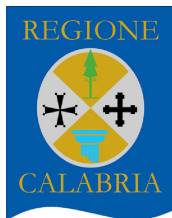


Regione
CALABRIA



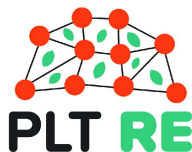
Comune di
CORIGLIANO-ROSSANO



Comune di
TERRANOVA DA SIBARI



Committente:



PLT RE s.r.l.
Corte Don Giuliano Botticelli 51
47522 Cesena (FC)
P.IVA/C.F. 04483450401

Titolo del Progetto:

PARCO EOLICO "TERRANOVA"

Documento:

Progetto Definitivo

N° Documento:

W-TER-RE-06

ID PROGETTO:

W-TER

DISCIPLINA:

A

AMBITO:

FORMATO:

A4

Elaborato:

Relazione sullo shadow flickering

SCALA:

-

Nome file:

W-TER-RE-06_Relazione sullo shadow flickering

Progettazione:



Ing. Saverio Pagliuso

Ing. Claudio Coscarella

Rev:	Data Revisione	Descrizione Revisione	Redatto	Controllato	Approvato
00	APRILE 2023	PRIMA EMISSIONE	GEMSA	GEMSA	PLT RE

Sommario

1. PREMESSA	2
2. MODELLO DI CALCOLO.....	5
3. ANALISI	6
4. DETERMINAZIONE DEI RECETTORI	7
5. RISULTATI	8
6. CONCLUSIONI.....	20

1. PREMESSA

Lo “shadow flicker” (letteralmente ombreggiamento intermittente) è l’espressione comunemente impiegata per descrivere l’effetto stroboscopico delle ombre proiettate dalle pale rotanti degli aerogeneratori eolici allorché il sole si trova alle loro spalle (cfr. figura 1). Il fenomeno si traduce in una variazione alternata di intensità luminosa che, a lungo andare, può provocare fastidio agli occupanti delle abitazioni le cui finestre risultano esposte al fenomeno stesso. Il fenomeno, ovviamente, risulta assente sia quando il sole è oscurato da nuvole o nebbia, sia quando, in assenza di vento, le pale del generatore non sono in rotazione.

In particolare, le frequenze che possono provocare un senso di fastidio sono comprese tra i 2.5 ed i 20 Hz (Verkuijlen and Westra, 1984), e, l’effetto sugli individui è simile a quello che si sperimenterebbe in seguito alle variazioni di intensità luminosa di una lampada ad incandescenza a causa di continui sbalzi della tensione della rete di alimentazione elettrica.

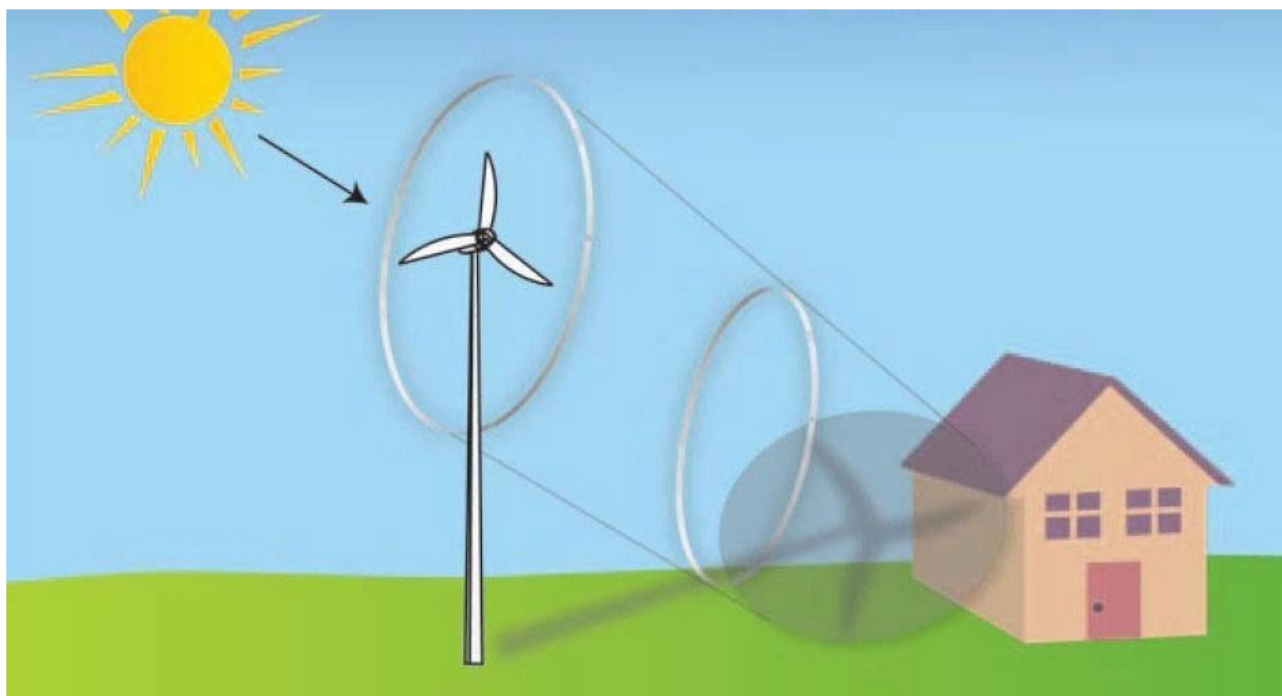


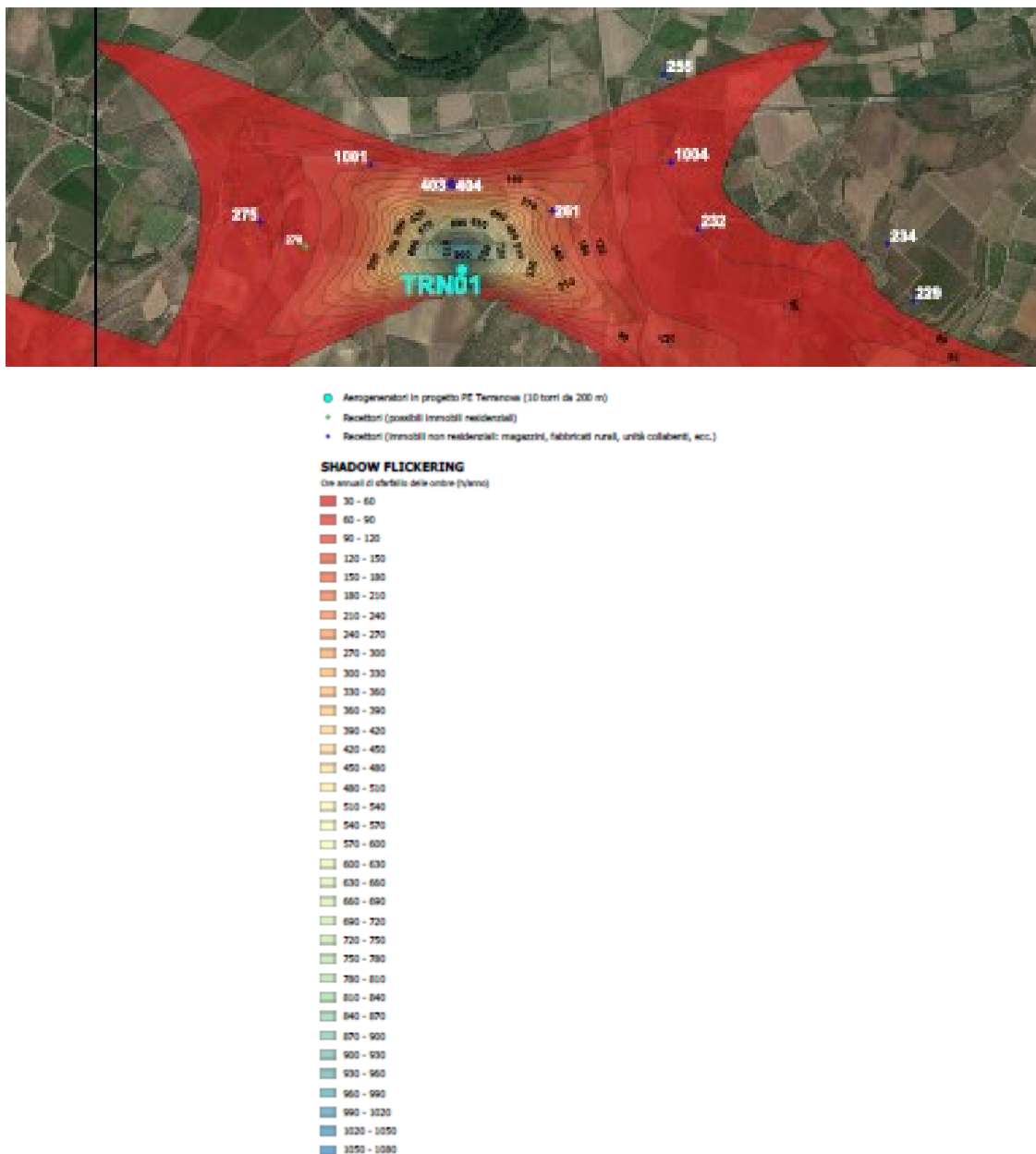
Fig.1 - Rappresentazione schematica del fenomeno dello shadow flicker

I più recenti aerogeneratori tripala operano ad una velocità di rotazione inferiore ai 35 giri al minuto, corrispondente ad una frequenza di passaggio delle pale sulla verticale inferiore a 1.75 Hz, minore, quindi, della frequenza critica di 2.5 Hz. Inoltre, i generatori di grande potenza (dal MW in su) raramente superano la velocità di rotazione di 20 giri al minuto, corrispondente a frequenze di passaggio delle pale ampiamente minori di quelle ritenute fastidiose per la maggioranza degli individui.

Le relazioni spaziali tra un aerogeneratore ed un ricettore (abitazione), così come la direzione del vento risultano essere fattori chiave per la durata del fenomeno di shadow flicker. Per distanze dell’ordine dei 300 m, il fenomeno in esame potrebbe verificarsi all’alba oppure al tramonto, ovvero in quelle ore in cui le ombre risultano molto lunghe per effetto della piccola elevazione solare. Al di là di una certa distanza l’ombra smette di essere un problema perché il rapporto tra lo spessore della pala ed il diametro del sole diventa molto

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

Sebbene il fenomeno possa essere percepito anche all’esterno, esso risulta evidente e fastidioso in quegli ambienti con finestrate rivolte verso le ombre. In generale, l’area soggetta a shadow flicker non si estende oltre i 500,1000 m dall’aerogeneratore e le zone a maggiore impatto ricadono entro i 300 m di distanza dalle macchine con durata del fenomeno dell’ordine delle 200 ore all’anno; il flickering, se presente, non supera in genere i 20/30 minuti di durata nell’arco di una giornata.



Lo shadow flickering , se sperimentato da un ricettore per periodi di tempo prolungati, può generare un disturbo, nelle seguenti condizioni:

- presenza di un livello sufficiente di intensità luminosa, ovvero in condizioni di cielo sereno sgombro da nubi ed in assenza di nebbia e con sole alto rispetto all'orizzonte;
- assenza di ostacoli sulla congiungente ricettore – aerogeneratore: l'ombra generata dalla presenza di vegetazione e/o edifici interposti annullerebbe il fenomeno perché coprirebbe l'effetto. Quindi, condizione favorevole affinché il fenomeno in esame si verifichi, è quella rappresentata dall'orientamento perpendicolare delle finestre di un'abitazione rispetto alla linea congiungente il ricettore all'aerogeneratore in assenza di ostacoli fisici (alberi,altri edifici ecc...);
- orientamento perpendicolare del rotore rispetto alla congiungente sole – ricettore: infatti, quando il piano del rotore è perpendicolare alla linea sole–ricettore, l'ombra proiettata dalle pale risulta muoversi all'interno di un "disco" che induce un effetto non trascurabile di shadow flickering; viceversa, nel caso in cui il piano del rotore risulti essere in linea con il sole, l'ombra proiettata risulterebbe molto assottigliata e di bassa intensità per cui l'effetto di shadow flickering sarebbe del tutto trascurabile.

Inoltre, affinché lo shadow flickering abbia un'intensità non trascurabile è necessario che:

- ✓ la posizione del sole sia tale da produrre una luminosità sufficiente; tale condizione corrisponde, per la latitudine di progetto, in un'altezza del sole sull'orizzonte dell'ordine di almeno 10–15 gradi;
- ✓ le pale del rotore siano ovviamente in rotazione;
- ✓ l'aerogeneratore ed il potenziale ricettore non siano troppo distanti: infatti, le ombre proiettate in prossimità dell'aerogeneratore risultano di maggiore intensità rispetto a quelle proiettate ad una distanza crescente. Tale condizione deriva dal fatto che in presenza di un ricettore molto prossimo all'aerogeneratore, una porzione ampia di pala copre il disco solare così come osservato dal punto di vista del ricettore stesso, e, quindi, l'intensità del flicker risulta maggiormente percepibile. All'aumentare della distanza tra aerogeneratore e ricettore, le pale, durante il loro moto di rotazione, andranno a coprire una porzione sempre più piccola del disco solare, inducendo un effetto di flicker di minore intensità.

Alla luce di quanto sopra esposto, le relazioni spaziali tra un aerogeneratore ed un ricettore (abitazione), così come la direzione del vento risultano essere fattori chiave per la durata del fenomeno di shadow flicker. Per distanze dell'ordine dei 350 m, il fenomeno in esame potrebbe verificarsi all'alba oppure al tramonto, ovvero in quelle ore in cui le ombre risultano molto lunghe e la radiazione diretta è di minore intensità per effetto della piccola elevazione solare. Al di là di una certa distanza l'ombra smette di essere un problema perché il rapporto tra lo spessore della pala ed il diametro apparente del sole diventa molto piccolo. Quindi, come è facile immaginare, la condizione più penalizzante corrisponde al caso in cui il piano del rotore risulta ortogonale alla congiungente ricettore–sole; infatti, in tali condizioni, l'ombra proiettata darà origine ad un cerchio di diametro pari a quello del 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 generale, l'area soggetta a shadow flicker non si estende oltre i 500–1000 m dall'aerogeneratore

e le zone a maggiore impatto ricadono entro i 300–400 m di distanza dalle macchine con durata del fenomeno dell'ordine delle 200 ore all'anno; il flickering, se presente, non supera in genere i 30/40 minuti di durata potenziale 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 aerogeneratore e ricettore determinano ombre meno nette; in tal caso l'effetto flickering risulterà meno intenso e distinto e alquanto irrilevante.

2. MODELLO DI CALCOLO

L'analisi dell'impatto da shadow flickering prodotto da un campo eolico è realizzata, generalmente, attraverso l'impiego di specifici applicativi che modellano il fenomeno in esame. I pacchetti software impiegati per la progettazione di impianti eolici contengono moduli specifici per il calcolo e l'analisi del fenomeno di flickering. Nel caso in esame il software utilizzato è il Windfarm, distribuito in Italia da Studio Rinnovabili-ReSoft Ltd e sviluppato dalla ReSoft Limited, con sede a Londra, Halcyon Close 5 – Regno Unito. L'analisi si basa sull'impiego di un modello digitale del terreno dell'area oggetto di progettazione (DTM fornito dalla Regione Calabria con ampiezze 5x5), 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.

Lo studio dell'effetto delle ombre è stato condotto per l'intero periodo annuale. Sono stati considerati i valori di ombreggiamento medio su ciascuna area analizzata. Queste analisi hanno restituito un range di valori unitari che va da 0 a circa 1100 ore di ombreggiamento annuo.

Le curve rappresentate graficamente indicano i limiti delle aree ugualmente ombreggiate in termini di ore/anno, da quella più esterna che individua un'area ombreggiata in media di 30 ore/anno, fino a quella più interna che rappresenta un'area ombreggiata mediamente di circa 1100 ore/anno. La rappresentazione è stata prodotta a step di 30 ore di ombreggiamento medio annuo, considerando trascurabili le aree dove risulta un valore inferiore a 30 ore/anno.

Un particolare effetto considerato nell'analisi condotta, riguarda i limiti in cui l'intensità della luce diffusa si omogenea con l'ombra prodotta dall'aerogeneratore. In altre parole esiste un limite fisico, in termini di

distanza dall'aerogeneratore, in cui l'ombra prodotta dallo stesso, si confonde con la bassa intensità della luce diffusa, che si sviluppa al mattino presto ed al tramonto.

3. ANALISI

Per ottenere le proiezioni delle ombre, si è calcolato con passo orario e per ognuno dei quattro periodi dell'anno, solstizio invernale, equinozio di primavera, solstizio d'estate ed equinozio d'autunno, l'evoluzione delle ombre delle turbine eoliche per la località di installazione degli aerogeneratori che ricade nel Comune di Terranova da Sibari.

Le caratteristiche considerate degli aerogeneratori in esame sono le seguenti:

Altezza massima aerogeneratore: 200 m al tip (hub= 119)
Diametro del rotore: 162 m

Le coordinate geografiche in WGS84 degli aerogeneratori sono le seguenti:

Turbina	Est	Nord
1	616272	4395560
2	618352	4394821
3	615985	4394531
4	615911	4392920
5	617530	4393141
6	618714	4393487
7	619661	4393356
8	614858	4392437
9	616715	4392105
10	618023	4392087

I risultati sono stati ottenuti attraverso i diagrammi solari (Fig. 5, Fig. 6), per ogni periodo dell'anno. Ottenuti altezza e angolo azimutale del sole nell'arco della giornata (Fig. 7, Fig. 8), si è potuta calcolare l'ombra degli aerogeneratori con la seguente relazione:

$$L=H/\tan\alpha$$

dove

L è la lunghezza dell'ombra sul piano perpendicolare all'aerogeneratore;

H altezza massima aerogeneratore;

α angolo d'incidenza raggi solari rispetto al piano orizzontale (altezza solare).

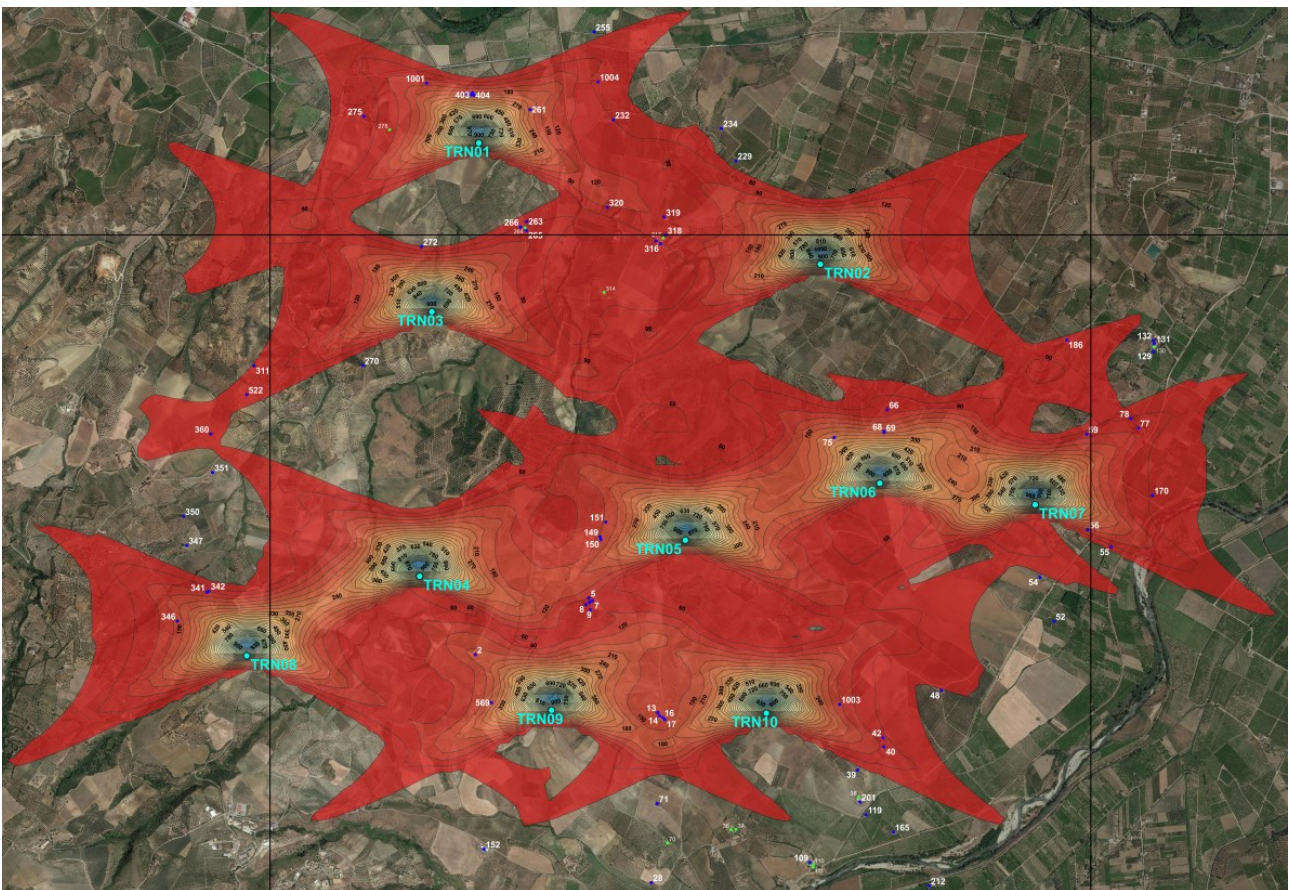
Per ogni aerogeneratore sono state individuate le proiezioni al suolo durante l'arco della giornata. Successivamente si è provveduto alla sovrapposizione dei quattro grafici, per ottenere l'evoluzione delle ombre degli aerogeneratori in tutti i periodi dell'anno considerati.

In questo modo, sovrapponendo tale grafico in opportuna scala sul layout dell'impianto, si può immediatamente valutare l'eventuale intersezione delle ombre con i recettori circostanti.

4. DETERMINAZIONE DEI RECETTORI

Dall'analisi del territorio circostante l'area, dopo aver eseguito diversi rilievi e sopralluoghi in sito, è stata redatta una mappa della posizione dei recettori esistenti che si trovano nelle vicinanze degli aerogeneratori. Nell'elaborato che inquadra il fenomeno dello shadow flickering, di cui di seguito si riporta uno stralcio, sono distinte:

- ☒ con pallini blu i recettori individuati e valutati come irrilevanti ai fini del fenomeno dello sfarfallio delle ombre poichè costituiti da ruderi, fabbricati collabenti o depositi agricoli;
- ☒ con pallini verdi i recettori rappresentanti potenzialmente immobili residenziali o con presenza più continua.



Le caratteristiche e posizioni geografiche dei recettori considerati soggetti al fenomeno in esame sono le seguenti:

H	id	COMUNE	LONGITUDINE WGS84	LATITUDINE WGS84	DESTINAZIONE D'USO
H1	36	TERRANOVA DA SIBARI	617807,89	4391378,32	PART.265-A/4 ABITAZIONI DI TIPO POPOLARE+PART.277-NON ACCATASTATA MA PRESENTE COME ENTE URBANO
H2	37	TERRANOVA DA SIBARI	617838,1	4391379,18	A/4 ABITAZIONI DI TIPO POPOLARE
H3	38	TERRANOVA DA SIBARI	618584,54	4391577,82	A/4 ABITAZIONI DI TIPO POPOLARE+D/10 FABBRICATI PER FUNZIONI PRODUTTIVE CONNESSE ALLE ATTIVITA' AGRICOLE
H4	70	TERRANOVA DA SIBARI	617420,54	4391296,9	A/5 ABITAZIONI DI TIPO ULTRAPOPOLARE
H5	110	TERRANOVA DA SIBARI	618307,9	4391165,57	D/10 FABBRICATI PER FUNZIONI PRODUTTIVE CONNESSE ALLE ATTIVITA' AGRICOLE
H6	111	TERRANOVA DA SIBARI	618307,16	4391150,86	D/10 FABBRICATI PER FUNZIONI PRODUTTIVE CONNESSE ALLE ATTIVITA' AGRICOLE
H7	130	CORIGLIANO CALABRO	620384,67	4394317,21	PART.74/79/80-FABB RURALE-PART. 273-NON ACCATASTATA
H8	264	TERRANOVA DA SIBARI	616553,27	4395042,89	D1-OPIFICI + A3 ABITAZIONI DI TIPO ECONOMICO
H9	278	SPEZZANO ALBANESE	615727,99	4395640,49	FABB RURALE
H10	314	TERRANOVA DA SIBARI	617034,76	4394650,78	RESIDENZA
H11	317	TERRANOVA DA SIBARI	617393,95	4394980,5	RESIDENZA

5. RISULTATI

La frequenza dello shadow flickering è correlata alla velocità di rotazione del rotore; le frequenze tipiche per le macchine considerate nel presente progetto sono dell'ordine di 0.7÷1.5 Hz (circa un passaggio al secondo). In termini di impatto sulla popolazione, tali frequenze sono innocue; basti pensare che le lampade stroboscopiche, largamente impiegate nelle discoteche, producono frequenze comprese tra 5 e 10 Hz. Inoltre, a livello internazionale, è universalmente accettato che frequenze inferiori a 10 Hz non hanno alcuna correlazione con attacchi di natura epilettica.

Inoltre, alla luce di quanto descritto nel paragrafo precedente, nel caso in esame, dalle informazioni derivanti dagli strumenti urbanistici e di pianificazione vigenti, dalla banca dati catastale, dal sopralluogo finalizzato a valutare l'effettiva destinazione d'uso, lo stato di conservazione, la presenza di requisiti minimi di abitabilità o possibilità di permanenza di attività umana, si evince che la maggior parte dei fabbricati censiti (evidenziati in blu nell'elaborato *Carta degli impatti da shadow flickering*) sono costituiti da ruderi, fabbricati collabenti o depositi agricoli. Vista la presenza discontinua se non nulla di persone, gli impatti da shadow flickering sui suddetti immobili/recettori è da ritenersi pressochè irrilevante.

Tra i recettori suelencati, individuati nella tabella del paragrafo 4, gli unici a ricadere in aree esposte allo sfarfallio dello ombre sono gli immobili identificati con i codici 264 (H8), 278 (H9), 314 (H10) e 317 (H11). Si riportano di seguito le ore degli eventi di shadow flickering per gli immobili evidenziati nella tabella precedente in relazione agli aerogeneratori ed alle finestre esposte.

House/ Window	Est	Nord	Larghezza (m)	Profondità (m)	Altezza (m)	Gradi	Angolo di inclinazione
1/1	617807	4391378	1.0	1.0	2.0	0.0	0.0
Turbine	Est	Nord	Giorni per anno	Massime ore per evento	Media ore per evento	Ore totali evento	
1	616272	4395560	0	0.00	0.00	0.0	
2	618352	4394821	0	0.00	0.00	0.0	
3	615985	4394531	0	0.00	0.00	0.0	
4	615911	4392920	0	0.00	0.00	0.0	
5	617530	4393141	0	0.00	0.00	0.0	
6	618714	4393487	0	0.00	0.00	0.0	
7	619661	4393356	0	0.00	0.00	0.0	
8	614858	4392437	0	0.00	0.00	0.0	
9	616715	4392105	0	0.00	0.00	0.0	
10	618023	4392087	0	0.00	0.00	0.0	
eventi massimi, medi, totali:			0	0.00	0.00	0.0	
massimo, medio, totale per giorno:			0	0.00	0.00	0.0	

House/ Window	Est	Nord	Larghezza (m)	Profondità (m)	Altezza (m)	Gradi	Angolo di inclinazione
1/2	617807	4391378	1.0	1.0	2.0	0.0	0.0
Turbine	Est	Nord	Giorni per anno	Massime ore per evento	Media ore per evento	Ore totali evento	
1	616272	4395560	0	0.00	0.00	0.0	
2	618352	4394821	0	0.00	0.00	0.0	
3	615985	4394531	0	0.00	0.00	0.0	
4	615911	4392920	0	0.00	0.00	0.0	
5	617530	4393141	0	0.00	0.00	0.0	
6	618714	4393487	0	0.00	0.00	0.0	
7	619661	4393356	0	0.00	0.00	0.0	
8	614858	4392437	0	0.00	0.00	0.0	
9	616715	4392105	0	0.00	0.00	0.0	
10	618023	4392087	0	0.00	0.00	0.0	
eventi massimi, medi, totali:			0	0.00	0.00	0.0	
massimo, medio, totale per giorno:			0	0.00	0.00	0.0	

House/ Window	Est	Nord	Larghezza (m)	Profondità (m)	Altezza (m)	Gradi	Angolo di inclinazione
2/1	617838	4391379	1.0	1.0	2.0	0.0	0.0
Turbine	Est	Nord	Giorni per anno	Massime ore per evento	Media ore per evento	Ore totali evento	
1	616272	4395560	0	0.00	0.00	0.0	
2	618352	4394821	0	0.00	0.00	0.0	
3	615985	4394531	0	0.00	0.00	0.0	
4	615911	4392920	0	0.00	0.00	0.0	
5	617530	4393141	0	0.00	0.00	0.0	
6	618714	4393487	0	0.00	0.00	0.0	
7	619661	4393356	0	0.00	0.00	0.0	
8	614858	4392437	0	0.00	0.00	0.0	
9	616715	4392105	0	0.00	0.00	0.0	
10	618023	4392087	0	0.00	0.00	0.0	
eventi massimi, medi, totali:			0	0.00	0.00	0.0	
massimo, medio, totale per giorno:			0	0.00	0.00	0.0	

House/ Window	Est	Nord	Larghezza (m)	Profondità (m)	Altezza (m)	Gradi	Angolo di inclinazione
2/2	617838	4391379	1.0	1.0	2.0	0.0	0.0
Turbine	Est	Nord	Giorni per anno	Massime ore per evento	Media ore per evento	Ore totali evento	
1	616272	4395560	0	0.00	0.00	0.0	
2	618352	4394821	0	0.00	0.00	0.0	
3	615985	4394531	0	0.00	0.00	0.0	
4	615911	4392920	0	0.00	0.00	0.0	
5	617530	4393141	0	0.00	0.00	0.0	
6	618714	4393487	0	0.00	0.00	0.0	
7	619661	4393356	0	0.00	0.00	0.0	
8	614858	4392437	0	0.00	0.00	0.0	
9	616715	4392105	0	0.00	0.00	0.0	
10	618023	4392087	0	0.00	0.00	0.0	
eventi massimi, medi, totali:			0	0.00	0.00	0.0	
massimo, medio, totale per giorno:			0	0.00	0.00	0.0	

House/ Window	Est	Nord	Larghezza (m)	Profondità (m)	Altezza (m)	Gradi	Angolo di inclinazione
3/1	618584	4391577	1.0	1.0	2.0	0.0	0.0
Turbine	Est	Nord	Giorni per anno	Massime ore per evento	Media ore per evento	Ore totali evento	
1	616272	4395560	0	0.00	0.00	0.0	
2	618352	4394821	0	0.00	0.00	0.0	
3	615985	4394531	0	0.00	0.00	0.0	
4	615911	4392920	0	0.00	0.00	0.0	
5	617530	4393141	0	0.00	0.00	0.0	
6	618714	4393487	0	0.00	0.00	0.0	
7	619661	4393356	0	0.00	0.00	0.0	
8	614858	4392437	0	0.00	0.00	0.0	
9	616715	4392105	34	0.37	0.29	9.9	
10	618023	4392087	0	0.00	0.00	0.0	
eventi massimi, medi, totali:			34	0.37	0.29	9.9	
massimo, medio, totale per giorno:			34	0.37	0.28	9.6	

House/ Window	Est	Nord	Larghezza (m)	Profondità (m)	Altezza (m)	Gradi	Angolo di inclinazione
3/2	618584	4391577	1.0	1.0	2.0	0.0	0.0
Turbine	Est	Nord	Giorni per anno	Massime ore per evento	Media ore per evento	Ore totali evento	
1	616272	4395560	0	0.00	0.00	0.0	
2	618352	4394821	0	0.00	0.00	0.0	
3	615985	4394531	0	0.00	0.00	0.0	
4	615911	4392920	0	0.00	0.00	0.0	
5	617530	4393141	0	0.00	0.00	0.0	
6	618714	4393487	0	0.00	0.00	0.0	
7	619661	4393356	0	0.00	0.00	0.0	
8	614858	4392437	0	0.00	0.00	0.0	
9	616715	4392105	34	0.37	0.29	9.9	
10	618023	4392087	0	0.00	0.00	0.0	
eventi massimi, medi, totali:			34	0.37	0.29	9.9	
massimo, medio, totale per giorno:			34	0.37	0.28	9.6	

House/ Window	Est	Nord	Larghezza (m)	Profondità (m)	Altezza (m)	Gradi	Angolo di inclinazione
4/1	617420	4391296	1.0	1.0	2.0	0.0	0.0
Turbine	Est	Nord	Giorni per anno	Massime ore per evento	Media ore per evento	Ore totali evento	
1	616272	4395560	0	0.00	0.00	0.0	
2	618352	4394821	0	0.00	0.00	0.0	
3	615985	4394531	0	0.00	0.00	0.0	
4	615911	4392920	0	0.00	0.00	0.0	
5	617530	4393141	0	0.00	0.00	0.0	
6	618714	4393487	0	0.00	0.00	0.0	
7	619661	4393356	0	0.00	0.00	0.0	
8	614858	4392437	0	0.00	0.00	0.0	
9	616715	4392105	0	0.00	0.00	0.0	
10	618023	4392087	0	0.00	0.00	0.0	
eventi massimi, medi, totali:			0	0.00	0.00	0.0	
massimo, medio, totale per giorno:			0	0.00	0.00	0.0	

House/ Window	Est	Nord	Larghezza (m)	Profondità (m)	Altezza (m)	Gradi	Angolo di inclinazione
4/2	617420	4391296	1.0	1.0	2.0	0.0	0.0
Turbine	Est	Nord	Giorni per anno	Massime ore per evento	Media ore per evento	Ore totali evento	
1	616272	4395560	0	0.00	0.00	0.0	
2	618352	4394821	0	0.00	0.00	0.0	
3	615985	4394531	0	0.00	0.00	0.0	
4	615911	4392920	0	0.00	0.00	0.0	
5	617530	4393141	0	0.00	0.00	0.0	
6	618714	4393487	0	0.00	0.00	0.0	
7	619661	4393356	0	0.00	0.00	0.0	
8	614858	4392437	0	0.00	0.00	0.0	
9	616715	4392105	0	0.00	0.00	0.0	
10	618023	4392087	0	0.00	0.00	0.0	
eventi massimi, medi, totali:			0	0.00	0.00	0.0	
massimo, medio, totale per giorno:			0	0.00	0.00	0.0	

House/ Window	Est	Nord	Larghezza (m)	Profondità (m)	Altezza (m)	Gradi	Angolo di inclinazione
5/1	618307	4391165	1.0	1.0	2.0	0.0	0.0
Turbine	Est	Nord	Giorni per anno	Massime ore per evento	Media ore per evento	Ore totali evento	
1	616272	4395560	0	0.00	0.00	0.0	
2	618352	4394821	0	0.00	0.00	0.0	
3	615985	4394531	0	0.00	0.00	0.0	
4	615911	4392920	0	0.00	0.00	0.0	
5	617530	4393141	0	0.00	0.00	0.0	
6	618714	4393487	0	0.00	0.00	0.0	
7	619661	4393356	0	0.00	0.00	0.0	
8	614858	4392437	0	0.00	0.00	0.0	
9	616715	4392105	30	0.27	0.21	6.4	
10	618023	4392087	0	0.00	0.00	0.0	
eventi massimi, medi, totali:			30	0.27	0.21	6.4	
massimo, medio, totale per giorno:			30	0.24	0.19	5.7	

House/ Window	Est	Nord	Larghezza (m)	Profondità (m)	Altezza (m)	Gradi	Angolo di inclinazione
5/2	618307	4391165	1.0	1.0	2.0	0.0	0.0
Turbine	Est	Nord	Giorni per anno	Massime ore per evento	Media ore per evento	Ore totali evento	
1	616272	4395560	0	0.00	0.00	0.0	
2	618352	4394821	0	0.00	0.00	0.0	
3	615985	4394531	0	0.00	0.00	0.0	
4	615911	4392920	0	0.00	0.00	0.0	
5	617530	4393141	0	0.00	0.00	0.0	
6	618714	4393487	0	0.00	0.00	0.0	
7	619661	4393356	0	0.00	0.00	0.0	
8	614858	4392437	0	0.00	0.00	0.0	
9	616715	4392105	30	0.27	0.21	6.4	
10	618023	4392087	0	0.00	0.00	0.0	
eventi massimi, medi, totali:			30	0.27	0.21	6.4	
massimo, medio, totale per giorno:			30	0.24	0.19	5.7	

House/ Window	Est	Nord	Larghezza (m)	Profondità (m)	Altezza (m)	Gradi	Angolo di inclinazione
6/1	618307	4391150	1.0	1.0	2.0	0.0	0.0
Turbine	Est	Nord	Giorni per anno	Massime ore per evento	Media ore per evento	Ore totali evento	
1	616272	4395560	0	0.00	0.00	0.0	
2	618352	4394821	0	0.00	0.00	0.0	
3	615985	4394531	0	0.00	0.00	0.0	
4	615911	4392920	0	0.00	0.00	0.0	
5	617530	4393141	0	0.00	0.00	0.0	
6	618714	4393487	0	0.00	0.00	0.0	
7	619661	4393356	0	0.00	0.00	0.0	
8	614858	4392437	0	0.00	0.00	0.0	
9	616715	4392105	22	0.22	0.18	3.9	
10	618023	4392087	0	0.00	0.00	0.0	
eventi massimi, medi, totali:			22	0.22	0.18	3.9	
massimo, medio, totale per giorno:			22	0.19	0.16	3.6	

House/ Window	Est	Nord	Larghezza (m)	Profondità (m)	Altezza (m)	Gradi	Angolo di inclinazione
6/2	618307	4391150	1.0	1.0	2.0	0.0	0.0
Turbine	Est	Nord	Giorni per anno	Massime ore per evento	Media ore per evento	Ore totali evento	
1	616272	4395560	0	0.00	0.00	0.0	
2	618352	4394821	0	0.00	0.00	0.0	
3	615985	4394531	0	0.00	0.00	0.0	
4	615911	4392920	0	0.00	0.00	0.0	
5	617530	4393141	0	0.00	0.00	0.0	
6	618714	4393487	0	0.00	0.00	0.0	
7	619661	4393356	0	0.00	0.00	0.0	
8	614858	4392437	0	0.00	0.00	0.0	
9	616715	4392105	22	0.22	0.18	3.9	
10	618023	4392087	0	0.00	0.00	0.0	
eventi massimi, medi, totali:			22	0.22	0.18	3.9	
massimo, medio, totale per giorno:			22	0.19	0.16	3.6	

House/ Window	Est	Nord	Larghezza (m)	Profondità (m)	Altezza (m)	Gradi	Angolo di inclinazione
7/1	620384	4394317	1.0	1.0	2.0	0.0	0.0
Turbine	Est	Nord	Giorni per anno	Massime ore per evento	Media ore per evento	Ore totali evento	
1	616272	4395560	0	0.00	0.00	0.0	
2	618352	4394821	0	0.00	0.00	0.0	
3	615985	4394531	0	0.00	0.00	0.0	
4	615911	4392920	0	0.00	0.00	0.0	
5	617530	4393141	0	0.00	0.00	0.0	
6	618714	4393487	0	0.00	0.00	0.0	
7	619661	4393356	0	0.00	0.00	0.0	
8	614858	4392437	0	0.00	0.00	0.0	
9	616715	4392105	0	0.00	0.00	0.0	
10	618023	4392087	0	0.00	0.00	0.0	
eventi massimi, medi, totali:			0	0.00	0.00	0.0	
massimo, medio, totale per giorno:			0	0.00	0.00	0.0	

House/ Window	Est	Nord	Larghezza (m)	Profondità (m)	Altezza (m)	Gradi	Angolo di inclinazione
7/2	620384	4394317	1.0	1.0	2.0	0.0	0.0
Turbine	Est	Nord	Giorni per anno	Massime ore per evento	Media ore per evento	Ore totali evento	
1	616272	4395560	0	0.00	0.00	0.0	
2	618352	4394821	0	0.00	0.00	0.0	
3	615985	4394531	0	0.00	0.00	0.0	
4	615911	4392920	0	0.00	0.00	0.0	
5	617530	4393141	0	0.00	0.00	0.0	
6	618714	4393487	0	0.00	0.00	0.0	
7	619661	4393356	0	0.00	0.00	0.0	
8	614858	4392437	0	0.00	0.00	0.0	
9	616715	4392105	0	0.00	0.00	0.0	
10	618023	4392087	0	0.00	0.00	0.0	
eventi massimi, medi, totali:			0	0.00	0.00	0.0	
massimo, medio, totale per giorno:			0	0.00	0.00	0.0	

House/ Window	Est	Nord	Larghezza (m)	Profondità (m)	Altezza (m)	Gradi	Angolo di inclinazione
8/1	616553	4395042	1.0	1.0	2.0	0.0	0.0
Turbine	Est	Nord	Giorni per anno	Massime ore per evento	Media ore per evento	Ore totali evento	
1	616272	4395560	0	0.00	0.00	0.0	
2	618352	4394821	0	0.00	0.00	0.0	
3	615985	4394531	0	0.00	0.00	0.0	
4	615911	4392920	0	0.00	0.00	0.0	
5	617530	4393141	0	0.00	0.00	0.0	
6	618714	4393487	0	0.00	0.00	0.0	
7	619661	4393356	0	0.00	0.00	0.0	
8	614858	4392437	0	0.00	0.00	0.0	
9	616715	4392105	0	0.00	0.00	0.0	
10	618023	4392087	0	0.00	0.00	0.0	
eventi massimi, medi, totali:			0	0.00	0.00	0.0	
massimo, medio, totale per giorno:			0	0.00	0.00	0.0	

House/ Window	Est	Nord	Larghezza (m)	Profondità (m)	Altezza (m)	Gradi	Angolo di inclinazione
8/2	616553	4395042	1.0	1.0	2.0	0.0	0.0
Turbine	Est	Nord	Giorni per anno	Massime ore per evento	Media ore per evento	Ore totali evento	
1	616272	4395560	0	0.00	0.00	0.0	
2	618352	4394821	0	0.00	0.00	0.0	
3	615985	4394531	0	0.00	0.00	0.0	
4	615911	4392920	0	0.00	0.00	0.0	
5	617530	4393141	0	0.00	0.00	0.0	
6	618714	4393487	0	0.00	0.00	0.0	
7	619661	4393356	0	0.00	0.00	0.0	
8	614858	4392437	0	0.00	0.00	0.0	
9	616715	4392105	0	0.00	0.00	0.0	
10	618023	4392087	0	0.00	0.00	0.0	
eventi massimi, medi, totali:			0	0.00	0.00	0.0	
massimo, medio, totale per giorno:			0	0.00	0.00	0.0	

House/ Window	Est	Nord	Larghezza (m)	Profondità (m)	Altezza (m)	Gradi	Angolo di inclinazione
9/1	615727	4395640	1.0	1.0	2.0	0.0	0.0
Turbine	Est	Nord	Giorni per anno	Massime ore per evento	Media ore per evento	Ore totali evento	
1	616272	4395560	0	0.00	0.00	0.0	
2	618352	4394821	0	0.00	0.00	0.0	
3	615985	4394531	0	0.00	0.00	0.0	
4	615911	4392920	0	0.00	0.00	0.0	
5	617530	4393141	0	0.00	0.00	0.0	
6	618714	4393487	0	0.00	0.00	0.0	
7	619661	4393356	0	0.00	0.00	0.0	
8	614858	4392437	0	0.00	0.00	0.0	
9	616715	4392105	0	0.00	0.00	0.0	
10	618023	4392087	0	0.00	0.00	0.0	
eventi massimi, medi, totali:			0	0.00	0.00	0.0	
massimo, medio, totale per giorno:			0	0.00	0.00	0.0	

House/ Window	Est	Nord	Larghezza (m)	Profondità (m)	Altezza (m)	Gradi	Angolo di inclinazione
9/2	615727	4395640	1.0	1.0	2.0	0.0	0.0
Turbine	Est	Nord	Giorni per anno	Massime ore per evento	Media ore per evento	Ore totali evento	
1	616272	4395560	0	0.00	0.00	0.0	
2	618352	4394821	0	0.00	0.00	0.0	
3	615985	4394531	0	0.00	0.00	0.0	
4	615911	4392920	0	0.00	0.00	0.0	
5	617530	4393141	0	0.00	0.00	0.0	
6	618714	4393487	0	0.00	0.00	0.0	
7	619661	4393356	0	0.00	0.00	0.0	
8	614858	4392437	0	0.00	0.00	0.0	
9	616715	4392105	0	0.00	0.00	0.0	
10	618023	4392087	0	0.00	0.00	0.0	
eventi massimi, medi, totali:			0	0.00	0.00	0.0	
massimo, medio, totale per giorno:			0	0.00	0.00	0.0	

House/ Window	Est	Nord	Larghezza (m)	Profondità (m)	Altezza (m)	Gradi	Angolo di inclinazione
10/1	617034	4394650	1.0	1.0	2.0	0.0	0.0
Turbine	Est	Nord	Giorni per anno	Massime ore per evento	Media ore per evento	Ore totali evento	
1	616272	4395560	0	0.00	0.00	0.0	
2	618352	4394821	42	0.51	0.40	16.7	
3	615985	4394531	0	0.00	0.00	0.0	
4	615911	4392920	0	0.00	0.00	0.0	
5	617530	4393141	0	0.00	0.00	0.0	
6	618714	4393487	0	0.00	0.00	0.0	
7	619661	4393356	0	0.00	0.00	0.0	
8	614858	4392437	0	0.00	0.00	0.0	
9	616715	4392105	0	0.00	0.00	0.0	
10	618023	4392087	0	0.00	0.00	0.0	
eventi massimi, medi, totali:			42	0.51	0.40	16.7	
massimo, medio, totale per giorno:			42	0.51	0.40	16.7	

House/ Window	Est	Nord	Larghezza (m)	Profondità (m)	Altezza (m)	Gradi	Angolo di inclinazione
10/2	617034	4394650	1.0	1.0	2.0	0.0	0.0
Turbine	Est	Nord	Giorni per anno	Massime ore per evento	Media ore per evento	Ore totali evento	
1	616272	4395560	0	0.00	0.00	0.0	
2	618352	4394821	42	0.51	0.40	16.7	
3	615985	4394531	0	0.00	0.00	0.0	
4	615911	4392920	0	0.00	0.00	0.0	
5	617530	4393141	0	0.00	0.00	0.0	
6	618714	4393487	0	0.00	0.00	0.0	
7	619661	4393356	0	0.00	0.00	0.0	
8	614858	4392437	0	0.00	0.00	0.0	
9	616715	4392105	0	0.00	0.00	0.0	
10	618023	4392087	0	0.00	0.00	0.0	
eventi massimi, medi, totali:			42	0.51	0.40	16.7	
massimo, medio, totale per giorno:			42	0.51	0.40	16.7	

House/ Window	Est	Nord	Larghezza (m)	Profondità (m)	Altezza (m)	Gradi	Angolo di inclinazione
11/1	617393	4394980	1.0	1.0	2.0	0.0	0.0
Turbine	Est	Nord	Giorni per anno	Massime ore per evento	Media ore per evento	Ore totali evento	
1	616272	4395560	62	0.56	0.47	29.1	
2	618352	4394821	0	0.00	0.00	0.0	
3	615985	4394531	0	0.00	0.00	0.0	
4	615911	4392920	0	0.00	0.00	0.0	
5	617530	4393141	0	0.00	0.00	0.0	
6	618714	4393487	0	0.00	0.00	0.0	
7	619661	4393356	0	0.00	0.00	0.0	
8	614858	4392437	0	0.00	0.00	0.0	
9	616715	4392105	0	0.00	0.00	0.0	
10	618023	4392087	0	0.00	0.00	0.0	
eventi massimi, medi, totali:			62	0.56	0.47	29.1	
massimo, medio, totale per giorno:			62	0.56	0.47	29.1	

House/ Window	Est	Nord	Larghezza (m)	Profondità (m)	Altezza (m)	Gradi	Angolo di inclinazione
11/2	617393	4394980	1.0	1.0	2.0	0.0	0.0
Turbine	Est	Nord	Giorni per anno	Massime ore per evento	Media ore per evento	Ore totali evento	
1	616272	4395560	62	0.56	0.47	29.1	
2	618352	4394821	0	0.00	0.00	0.0	
3	615985	4394531	0	0.00	0.00	0.0	
4	615911	4392920	0	0.00	0.00	0.0	
5	617530	4393141	0	0.00	0.00	0.0	
6	618714	4393487	0	0.00	0.00	0.0	
7	619661	4393356	0	0.00	0.00	0.0	
8	614858	4392437	0	0.00	0.00	0.0	
9	616715	4392105	0	0.00	0.00	0.0	
10	618023	4392087	0	0.00	0.00	0.0	
eventi massimi, medi, totali:			62	0.56	0.47	29.1	
massimo, medio, totale per giorno:			62	0.56	0.47	29.1	

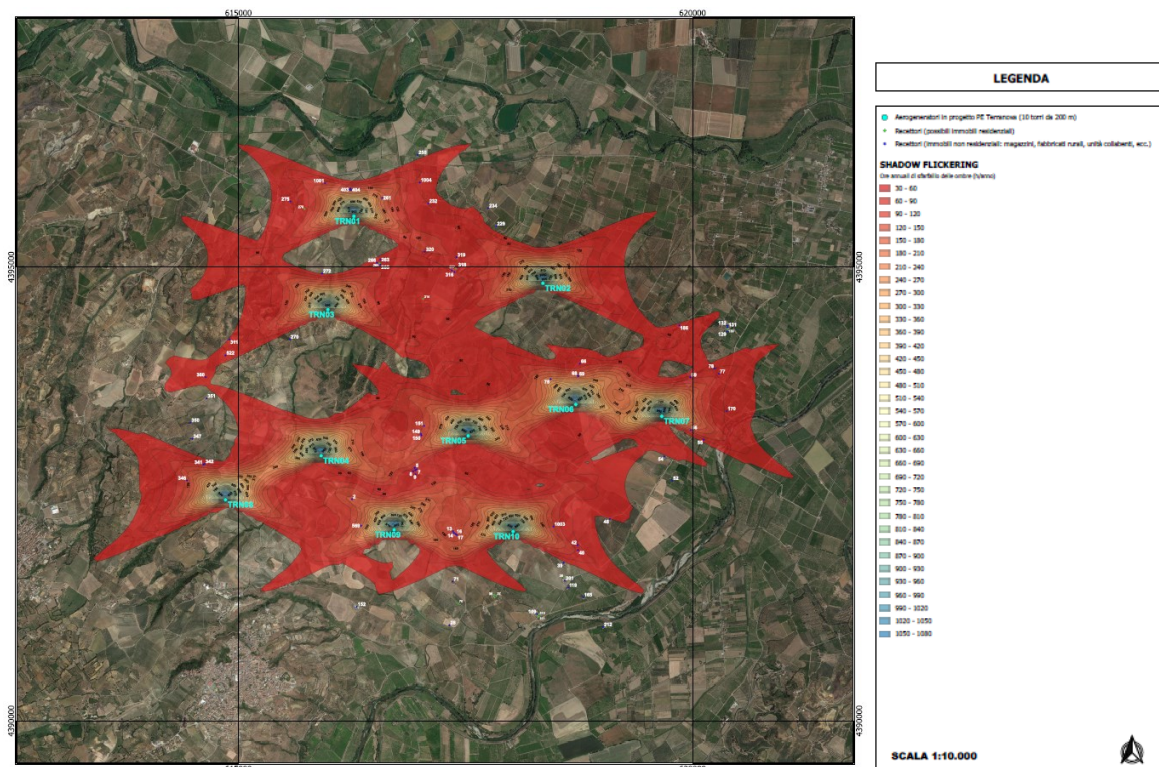
6. CONCLUSIONI

Dallo studio effettuato sulle ombre prodotte dagli aerogeneratori durante l'anno e in particolare nei quattro periodi più significativi (solstizio d'inverno, equinozio di primavera, solstizio d'estate ed equinozio d'autunno) emergono condizioni che danno luogo a lievissimi effetti di Shadow Flickering nelle zone circostanti l'impianto.

L'analisi condotta sull'effetto delle ombre nei punti sensibili in prossimità dell'area di impianto permette di osservare che:

- gli aerogeneratori non proietteranno ombra su abitazioni residenziali durante l'intero anno ad eccezione degli immobili identificati con i codici: 264 (H8), 278 (H9), 314 (H10) e 317 (H11), per i quali gli effetti sono estremamente limitati poiché posizionati a ben oltre i 350 m in cui il fenomeno può avere effetti (l'immobile più vicino risulta quello identificato con il codice 278 (H9) e risulta ubicato a circa 600 m di distanza dall'aerogeneratore denominato TRN01). Inoltre sono tutti immobili che presentano alberi e altri locali nelle immediate vicinanze che limitano o eliminano l'effetto shadow flickering.
- le ombre generate potrebbero interessare marginalmente i recettori individuati solo durante le prime e ultime ore del giorno con intensità della luce molto debole.

La piantumazione di barriere sempreverdi può comunque essere utilizzata per ridurre ulteriormente e/o annullare il fenomeno in oggetto.



Stralcio Elaborato Carta degli impatti da Shadow Flickering

Si conclude che, l'ubicazione prescelta per gli aerogeneratori non provoca effetti significativi di Shadow Flickering nei punti sensibili evidenziati.

Inoltre considerando la velocità massima di rotazione degli aerogeneratori 12,1 rpm (giri minuto), corrispondenti a circa 0,6 Hz (circa un passaggio ogni due secondi), in termini di impatto sulla popolazione, e la scarsa luminosità dei brevi periodi di ombreggiamento, tali fenomeni sono da ritenersi innocui e privi di alcun effetto sulla salute delle persone.