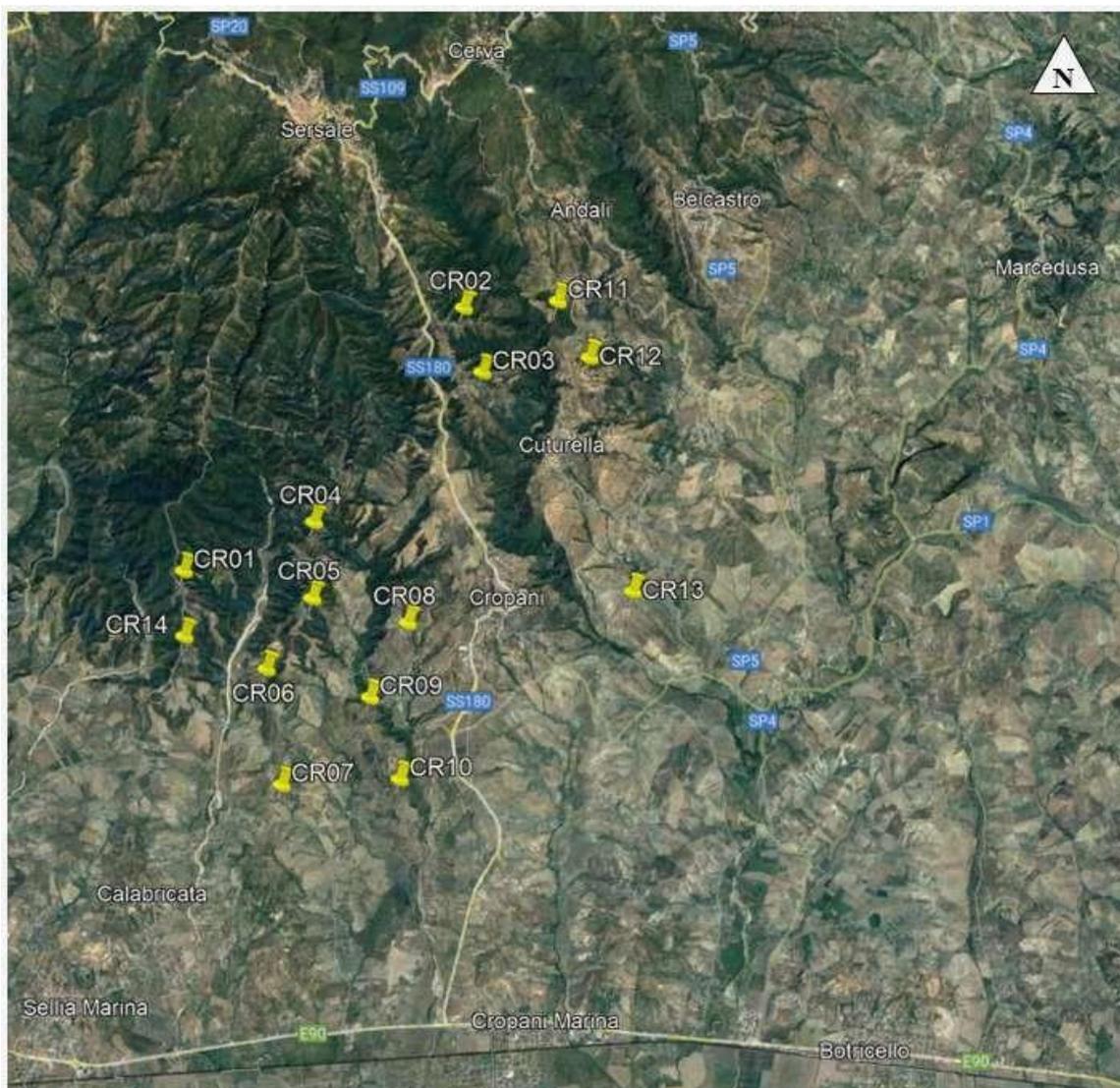
In relazione a ciò, si fa presente che, quale misura di prevenzione, già in fase di scelta delle aree sulle quali ubicare l'impianto si è cercato di localizzare gli aerogeneratori il più possibile distanti dall'area urbana oltreché dagli edifici abitativi e lavorativi.

### **3 CALCOLO DELLO SHADOW FLICKERING**

#### **3.1 DESCRIZIONE DELL'AMBITO DI STUDIO**

Il comune di Cropani è situato nel territorio della provincia di Catanzaro in Calabria, si estende per 44,8 km<sup>2</sup> ed ha una popolazione di circa 4836 abitanti. Il comune sorge su una collina panoramica a 10 km dal Mare Ionio e 13 km dalla Sila. Il territorio gode di un clima mite, che lo rende adatto alla coltivazione e lavorazione delle olive, da cui si ricava il pregiato olio extravergine. Infatti, la parte collinare del territorio è caratterizzata dalla presenza della macchia mediterranea e di estesi oliveti, in quest'area si trova il centro abitato più antico, chiamato talvolta Cropani Superiore, che ospita la sede municipale. Dall'altra parte del fiume Crocchio, che bagna l'intero territorio fino a sfociare nello Ionio, trova spazio la piccola frazione di Cuturella di Cropani. Mentre nella marginale zona pianeggiante è situata l'altra frazione Cropani Marina, un centro abitato che si estende dal mare alla Strada statale 106 Jonica.

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.



*Figura 3-1 Contesto territoriale in cui si prevede l'inserimento del campo eolico*

Il comune di Cerva (CZ), 1146 abitanti, è situato nel cuore della Presila Catanzarese. L'altitudine del territorio comunale è compresa tra una minima di 44 metri sul livello del mare, nella zona Cuturella di Cropani che fa capo dal punto di vista amministrativo al comune di Cropani, ed una massima di 1333 metri sul livello del mare, ai confini del Parco nazionale della Sila. Il comune sviluppa tra il corso del fiume Crocchio e del torrente

Nasari a circa 20 chilometri dalla costa ionica, confina a nord con il territorio di Petronà, a ovest con il comune di Sersale, a est con i comuni di Belcastro e Andali, infine a sud e verso il Mar Ionio i territori comunali confinano con i comuni di Cropani e di Andali.

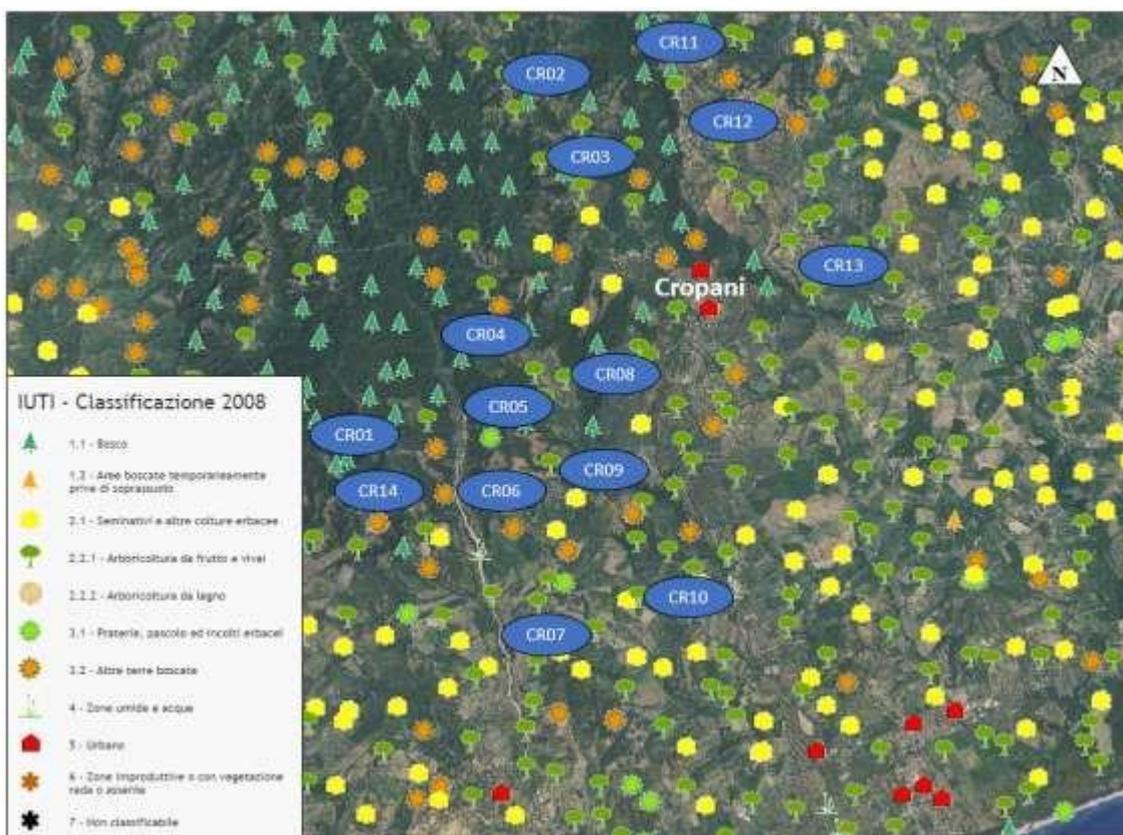
Il comune di Sersale (CZ), 4450 abitanti, è caratterizzato da un territorio di notevole valore escursionistico e paesaggistico. Al suo interno ricade la Riserva Naturale Regionale delle Valli Cupe con i suoi canyon, monoliti, alberi secolari e le cascate dei fiumi Campanaro e Crocchio. Il Canyon Valli Cupe è unico in Europa nel suo genere e custodisce la rarissima felce bulbifera. Gli altri canyon sono Melissano, Inferno, Gole del Crocchio, Catoie-Barbaro e Raga. Il monolito più importante è Pietra Aggiallu alto circa 18 metri. Tra le innumerevoli cascate si annoverano le cascate Campanaro, Rupe, Allori, Salice, Muschi, Chiusa, Chiusetta, Rovetto, San Basile, Crocchio, Cavallopoli e quella dell'Inferno che con le sue profonde gole e i suoi vetusti platani orientali è ritenuta una delle più suggestive.

Nello specifico, il contesto in cui il progetto si inserisce è delimitato:

- A Nord dai rilievi montuosi e collinari appartenenti ai comuni di Sersale, Andali (CZ) e Belcastro (CZ);
- A Sud dalle località Calabricata, frazione del comune di Sellia Marina (CZ), Cropani Marina e Botricello (CZ), oltreché dalla strada europea E90 (ex SS 106 Ionica);
- Ad Est dai territori collinari a nord del centro abitato di Botricello e dalla SS180 che congiunge Cropani con Cropani Marina intersecando di fatto l'area di studio;

- Ad Ovest da rilievi montuosi intervallati da canyon appartenenti al Comune di Soveria Simeri distante 16 km da Catanzaro, 12 km dalla costa ionica e 20 km dai monti della Sila.

Dalle indagini effettuate, la presenza antropica in questa porzione di territorio risulta estremamente ridotta, con una prevalenza di aree caratterizzate da praterie, pascoli ed incolti erbacei (cfr. Figura 3-2). Nello specifico l'area edificata è pari ad appena lo 0,07% del totale, inoltre, i pochi edifici presenti sono per lo più ruderi, depositi agricoli, aziende agricole e/o allevamenti, pertanto, meno sensibili ai potenziali effetti acustici indotti dal progetto in esame.



*Figura 3-2 Localizzazione campo eolico di progetto ed Inventario dell'Uso delle Terre d'Italia, fonte: Geoportale Nazionale (<http://www.pcn.minambiente.it/viewer/>).*

In generale, l'area interessata dalla realizzazione del parco eolico 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 700 m sul livello del mare.

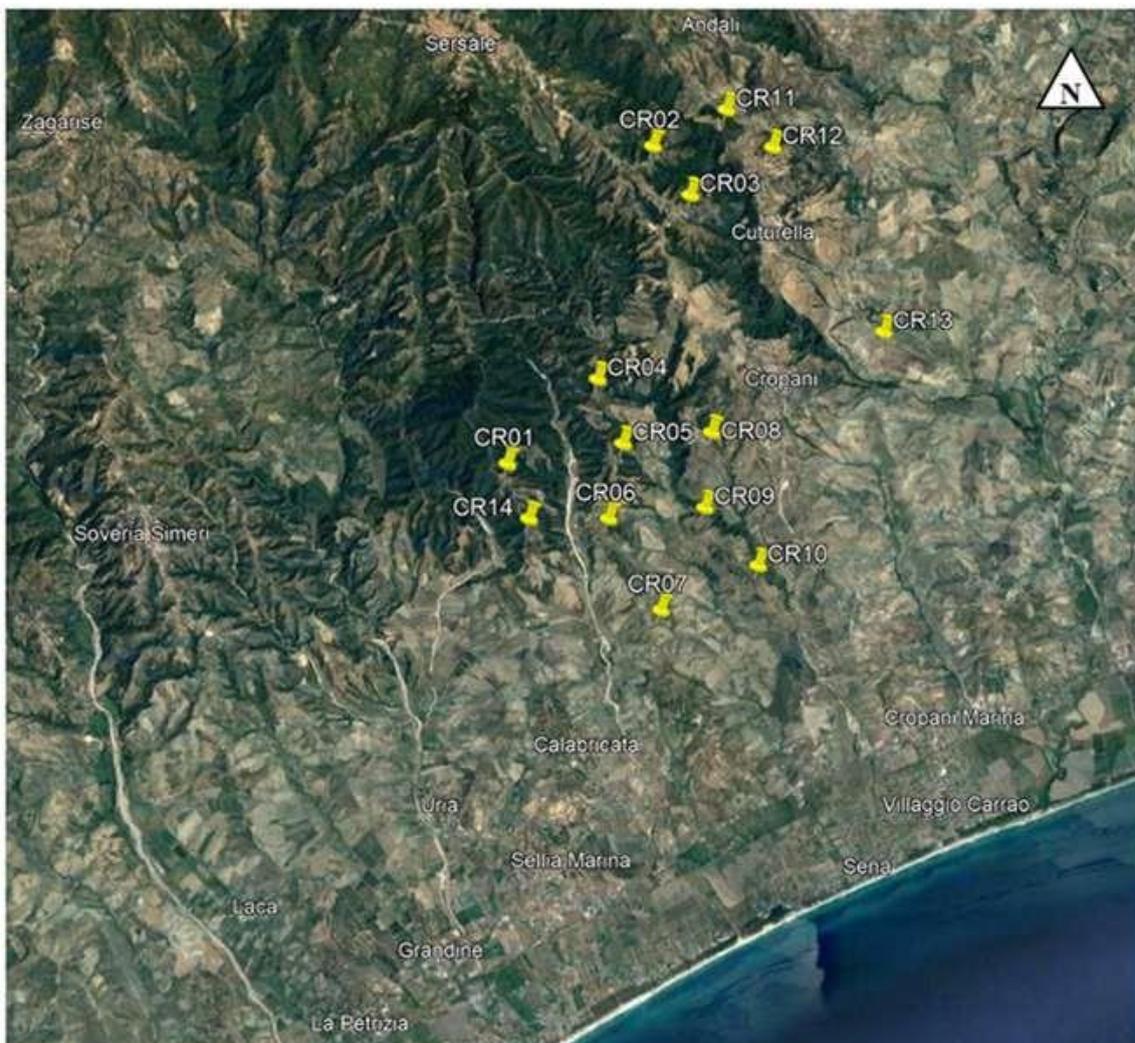
### **3.2 CONFIGURAZIONE DI IMPIANTO**

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

<b>Turbina</b>	<b>Comune</b>	<b>Coordinate UTM</b>		<b>Altitudine [m]</b>
		<b>Long. E [m]</b>	<b>Lat. N [m]</b>	
CR01	Sersale	650442.94	4313212.72	385
CR02	Cropani	652404.14	4317744.67	607
CR03	Cropani	652954.77	4317073.72	537
CR04	Cropani	651710.90	4314449.79	348
CR05	Cropani	652088.17	4313539.67	295
CR06	Sersale	651909.55	4312469.67	236
CR07	Sersale	652683.26	4311181.61	139
CR08	Cropani	653347.36	4313727.81	283
CR09	Cropani	653280.23	4312654.31	213
CR10	Cropani	654053.53	4311844.23	177
CR11	Cerva	653464.80	4318321.24	497
CR12	Cerva	654135.72	4317805.69	456
CR13	Cerva	655837.04	4315247.48	122
CR14	Sersale	650772.08	4312443.5	277

*Tabella 1 Coordinate geografiche puntuali turbine d'impianto*

*Studio Shadow Flickering– Progetto per la realizzazione di un parco eolico sito nel territorio comunale di Cropani, Cerva, Sersalee Belcastro (CZ)*



*Figura 3-3 Posizione delle turbine sul territorio (Cropani, Cerva e Sersale - 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 <sup>2</sup>

*Studio Shadow Flickering– Progetto per la realizzazione di un parco eolico sito nel territorio comunale di Cropani, Cerva, Sersalee Belcastro (CZ)*

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**

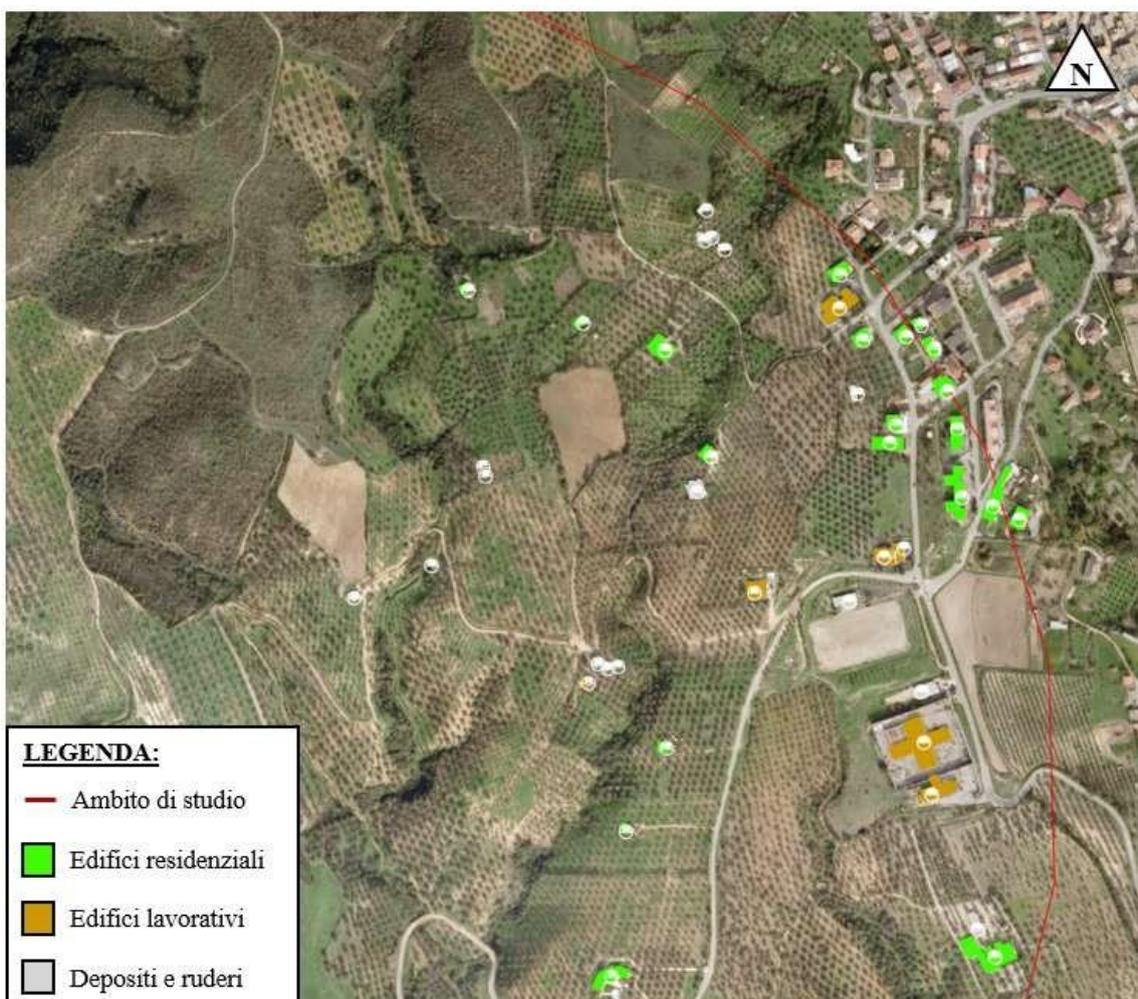
Successivamente, ai fini della previsione degli impatti indotti sulle abitazioni e sugli edifici lavorativi dall'impianto eolico in progetto, sono stati censiti i ricettori presenti nel raggio di 1km dagli aerogeneratori.

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 1km 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 387 edifici, appartenenti ai Comuni di Cropani e Cerva e Sersale, i quali risultano essere adibiti ad abitazione, luoghi lavorativi, o depositi e ruderi in stato di abbandono. In particolare, dal censimenti risultano 23 edifici lavorativi, 113 residenziali e 251 depositi/ruderi.



*Figura 3-4 Stralcio del censimento ricettori all'interno dell'ambito di studio*

Sebbene il fenomeno possa essere percepito anche all'esterno, esso risulta evidente e fastidioso in quegli ambienti abitativi o lavorativi confinestrature 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. Per lo stesso motivo, seppur censiti per completezza, **sono stati esclusi dall'analisi i depositi e magazzini agricoli** in quanto non sensibili al fenomeno indagato.

Di seguito sono riportati i riferimenti geografici dei soli ricettori considerati ai fini dell'analisi di shadow flickering (Tabella 3) oltreché l'uso in atto dei fabbricati e l'orientamento delle finestre ipotizzato.



*Figura 3-5 Esempio di identificazione dell'orientamento delle finestre dei ricettori*

In questo caso, data l'entità dei ricettori in studio, 113 residenziali e 23 lavorativi (136 totali), è stata ipotizzata una disposizione fissa delle finestre rispetto al nord pari a 0, 90, 180 e 270 gradi.

*Studio Shadow Flickering – Progetto per la realizzazione di un parco eolico sito nel territorio comunale di Cropani, Cerva, Sersalee Belcastro (CZ)*

Ric.	Usò in atto	Coordinate UTM		Numero finestre e orientamento rispetto al NORD
		Long. E [m]	Lat. N [m]	
R9	lavorativo	650677	4312853	4(0 – 90 – 180 - 270)
R12	lavorativo	650958	4312123	4(0 – 90 – 180 - 270)
R28	lavorativo	652373	4311280	4(0 – 90 – 180 - 270)
R31	lavorativo	652406	4311226	4(0 – 90 – 180 - 270)
R34	lavorativo	652310	4311385	4(0 – 90 – 180 - 270)
R40	residenziale	653817	4313522	4(0 – 90 – 180 - 270)
R47	lavorativo	653790	4313865	4(0 – 90 – 180 - 270)
R48	residenziale	653836	4313694	4(0 – 90 – 180 - 270)
R65	lavorativo	652389	4317641	4(0 – 90 – 180 - 270)
R73	lavorativo	652079	4317648	4(0 – 90 – 180 - 270)
R82	lavorativo	652725	4318071	4(0 – 90 – 180 - 270)
R84	lavorativo	652717	4318115	4(0 – 90 – 180 - 270)
R91	lavorativo	652630	4317251	4(0 – 90 – 180 - 270)
R92	lavorativo	652473	4316836	4(0 – 90 – 180 - 270)
R93	residenziale	652566	4316742	4(0 – 90 – 180 - 270)
R107	lavorativo	653385	4317090	4(0 – 90 – 180 - 270)
R111	lavorativo	652683	4317167	4(0 – 90 – 180 - 270)
R112	lavorativo	652796	4316931	4(0 – 90 – 180 - 270)
R116	lavorativo	654192	4317698	4(0 – 90 – 180 - 270)
R121	lavorativo	653148	4318619	4(0 – 90 – 180 - 270)
R145	residenziale	653248	4319241	4(0 – 90 – 180 - 270)
R148	residenziale	653238	4319270	4(0 – 90 – 180 - 270)
R158	residenziale	654064	4317243	4(0 – 90 – 180 - 270)
R160	residenziale	654115	4317115	4(0 – 90 – 180 - 270)
R163	residenziale	654163	4317016	4(0 – 90 – 180 - 270)
R164	residenziale	654123	4317000	4(0 – 90 – 180 - 270)
R165	residenziale	654122	4316984	4(0 – 90 – 180 - 270)
R166	residenziale	654111	4317000	4(0 – 90 – 180 - 270)
R167	residenziale	654086	4316992	4(0 – 90 – 180 - 270)
R168	residenziale	654063	4316999	4(0 – 90 – 180 - 270)

*Studio Shadow Flickering – Progetto per la realizzazione di un parco eolico sito nel territorio comunale di Cropani, Cerva, Sersalee Belcastro (CZ)*

Ric.	Usò in atto	Coordinate UTM		Numero finestre e orientamento rispetto al NORD
		Long. E [m]	Lat. N [m]	
R169	residenziale	654034	4316990	4(0 – 90 – 180 - 270)
R170	residenziale	654031	4316969	4(0 – 90 – 180 - 270)
R171	residenziale	654073	4316985	4(0 – 90 – 180 - 270)
R172	residenziale	654066	4316964	4(0 – 90 – 180 - 270)
R173	residenziale	654026	4316940	4(0 – 90 – 180 - 270)
R174	residenziale	654054	4316928	4(0 – 90 – 180 - 270)
R175	residenziale	654007	4316912	4(0 – 90 – 180 - 270)
R176	residenziale	654071	4316935	4(0 – 90 – 180 - 270)
R177	residenziale	654096	4316928	4(0 – 90 – 180 - 270)
R178	residenziale	654106	4316935	4(0 – 90 – 180 - 270)
R179	residenziale	654113	4316942	4(0 – 90 – 180 - 270)
R183	residenziale	654024	4316899	4(0 – 90 – 180 - 270)
R184	residenziale	654057	4316916	4(0 – 90 – 180 - 270)
R185	residenziale	654074	4316933	4(0 – 90 – 180 - 270)
R186	residenziale	654093	4316923	4(0 – 90 – 180 - 270)
R187	residenziale	654118	4316944	4(0 – 90 – 180 - 270)
R188	residenziale	654076	4316889	4(0 – 90 – 180 - 270)
R189	residenziale	654041	4316882	4(0 – 90 – 180 - 270)
R191	residenziale	654048	4316860	4(0 – 90 – 180 - 270)
R192	residenziale	654079	4316877	4(0 – 90 – 180 - 270)
R194	residenziale	654137	4316911	4(0 – 90 – 180 - 270)
R195	residenziale	654152	4316931	4(0 – 90 – 180 - 270)
R196	residenziale	654023	4316850	4(0 – 90 – 180 - 270)
R199	residenziale	653983	4316831	4(0 – 90 – 180 - 270)
R202	residenziale	654036	4316798	4(0 – 90 – 180 - 270)
R203	residenziale	654045	4316852	4(0 – 90 – 180 - 270)
R204	residenziale	654053	4316859	4(0 – 90 – 180 - 270)
R205	residenziale	654079	4316860	4(0 – 90 – 180 - 270)
R206	residenziale	654048	4316807	4(0 – 90 – 180 - 270)
R207	residenziale	654055	4316795	4(0 – 90 – 180 - 270)

*Studio Shadow Flickering – Progetto per la realizzazione di un parco eolico sito nel territorio comunale di Cropani, Cerva, Sersalee Belcastro (CZ)*

Ric.	Usò in atto	Coordinate UTM		Numero finestre e orientamento rispetto al NORD
		Long. E [m]	Lat. N [m]	
R208	residenziale	654047	4316828	4(0 – 90 – 180 - 270)
R209	residenziale	654075	4316833	4(0 – 90 – 180 - 270)
R210	residenziale	654087	4316849	4(0 – 90 – 180 - 270)
R211	residenziale	654083	4316780	4(0 – 90 – 180 - 270)
R212	residenziale	654104	4316789	4(0 – 90 – 180 - 270)
R213	residenziale	654120	4316837	4(0 – 90 – 180 - 270)
R214	residenziale	654115	4316814	4(0 – 90 – 180 - 270)
R215	residenziale	654124	4316805	4(0 – 90 – 180 - 270)
R216	residenziale	654131	4316859	4(0 – 90 – 180 - 270)
R217	residenziale	654157	4316833	4(0 – 90 – 180 - 270)
R219	residenziale	654186	4316844	4(0 – 90 – 180 - 270)
R220	residenziale	654196	4316861	4(0 – 90 – 180 - 270)
R221	residenziale	654207	4316829	4(0 – 90 – 180 - 270)
R222	residenziale	654219	4316871	4(0 – 90 – 180 - 270)
R226	residenziale	654306	4316999	4(0 – 90 – 180 - 270)
R227	residenziale	654315	4316975	4(0 – 90 – 180 - 270)
R237	residenziale	652919	4316096	4(0 – 90 – 180 - 270)
R238	residenziale	652933	4316119	4(0 – 90 – 180 - 270)
R239	residenziale	652909	4316121	4(0 – 90 – 180 - 270)
R240	residenziale	652842	4316219	4(0 – 90 – 180 - 270)
R242	residenziale	652852	4316221	4(0 – 90 – 180 - 270)
R245	residenziale	652780	4316315	4(0 – 90 – 180 - 270)
R246	residenziale	652729	4316316	4(0 – 90 – 180 - 270)
R248	residenziale	652795	4316333	4(0 – 90 – 180 - 270)
R250	residenziale	652815	4316386	4(0 – 90 – 180 - 270)
R251	residenziale	652742	4316418	4(0 – 90 – 180 - 270)
R254	residenziale	652558	4316568	4(0 – 90 – 180 - 270)
R255	residenziale	652587	4316593	4(0 – 90 – 180 - 270)
R256	residenziale	652535	4316588	4(0 – 90 – 180 - 270)
R259	residenziale	652567	4316626	4(0 – 90 – 180 - 270)

*Studio Shadow Flickering – Progetto per la realizzazione di un parco eolico sito nel territorio comunale di Cropani, Cerva, Sersalee Belcastro (CZ)*

Ric.	Usò in atto	Coordinate UTM		Numero finestre e orientamento rispetto al NORD
		Long. E [m]	Lat. N [m]	
R260	residenziale	652623	4316636	4(0 – 90 – 180 - 270)
R263	residenziale	652399	4316982	4(0 – 90 – 180 - 270)
R265	residenziale	652344	4317094	4(0 – 90 – 180 - 270)
R266	residenziale	652290	4317137	4(0 – 90 – 180 - 270)
R267	residenziale	652284	4317143	4(0 – 90 – 180 - 270)
R270	residenziale	652245	4317125	4(0 – 90 – 180 - 270)
R271	residenziale	651993	4317407	4(0 – 90 – 180 - 270)
R274	residenziale	651709	4317937	4(0 – 90 – 180 - 270)
R275	residenziale	651583	4318142	4(0 – 90 – 180 - 270)
R279	residenziale	651786	4318189	4(0 – 90 – 180 - 270)
R281	residenziale	655465	4316166	4(0 – 90 – 180 - 270)
R284	residenziale	655832	4316109	4(0 – 90 – 180 - 270)
R287	lavorativo	653989	4313979	4(0 – 90 – 180 - 270)
R288	lavorativo	654130	4314010	4(0 – 90 – 180 - 270)
R289	lavorativo	654150	4314019	4(0 – 90 – 180 - 270)
R292	residenziale	653928	4314134	4(0 – 90 – 180 - 270)
R293	lavorativo	654173	4313816	4(0 – 90 – 180 - 270)
R294	lavorativo	654183	4313727	4(0 – 90 – 180 - 270)
R295	residenziale	653884	4313790	4(0 – 90 – 180 - 270)
R298	residenziale	654284	4313551	4(0 – 90 – 180 - 270)
R301	residenziale	654306	4314064	4(0 – 90 – 180 - 270)
R302	residenziale	654273	4314093	4(0 – 90 – 180 - 270)
R303	residenziale	654219	4314073	4(0 – 90 – 180 - 270)
R304	residenziale	654219	4314142	4(0 – 90 – 180 - 270)
R305	residenziale	654127	4314142	4(0 – 90 – 180 - 270)
R306	residenziale	654152	4314175	4(0 – 90 – 180 - 270)
R307	residenziale	654222	4314213	4(0 – 90 – 180 - 270)
R308	residenziale	654194	4314246	4(0 – 90 – 180 - 270)
R309	residenziale	654158	4314276	4(0 – 90 – 180 - 270)
R310	residenziale	654181	4314289	4(0 – 90 – 180 - 270)

Ric.	Usò in atto	Coordinate UTM		Numero finestre e orientamento rispetto al NORD
		Long. E [m]	Lat. N [m]	
R311	residenziale	654106	4314260	4(0 – 90 – 180 - 270)
R313	lavorativo	654074	4314310	4(0 – 90 – 180 - 270)
R314	residenziale	654084	4314350	4(0 – 90 – 180 - 270)
R315	residenziale	653870	4314263	4(0 – 90 – 180 - 270)
R320	residenziale	653782	4314288	4(0 – 90 – 180 - 270)
R321	residenziale	653644	4314326	4(0 – 90 – 180 - 270)
R322	residenziale	654669	4312508	4(0 – 90 – 180 - 270)
R323	residenziale	654681	4312520	4(0 – 90 – 180 - 270)
R324	residenziale	654695	4312528	4(0 – 90 – 180 - 270)
R326	residenziale	654601	4312454	4(0 – 90 – 180 - 270)
R337	residenziale	654744	4311311	4(0 – 90 – 180 - 270)
R339	residenziale	654552	4311102	4(0 – 90 – 180 - 270)
R346	residenziale	653749	4311362	4(0 – 90 – 180 - 270)
R360	residenziale	653071	4310358	4(0 – 90 – 180 - 270)
R369	residenziale	652014	4311510	4(0 – 90 – 180 - 270)
R370	residenziale	652501	4311997	4(0 – 90 – 180 - 270)

*Tabella 3 Coordinate geografiche puntuali dei ricettori considerati ai fini dell'analisi*

### **3.4 METODOLOGIA DI CALCOLO E SOFTWARE UTILIZZATO**

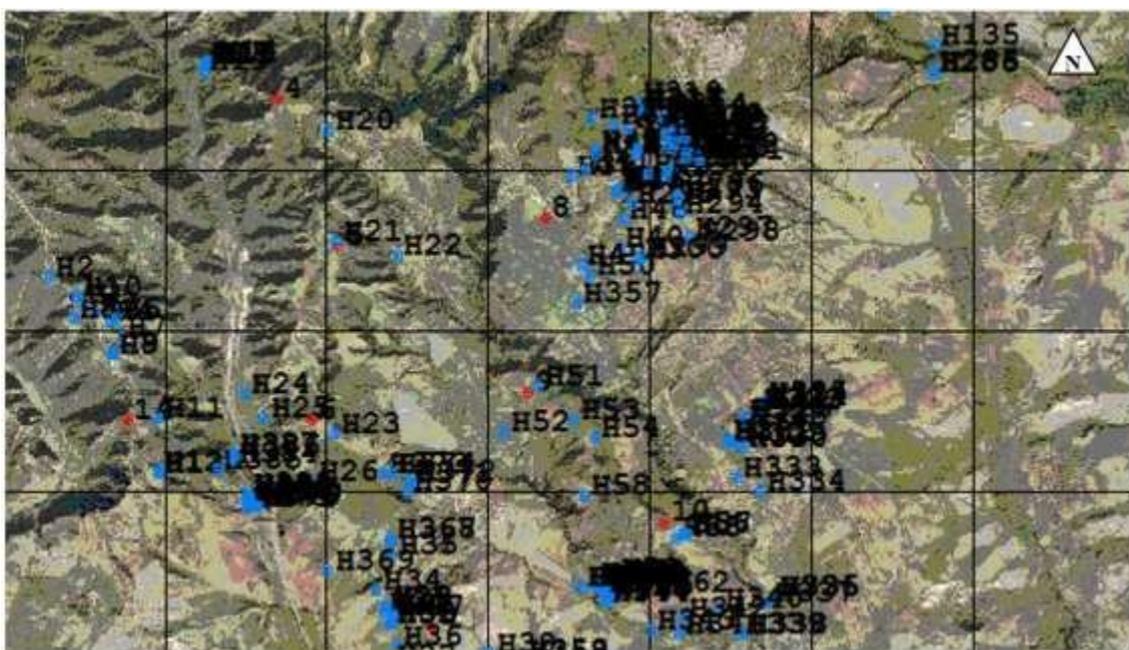
L'analisi dell'impatto da shadow flickering prodotto da un campo eolico è realizzata, generalmente, attraverso l'impiego di specifici applicativi che modellano il fenomeno in esame. I pacchetti software impiegati per la progettazione di impianti eolici contengono moduli specifici per il calcolo e l'analisi 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 3-6 Stralcio dell'area di studio in Windfarm: ricettori (blu) e aerogeneratori (rosso)*

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 3-7);
- 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 3-7 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 : CROPANI
Run Name : cropani BIS_shf.WFK
Title : cropani BIS SHF
Time : 16:52:15, 26 Oct 2021
```

SUMMARY OF MERGED SHADOW TIMES FROM EACH TURBINE ON ALL HOUSES

Turbine	Easting	Northing	Days per year	Max hours per day	Mean hours per day	Total hours
1	650442	4313212	365	5.51	3.86	1409.8
2	652428	4317729	365	10.93	8.02	2927.6
3	652937	4317072	365	5.95	4.77	1740.5
4	651699	4314449	137	1.69	1.30	178.5
5	652077	4313529	278	6.57	4.59	1275.1
6	651913	4312446	236	4.48	2.13	502.9
7	652669	4311136	365	3.64	2.59	944.6
8	653354	4313710	365	3.56	2.27	827.7
9	653238	4312614	290	4.73	3.53	1023.7
10	654093	4311808	270	2.79	1.60	432.0
11	653450	4318313	365	3.28	2.30	840.6
12	654093	4317791	297	1.59	1.08	319.9
13	655821	4315192	157	1.23	0.96	150.2
14	650772	4312443	211	3.41	2.56	539.5

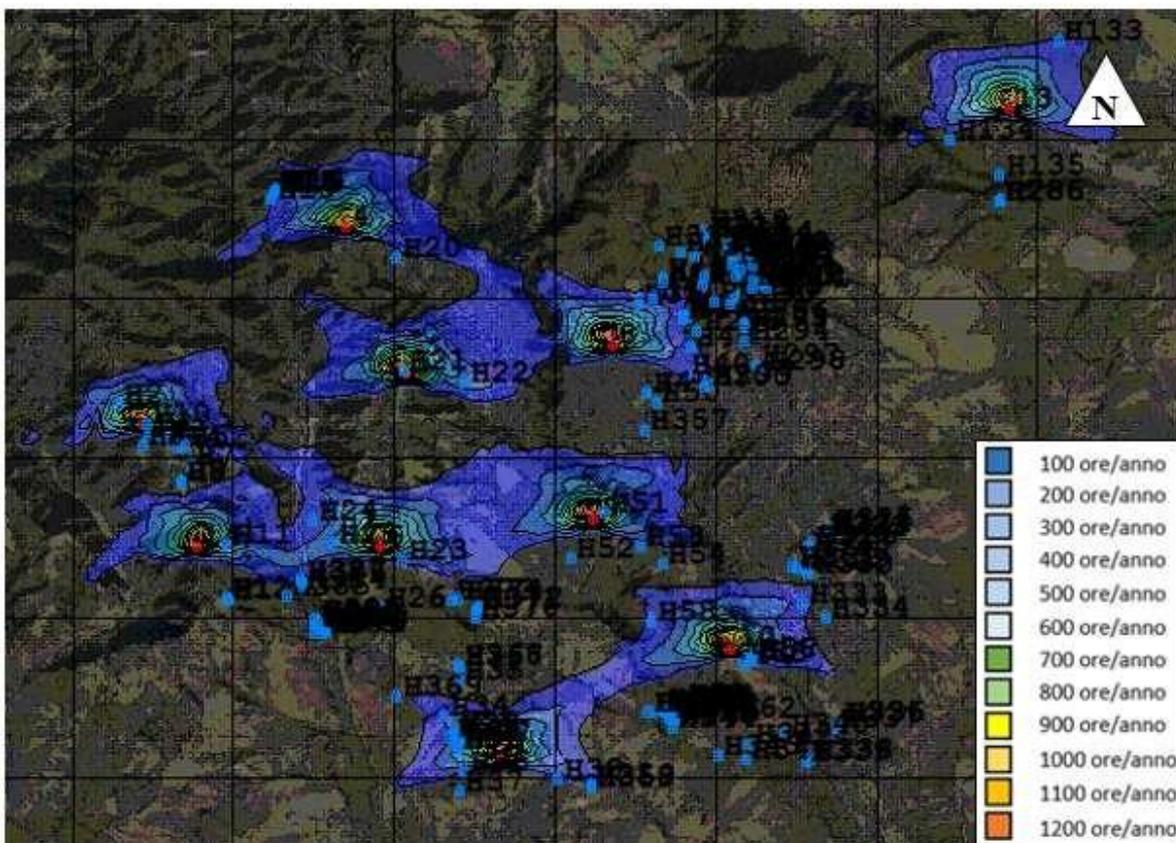
*Figura 3-8 Esempio di output elaborato tramite WindFarm5*

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

- ⇒ coordinate geografiche baricentriche (UTM): 635800-Est, 4303900-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 6 km (60 km<sup>2</sup>)
- ⇒ risoluzione di calcolo: 50 m

- ⇒ raggio d’influenza massimo: 1 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 3-9 Stralcio di output restituito dal software WindFarm*

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, sui 136 ricettori residenziali e lavorativi, secondo la metodologia di calcolo descritta nel paragrafo precedente.

Ricettore	Caso peggiore		Caso reale [ore/anno]
	Giorni /anno	Ore /anno	
R9	0	0	0
R12	0	0	0
R28	160	227	136
R31	179	290	174
R34	157	185	111
R40	100	107	64
R47	119	129	77
R48	121	126	76
R65	0	0	0
R73	129	196	118
R82	273	246	148
R84	240	218	131
R91	187	250	150
R92	39	17	10
R93	0	0	0
R107	129	138	83
R111	187	312	187
R112	0	0	0
R116	0	0	0
R121	149	173	104
R145	0	0	0
R148	0	0	0
R158	0	0	0
R160	0	0	0

*Studio Shadow Flickering– Progetto per la realizzazione di un parco eolico sito nel territorio comunale di Cropani, Cerva, Sersalee Belcastro (CZ)*

Ricettore	Caso peggiore		Caso reale [ore/anno]
	Giorni /anno	Ore /anno	
R163	0	0	0
R164	0	0	0
R165	0	0	0
R166	0	0	0
R167	0	0	0
R168	0	0	0
R169	0	0	0
R170	0	0	0
R171	0	0	0
R172	0	0	0
R173	0	0	0
R174	0	0	0
R175	0	0	0
R176	0	0	0
R177	0	0	0
R178	0	0	0
R179	0	0	0
R183	0	0	0
R184	0	0	0
R185	0	0	0
R186	0	0	0
R187	0	0	0
R188	0	0	0
R189	0	0	0
R191	0	0	0
R192	0	0	0
R194	0	0	0
R195	0	0	0
R196	0	0	0
R199	0	0	0
R202	0	0	0

*Studio Shadow Flickering– Progetto per la realizzazione di un parco eolico sito nel territorio comunale di Cropani, Cerva, Sersalee Belcastro (CZ)*

Ricettore	Caso peggiore		Caso reale [ore/anno]
	Giorni /anno	Ore /anno	
R203	0	0	0
R204	0	0	0
R205	0	0	0
R206	0	0	0
R207	0	0	0
R208	0	0	0
R209	0	0	0
R210	0	0	0
R211	0	0	0
R212	0	0	0
R213	0	0	0
R214	0	0	0
R215	0	0	0
R216	0	0	0
R217	0	0	0
R219	0	0	0
R220	0	0	0
R221	0	0	0
R222	0	0	0
R226	0	0	0
R227	0	0	0
R237	0	0	0
R238	0	0	0
R239	0	0	0
R240	0	0	0
R242	0	0	0
R245	0	0	0
R246	0	0	0
R248	0	0	0
R250	0	0	0
R251	0	0	0

*Studio Shadow Flickering– Progetto per la realizzazione di un parco eolico sito nel territorio comunale di Cropani, Cerva, Sersalee Belcastro (CZ)*

Ricettore	Caso peggiore		Caso reale [ore/anno]
	Giorni /anno	Ore /anno	
R254	0	0	0
R255	0	0	0
R256	0	0	0
R259	0	0	0
R260	0	0	0
R263	150	140	84
R265	91	79	47
R266	80	64	38
R267	79	62	37
R270	75	57	34
R271	0	0	0
R274	73	51	31
R275	60	30	18
R279	82	57	34
R281	0	0	0
R284	0	0	0
R287	89	66	40
R288	71	46	27
R289	70	44	26
R292	97	79	47
R293	62	40	24
R294	63	41	25
R295	97	92	55
R298	67	39	23
R301	0	0	0
R302	59	31	19
R303	68	38	23
R304	79	42	25
R305	112	62	37
R306	105	60	36
R307	0	0	0

Ricettore	Caso peggiore		Caso reale [ore/anno]
	Giorni /anno	Ore /anno	
R308	91	53	32
R309	78	47	28
R310	0	0	0
R311	75	47	28
R313	52	26	15
R314	35	13	8
R315	18	4	2
R320	0	0	0
R321	0	0	0
R322	0	0	0
R323	0	0	0
R324	0	0	0
R326	0	0	0
R337	0	0	0
R339	0	0	0
R346	0	0	0
R360	0	0	0
R369	125	78	47
R370	0	0	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

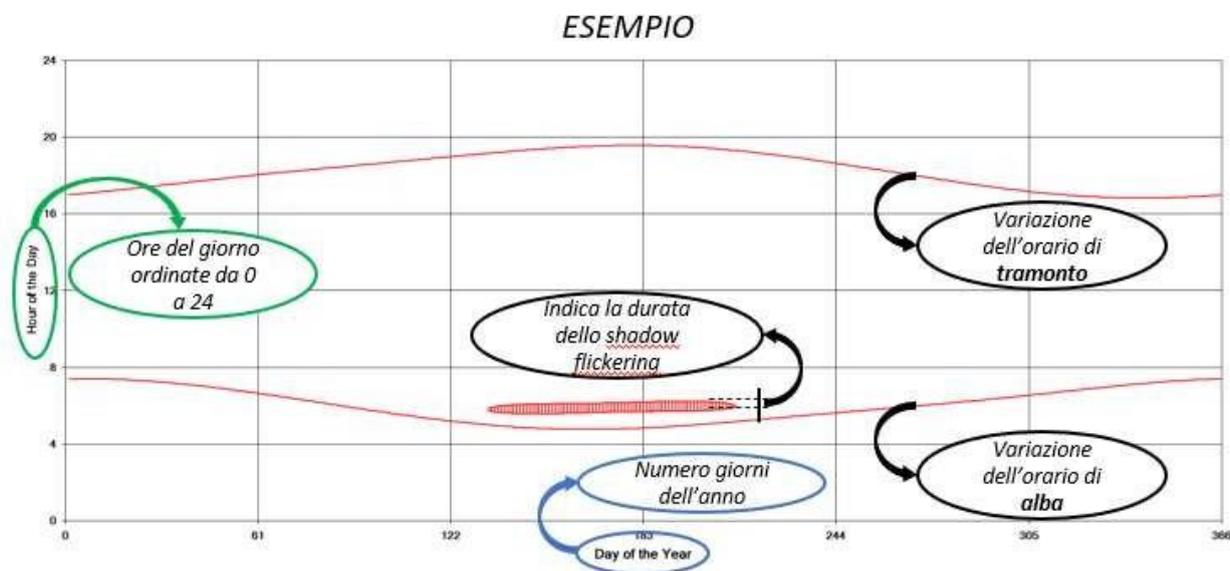
rotazione delle pale non sempre ortogonale alla direttrice sole-finestra e all'eventuale presenza di ostacoli e/o vegetazione interposti tra il sole e la finestra.

Sempre dalla Tabella 4 si evince che presso 94 fabbricati non si manifesta il fenomeno in analisi mentre per i restanti 42 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).

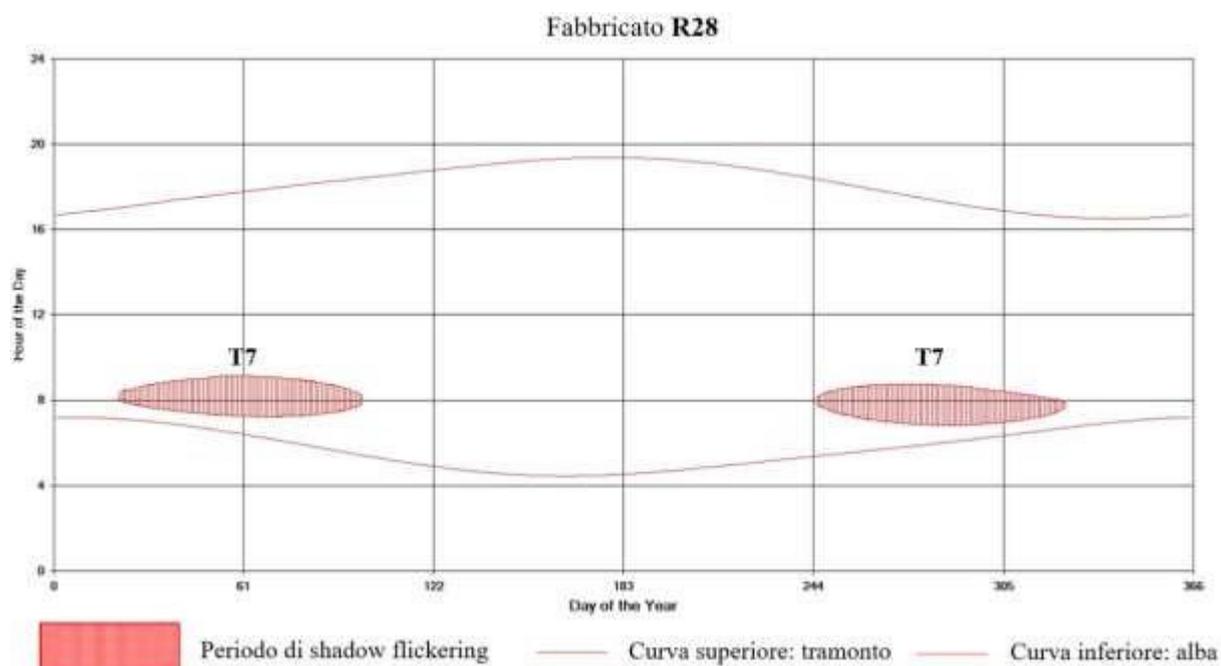
Al fine di garantire una più chiara comprensione di tali grafici, prima di effettuarne la disamina, si riporta una guida alla lettura degli stessi:



*Figura 3-10 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.

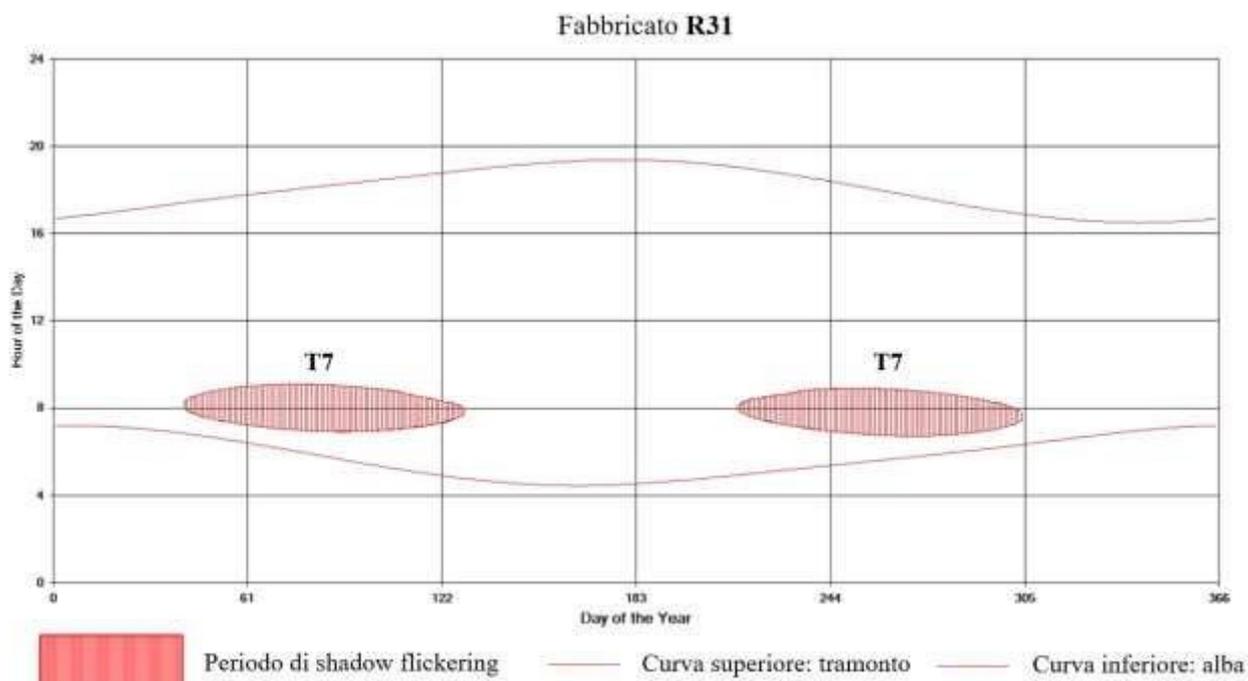
Inoltre, sull'asse delle ordinate sono riportati i giorni dell'anno e su quello delle ascisse l'ora del giorno (ora solare).



*Figura 3-11 Periodi di shadow flickering per il ricettore R28*

Per quanto riguarda il fabbricato R28, si riportano le Turbine eoliche (Txx) che generano interferenza in relazione al fenomeno dello shadow flickering ed i relativi periodi temporali di riferimento:

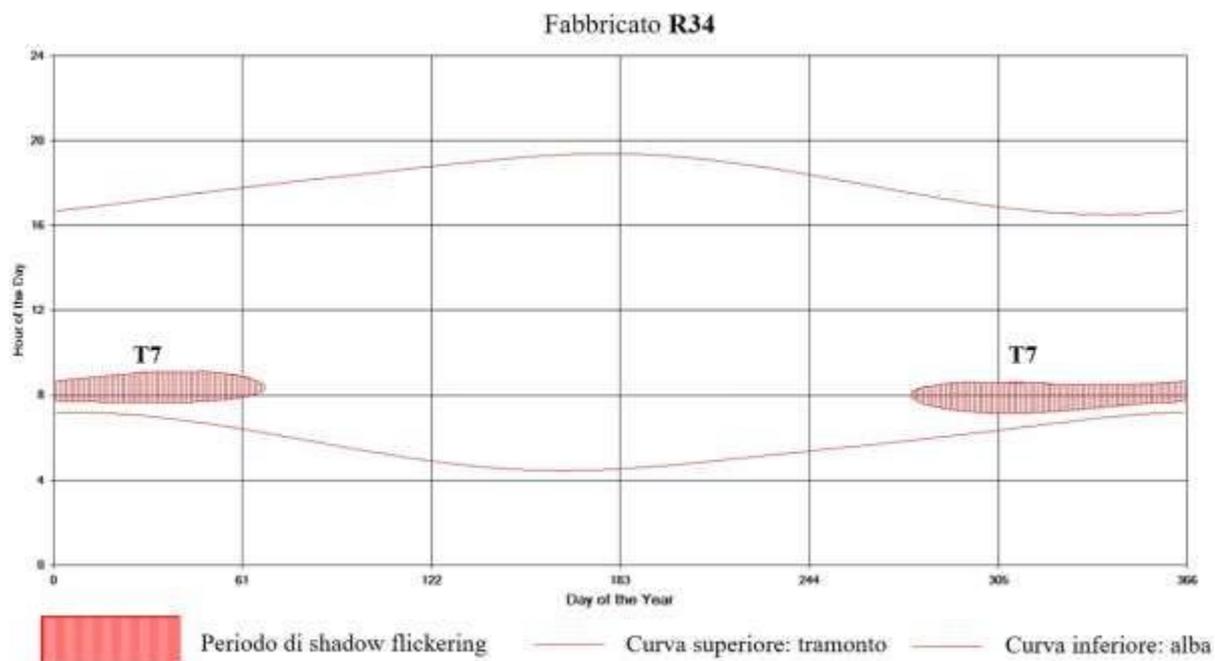
⇒ **T7** dal 21 gennaio al 9 aprile tra le 7.14 e le 9.08 e dal 2 settembre al 21 novembre tra le 6.49 e le 8.44.



*Figura 3-12 Periodi di shadow flickering per il ricettore R31*

In coerenza al fabbricato precedente si riportano le Turbine che generano interferenza rispetto al ricettore R31 ed i relativi periodi temporali:

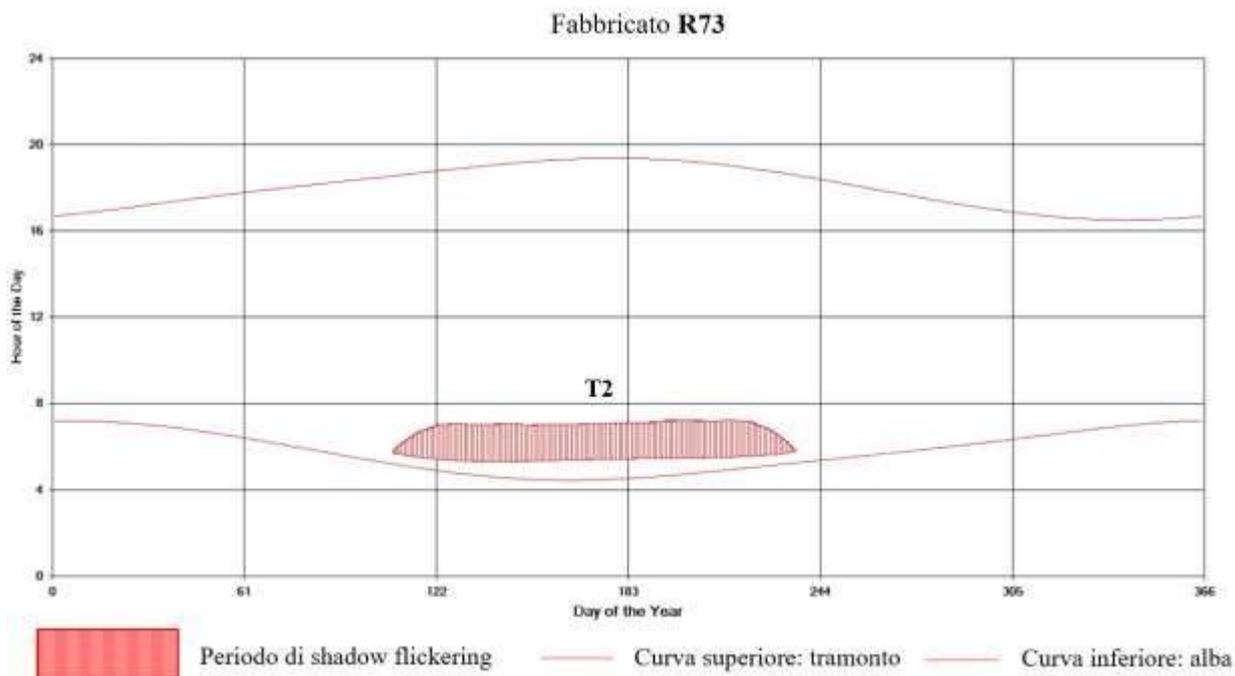
- ✓ **T7** dal 10 febbraio al 9 maggio tra le 6.55 e le 9.05 e dal 3 agosto al 31 ottobre tra le 6.42 e le 8.54.



*Figura 3-13 Periodi di shadow flickering per il ricettore R34*

In coerenza al fabbricato precedente si riportano le Turbine che generano interferenza rispetto al ricettore R34 ed i relativi periodi temporali:

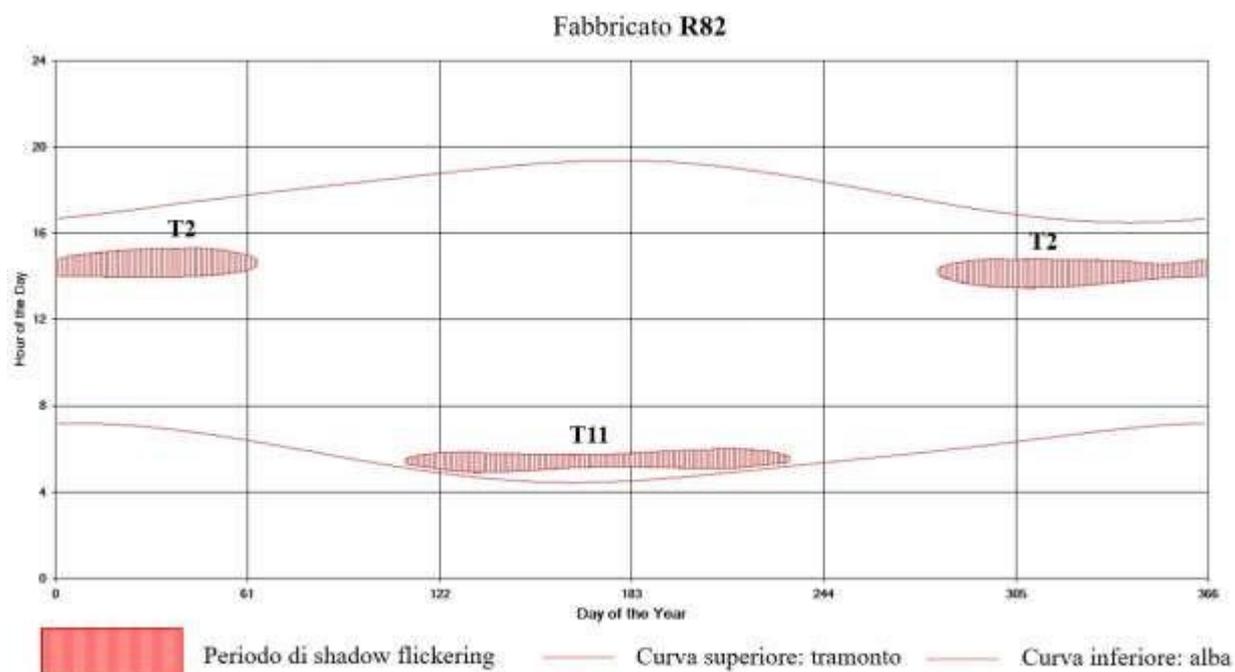
- ❖ **T7** dal 1 gennaio al 9 marzo tra le 7.39 e le 9.06 e dal 4 ottobre al 31 dicembre tra le 7.09 e le 8.39.



*Figura 3-14 Periodi di shadow flickering per il ricettore R73*

In coerenza al fabbricato precedente si riportano le Turbine che generano interferenza rispetto al ricettore R73 ed i relativi periodi temporali:

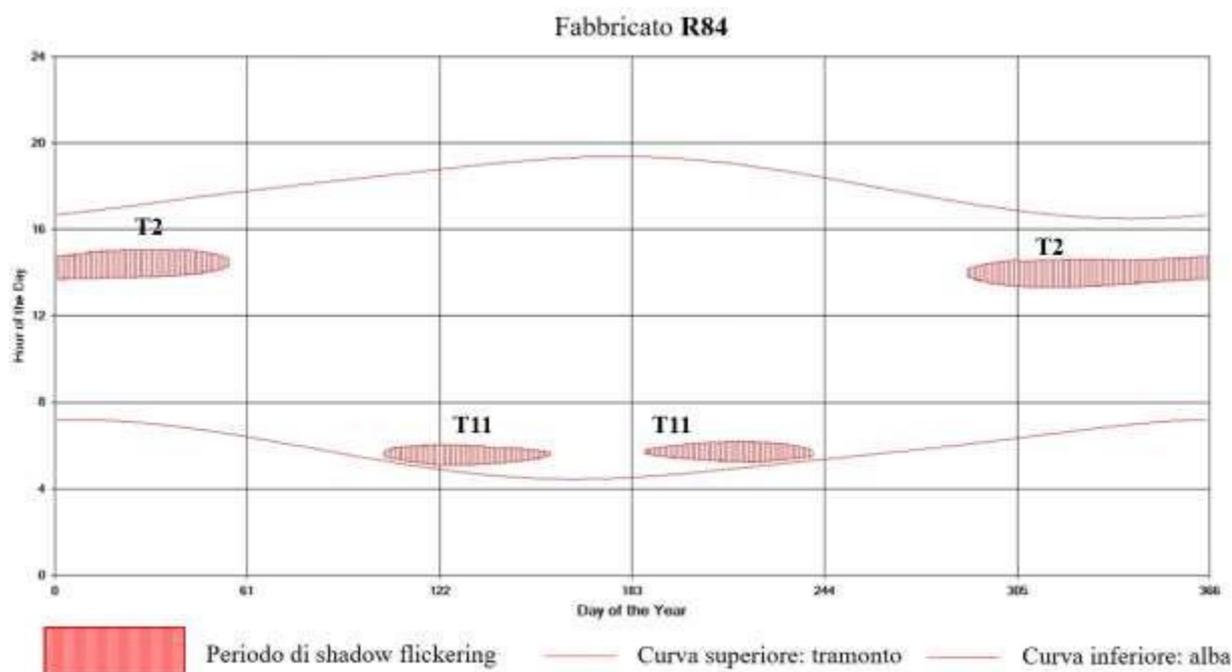
- **T2** dal 18 aprile al 24 agosto tra le 5.18 e le 7.14.



*Figura 3-15 Periodi di shadow flickering per il ricettore R82*

In coerenza al fabbricato precedente si riportano le Turbine che generano interferenza rispetto al ricettore R82 ed i relativi periodi temporali:

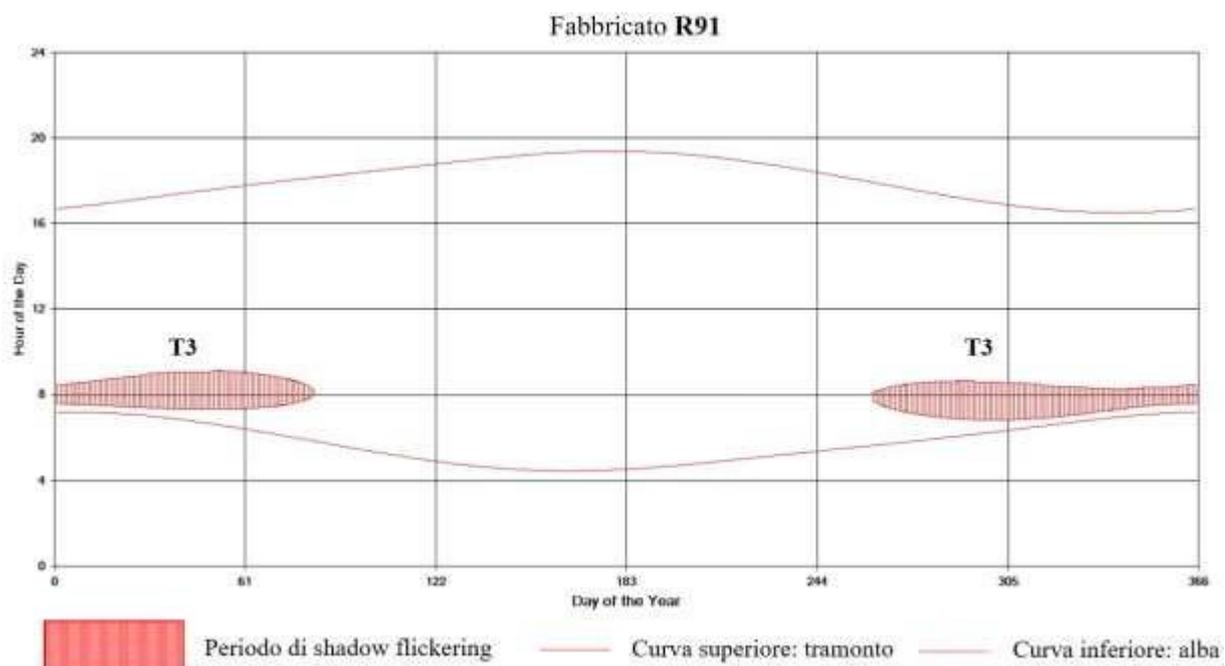
- **T2** dal 1 gennaio al 5 marzo tra le 13.59 e le 15.20 e dal 7 ottobre al 31 dicembre tra le 13.28 e le 14.47;
- **T11** dal 21 aprile al 21 agosto tra le 4.55 e le 6.01.



*Figura 3-16 Periodi di shadow flickering per il ricettore R84*

In coerenza al fabbricato precedente si riportano le Turbine che generano interferenza rispetto al ricettore R84 ed i relativi periodi temporali:

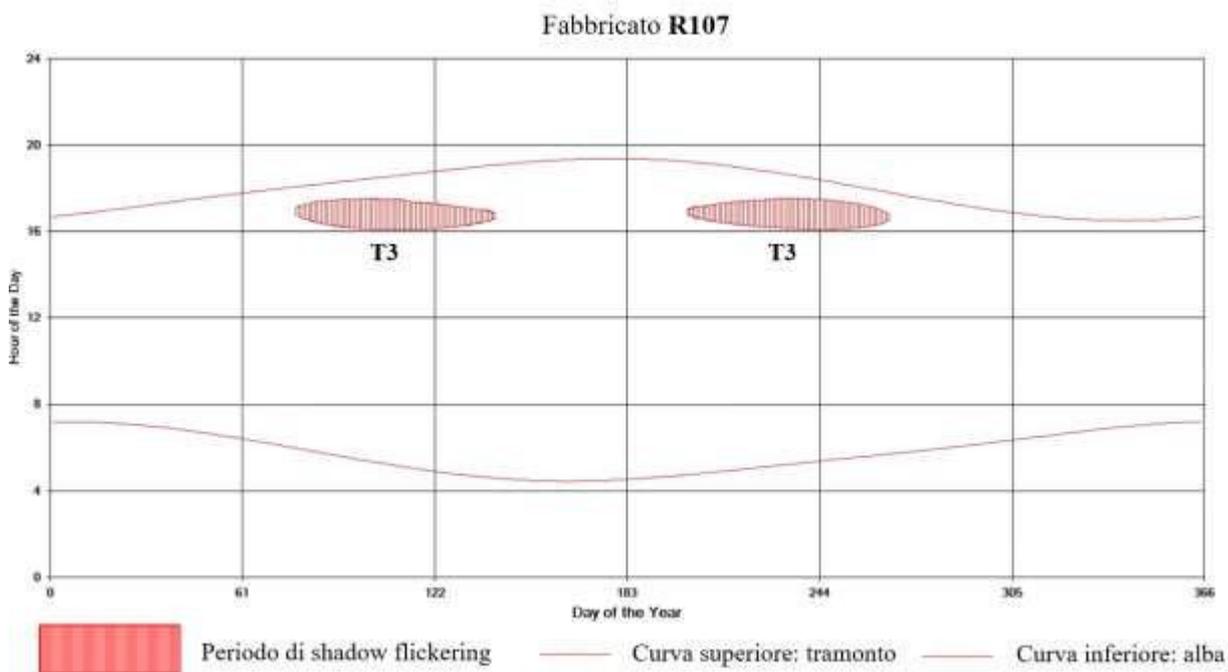
- **T2** dal 1 gennaio al 24 febbraio tra le 13.42 e le 15.04 e dal 16 ottobre al 31 dicembre tra le 13.20 e le 14.45;
- **T11** dal 14 aprile al 6 giugno tra le 5.05 e le 6.01 e dal 6 luglio al 28 agosto tra le 5.14 e le 6.10.



*Figura 3-17 Periodi di shadow flickering per il ricettore R91*

In coerenza al fabbricato precedente si riportano le Turbine che generano interferenza rispetto al ricettore R91 ed i relativi periodi temporali:

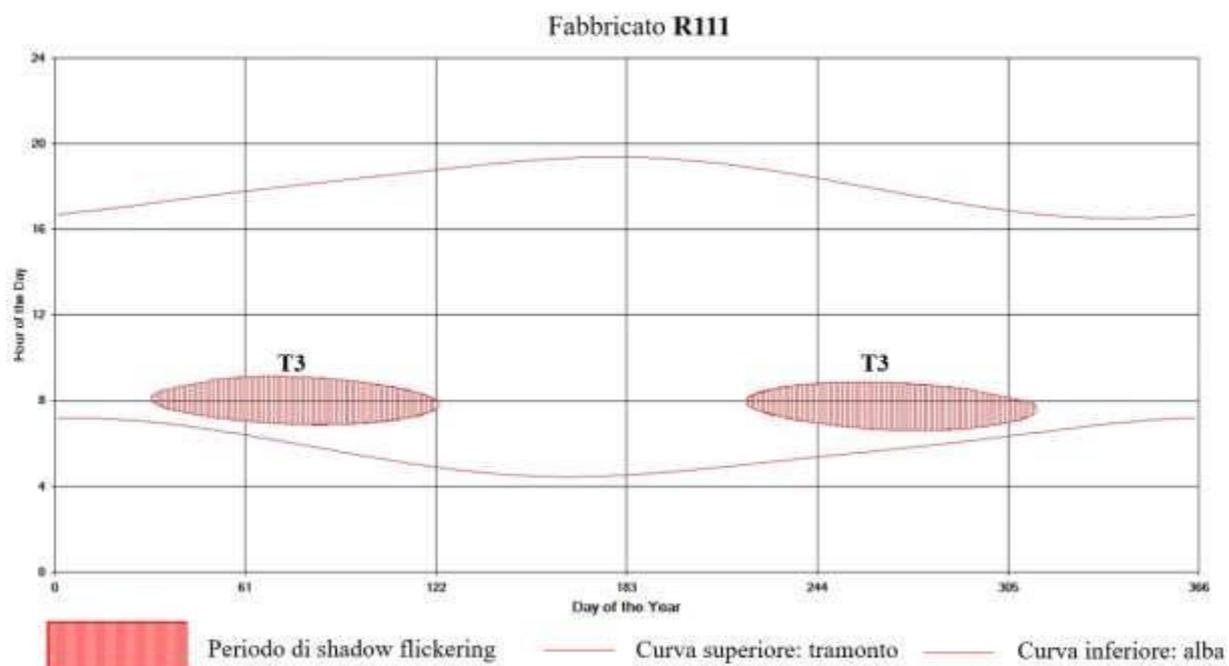
- **T3** dal 1 gennaio al 24 marzo tra le 7.19 e le 9.07 e dal 19 settembre al 31 dicembre tra le 6.49 e le 8.38.



*Figura 3-18 Periodi di shadow flickering per il ricettore R107*

In coerenza al fabbricato precedente si riportano le Turbine che generano interferenza rispetto al ricettore R107 ed i relativi periodi temporali:

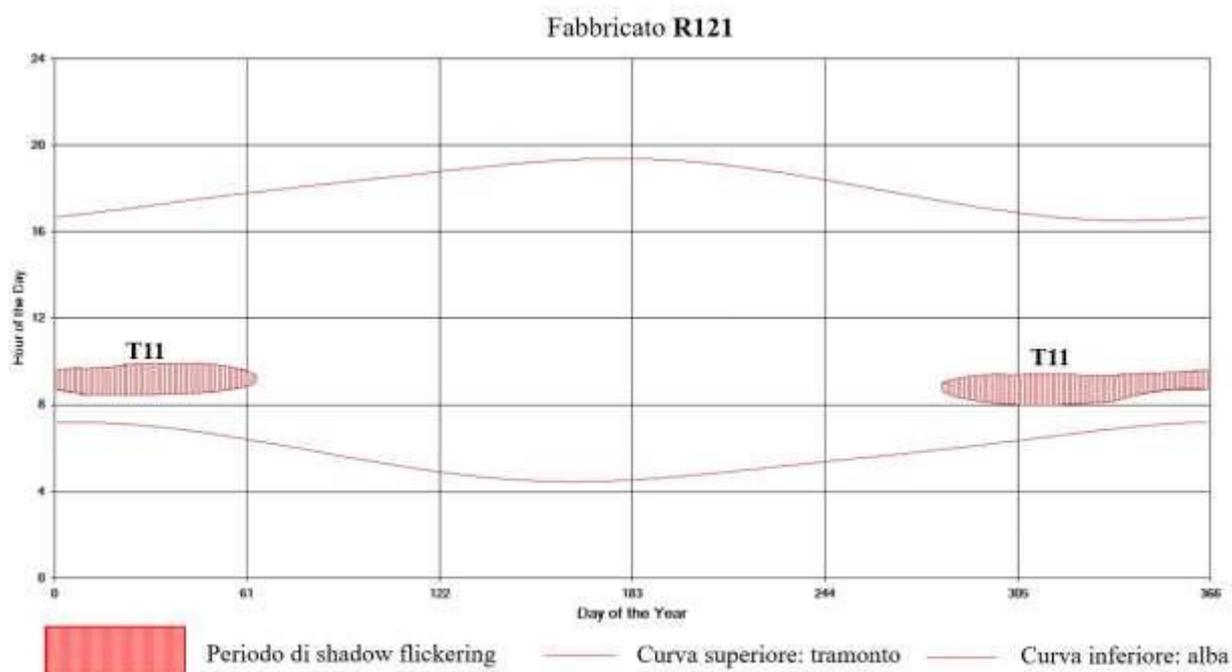
- **T3** dal 19 marzo al 21 maggio tra le 16.04 e le 17.30 e dal 21 luglio al 23 settembre tra le 16.06 e le 17.32.



*Figura 3-19 Periodi di shadow flickering per il ricettore R111*

In coerenza al fabbricato precedente si riportano le Turbine che generano interferenza rispetto al ricettore R111 ed i relativi periodi temporali:

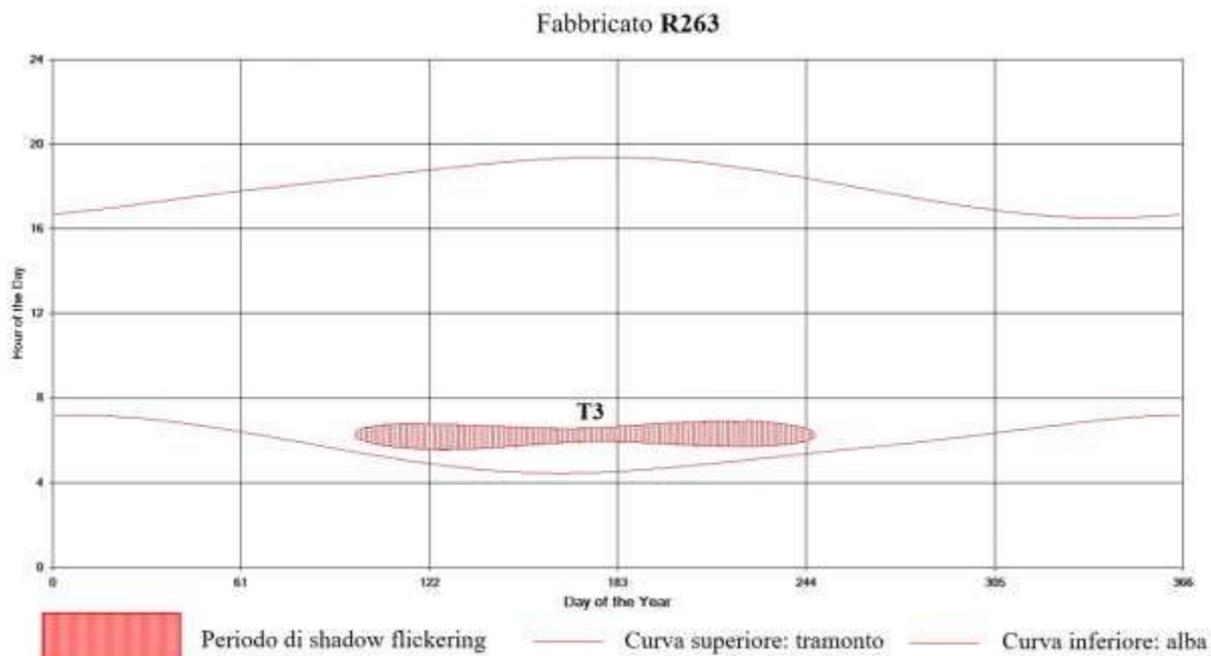
- **T3** dal 31 gennaio al 3 maggio tra le 6.52 e le 9.07 e dal 9 agosto al 10 novembre tra le 6.36 e le 8.51.



*Figura 3-20 Periodi di shadow flickering per il ricettore R121*

In coerenza al fabbricato precedente si riportano le Turbine che generano interferenza rispetto al ricettore R121 ed i relativi periodi temporali:

- **T11** dal 1 gennaio al 5 marzo tra le 8.28 e le 9.55 e dal 8 ottobre al 31 dicembre tra le 7.59 e le 9.36.



*Figura 3-21 Periodi di shadow flickering per il ricettore R263*

In coerenza al fabbricato precedente si riportano le Turbine che generano interferenza rispetto al ricettore R263 ed i relativi periodi temporali:

- **T3** dal 8 aprile al 4 settembre tra le 5.33 e le 6.53.

#### **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 42 dei 136 fabbricati considerati ai fini dell'analisi (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 (109 su 136 fabbricati) inferiore a 30 ore l'anno ed esclusivamente su 11 fabbricati (R28, R31, R34, R73, R82, R84, R91, R107, R111, R121 ed R263) compreso tra le 83 e 187 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 5%, 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 83 e 174 ore/anno (R28, R31, R34, R73, R82, R84, R91, R107, R111, R121), risultano essere edifici con scarsa densità abitativa durante l'anno. Per quanto

riguarda il ricettore R263, classificato come edificio residenziale, l'incidenza di tale fenomeno è comunque circoscritta al 2% (84 ore/anno) e di conseguenza ritenuta trascurabile.

⇒ le turbine in progetto che causano il fenomeno dell'ombreggiamento sono molto lontane dai recettori, essendo le distanze comprese tra 350 m e 1000 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.***