



Sommario

1	PREMESSE .....	2
2	DEFINIZIONI.....	5
2.1	RETE ELETTRICA .....	5
2.2	IMPIANTO EOLICO .....	6
3	DESCRIZIONE DEL SITO DI INDAGINE.....	9
3.1	DESCRIZIONE DEGLI AEROGENERATORI E UBICAZIONE .....	15
3.1.1	Specifiche tecniche.....	15
3.2	INDIVIDUAZIONE E SCELTA DEI RECETTORI.....	17
4	ANALISI DI SHADOW FLICKERING.....	22
4.1	CENNI SUL FENOMENO DELL'EVOLUZIONE DELL'OMBRA GENERATA DAGLI AEROGENERATORI .....	22
4.2	METODOLOGIA DI ANALISI.....	25
4.3	DATI INPUT E PARAMETRI DEL MODELLO .....	27
4.4	DTM .....	27
4.5	AEROGENERATORI E RECETTORI.....	28
5	RISULTATI .....	29
5.1	GIORNI DI OMBREGGIAMENTO NEL CORSO DELL'ANNO .....	29
5.2	ORE DI OMBREGGIAMENTO NEL CORSO DELL'ANNO .....	30
5.3	MINUTI DI OMBREGGIAMENTO AL GIORNO .....	31
5.4	ANALISI DEI RICETTORI .....	32
5.5	ANALISI DEI RISULTATI.....	36
5.6	MISURE DI MITIGAZIONE.....	38
6	CONCLUSIONI E RACCOMANDAZIONI .....	39

	<p style="text-align: center;"><b>PARCO EOLICO "BELMONTE"</b></p>	
<p style="text-align: center;">RELAZIONE DI SHADOW FLICKERING</p>		<p>12/06/2024    REV 1    Pag. 2</p>

## 1 PREMESSE

Il presente elaborato ha lo scopo di valutare in maniera tecnica l'eventuale impatto generato dall'evoluzione dell'ombra derivante dalla futura installazione di un impianto di produzione di energia da fonte eolica ubicato nei comuni di Ribera (AG) e Calamonaci (AG).

La presente relazione è stata integrata a seguito di alcuni interventi in variante al progetto del parco eolico di NP Sicilia5 s.r.l. denominato "BELMONTE". Per questo progetto era stata presentata istanza di VIA in data 04/08/2023, con l'avvio della consultazione pubblica in data 31/08/2023 e avente codice di procedura (ID\_VIP7ID\_MATTM) 10169.

Gli interventi di cui alla presente variante rispecchiano la volontà della Società proponente, nel pieno spirito di leale collaborazione che la contraddistingue, di voler riscontrare il parere espresso dal CTS n. 654\_2023 del 01/12/2023 pubblicato sul sito del Ministero dell'Ambiente e della Sicurezza Energetica, Divisione V – Procedure di valutazione VIA e VAS in data 25 gennaio 2024, con il fine di ottenere il riesame dello stesso.

Tali interventi hanno l'obiettivo di ridurre al minimo l'impatto ambientale potenziale generato dall'opera, soprattutto in termini di impatto paesaggistico e di interferenze/cumulo con altri impianti e progetti incidenti sul territorio, mantenendo il pieno rispetto delle normative vigenti in materia ambientale. In estrema sintesi, le modifiche apportate al progetto prevedono:

- Rimozione dell'aerogeneratore WTG 2;
- Modifica della viabilità di ingresso al parco;
- Modifica della viabilità di ingresso alla WTG 5.

Su incarico di NP Sicilia 5 s.r.l., le società Entrope s.r.l. e AGON Engineering s.r.l. hanno redatto il progetto definitivo già presentato al MASE il 04/08/2023 e si sono occupate di redigere il progetto a seguito delle modifiche sopra presentate.

L'opera di progetto sarà costituita da 4 nuovi aerogeneratori Modello Vestas V172 7,2 MW di potenza unitaria pari a 7,2 MW ed altezza del mozzo posta a 114 m s.l.t. per una potenza di impianto pari a 28,8 MW, e avrà una producibilità netta stimata pari a 81.093 GWh/anno a cui corrispondono 2.816 ore di funzionamento annuo.

	<b>PARCO EOLICO "BELMONTE"</b>	
<b>RELAZIONE DI SHADOW FLICKERING</b>		12/06/2024    REV 1    Pag. 3

Nel dettaglio dei 4 generatori previsti, 2 ricadono nel comune di Calamonaci (AG) e 2 all'interno del comune di Ribera (AG); la viabilità di esercizio, nonché il cavidotto di collegamento alla rete elettrica nazionale, interesserà entrambi i comuni sopra citati.

La connessione alla RTN, come previsto dalla STMG, prevede che il parco eolico venga collegato con una nuova stazione di smistamento a 220 kV della RTN da inserire in entrata-uscita sulla linea RTN a 220 kV "Favara – Partanna", tale soluzione prevede la realizzazione di uno stallo condiviso con altre Società.

Lo Shadow-Flickering è l'espressione comunemente impiegata in ambito specialistico per descrivere l'effetto stroboscopico delle ombre proiettate dalle pale rotanti degli aerogeneratori eolici quando sussistono le condizioni meteorologiche opportune. Infatti, la possibilità e la durata di tali effetti dipendono da una serie di condizioni ambientali, tra cui: la posizione del sole, l'ora del giorno, il giorno dell'anno, le condizioni atmosferiche ambientali e la posizione della turbina eolica rispetto ad un recettore sensibile.

La valutazione tecnica è eseguita con l'ausilio di un software di simulazione specifico per la progettazione degli impianti eolici WIND PRO®, costituito da un insieme di moduli di elaborazione orientati alla simulazione di una serie di aspetti che caratterizzano le diverse fasi progettuali. Il modulo SHADOW è quello specifico per la valutazione dell'evoluzione dell'ombra e del flickering.

In tale report è riportata:

- La descrizione del caso studio con le posizioni delle turbine e loro caratteristiche tecniche;
- Una breve descrizione tecnica del fenomeno di shadow flickering;
- La descrizione dei recettori soggetti al fenomeno per i quali è stata richiesta questa analisi;
- Sintesi della metodologia di analisi seguita per lo studio;



	<p style="text-align: center;"><b>PARCO EOLICO "BELMONTE"</b></p>				
<b>RELAZIONE DI SHADOW FLICKERING</b>		<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="width: 33%; text-align: center;">12/06/2024</td> <td style="width: 33%; text-align: center;">REV 1</td> <td style="width: 33%; text-align: center;">Pag. 4</td> </tr> </table>	12/06/2024	REV 1	Pag. 4
12/06/2024	REV 1	Pag. 4			

- Sintesi dei risultati ottenuti, con allegati grafici ed analitici di dettaglio che descrivono il fenomeno su ognuno dei recettori e da parte di ognuna delle turbine per tutto l'anno solare.

	<p style="text-align: center;"><b>PARCO EOLICO "BELMONTE"</b></p>				
<b>RELAZIONE DI SHADOW FLICKERING</b>		<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="width: 25%; text-align: center;">12/06/2024</td> <td style="width: 25%; text-align: center;">REV 1</td> <td style="width: 50%; text-align: right;">Pag. 5</td> </tr> </table>	12/06/2024	REV 1	Pag. 5
12/06/2024	REV 1	Pag. 5			

## 2 DEFINIZIONI

### 2.1 RETE ELETTRICA

- Distributore: Persona fisica o giuridica responsabile dello svolgimento di attività e procedure di distribuzione di cui è proprietaria.
- Punto di consegna: Il punto di confine tra la rete del distributore e la rete di utente, dove l'energia scambiata con la rete del distributore viene contabilizzata e dove avviene la separazione funzionale tra rete del distributore e la rete di utente.
- Punto di consegna per utenti attivi: Il punto di consegna per gli utenti attivi si trova, dal punto di vista della rete del distributore, a monte dell'impianto di misura: quest'ultimo viene realizzato a carico dell'utente attivo che ne ha la completa responsabilità. Il punto di consegna è costituito dal confine tra impianto di rete per la connessione e impianto di utenza per la connessione. Tale punto è posizionato generalmente in prossimità del confine di proprietà degli impianti. Qualora l'impianto di rete per la connessione preveda sistemi di protezione, comando e controllo, deve essere previsto un fabbricato nel quale trovino posto i sistemi di protezione, comando e controllo delle apparecchiature ed equipaggiamenti funzionali al collegamento. Qualora il suddetto fabbricato sia realizzato in area di proprietà dell'Utente, l'accesso in sicurezza a tale fabbricato da parte del distributore deve essere garantito in ogni momento e senza preavviso.
- Punto di misura: Il punto di misura è il punto in cui è misurata l'energia elettrica immessa e/o prelevata dalla rete.
- Punto di connessione: Punto sulla rete del distributore dal quale, in relazione a parametri riguardanti la qualità del servizio elettrico che deve essere reso o richiesto, è alimentato l'impianto dell'Utente.
- Utente della rete del distributore (o utente): Soggetto che utilizza la rete del distributore per cedere o acquistare energia elettrica.
- Utente attivo: Soggetto che converte l'energia primaria in energia elettrica mediante impianti di produzione allacciati alla Rete di distribuzione.

	<b>PARCO EOLICO "BELMONTE"</b>	
RELAZIONE DI SHADOW FLICKERING		12/06/2024    REV 1    Pag. 6

## 2.2 IMPIANTO EOLICO

- Pala: componente interagente con il vento progettata con un profilo tale da massimizzare l'efficienza aerodinamica.
- Mozzo: componente che connette le pale all'albero principale trasmettendo ad esso la potenza estratta dal vento ed ingloba i meccanismi di regolazione dell'angolo di Pitch.
- Moltiplicatore di giri: ha lo scopo di incrementare la velocità di rotazione del rotore per adattarla ai valori richiesti dai generatori convenzionali.
- Freni: possono essere aggiunti freni meccanici oltre a quello aerodinamico, sono in grado di arrestare il rotore in condizioni meteorologiche avverse, oltre che svolgere la funzione di "freni di stazionamento" per impedire che il rotore si ponga in rotazione quando la turbina non è in servizio.
- Generatore: può essere asincrono, quindi un motore trifase ad induzione caratterizzato da una velocità di sincronismo che dipende dal numero di poli e dalla frequenza di rete, oppure sincro, chiamato anche alternatore. In questo caso il rotore è costituito da un elettromagnete a corrente continua o da magneti permanenti. La frequenza della tensione indotta sullo statore (e quindi della corrente prodotta) è direttamente proporzionale alla velocità di rotazione del rotore.
- Sistema d'imbardata: La navicella viene fatta ruotare sulla sommità della torre da un sistema di controllo d'imbardata e di movimentazione attivo costituito da attuatori elettrici e relativi riduttori, per far sì che il rotore sia sempre trasversale al vento.
- Torre: le turbine ad asse orizzontale possono utilizzare torri a traliccio, usate generalmente fino agli anni '80, o tubolari, oggi più diffuse poiché necessitano di minori connessioni tramite bulloni, forniscono un'area protetta per l'accesso alla turbina e sono esteticamente preferibili.
- Sistemi di controllo e di protezione/stazionamento: Tali sistemi costituiscono il "cervello" della turbina eolica e forniscono la logica di controllo, per comandare le procedure di avviamento ed arresto della turbina stessa e per assicurare che la turbina operi entro determinati parametri di funzionamento prestabiliti, proteggendo

	<p style="text-align: center;"><b>PARCO EOLICO "BELMONTE"</b></p>				
<b>RELAZIONE DI SHADOW FLICKERING</b>		<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="width: 33%; text-align: center;">12/06/2024</td> <td style="width: 33%; text-align: center;">REV 1</td> <td style="width: 33%; text-align: center;">Pag. 7</td> </tr> </table>	12/06/2024	REV 1	Pag. 7
12/06/2024	REV 1	Pag. 7			

in particolare il rotore dalle sovra- velocità e le diverse parti del circuito elettrico dalle sovracorrenti e dalle sovratensioni.

- Dispositivi ausiliari: I principali dispositivi ausiliari montati all'interno della navicella comprendono un dispositivo idraulico per lubrificare il moltiplicatore di giri o le altre parti meccaniche e scambiatori di calore per il raffreddamento dell'olio e del generatore, ivi compresi pompe e ventilatori. Sulla sommità della navicella sono installati anemometri e banderuole per il controllo della turbina, luci di segnalazione per gli aerei ed un'eventuale piattaforma di supporto per la discesa da elicottero (per l'accesso alle turbine off-shore). Per migliorare l'affidabilità dell'aerogeneratore vengono impiegati diversi sensori che monitorano lo stato dei vari componenti e segnalano eventuali malfunzionamenti che necessitano di operazioni di manutenzione.
- Angolo di incidenza: indica l'angolo con cui un profilo alare della pala fende il flusso dell'aria. A seconda della tipologia di pala può essere fisso (stall) o variabile in funzione della ventosità (pitch).
- Attività di dispacciamento: attività diretta ad impartire disposizioni per l'utilizzazione e l'esercizio coordinati degli impianti di produzione, della rete di trasmissione e dei servizi ausiliari.
- Attività di trasmissione: Attività di trasporto e trasformazione dell'energia elettrica sulla rete. Dell'attività di trasmissione fanno parte:
  - la gestione unificata della RTN e delle parti delle stazioni elettriche non comprese nella medesima ma ad essa comunque connesse e funzionali all'attività di trasmissione ai sensi dell'articolo 3, comma 5, del decreto del Ministro dell'industria, del commercio e dell'artigianato 25 giugno 1999;
  - la programmazione e l'individuazione degli interventi di sviluppo;
  - l'autorizzazione annuale degli interventi di manutenzione.
- Flicker: Impressione soggettiva della fluttuazione della luminanza di lampade ad incandescenza o fluorescenti dovuta a fluttuazioni della tensione di alimentazione.

- Potenza nominale: Potenza apparente massima a cui un generatore elettrico o un trasformatore possono funzionare con continuità in condizioni specificate (kVA).

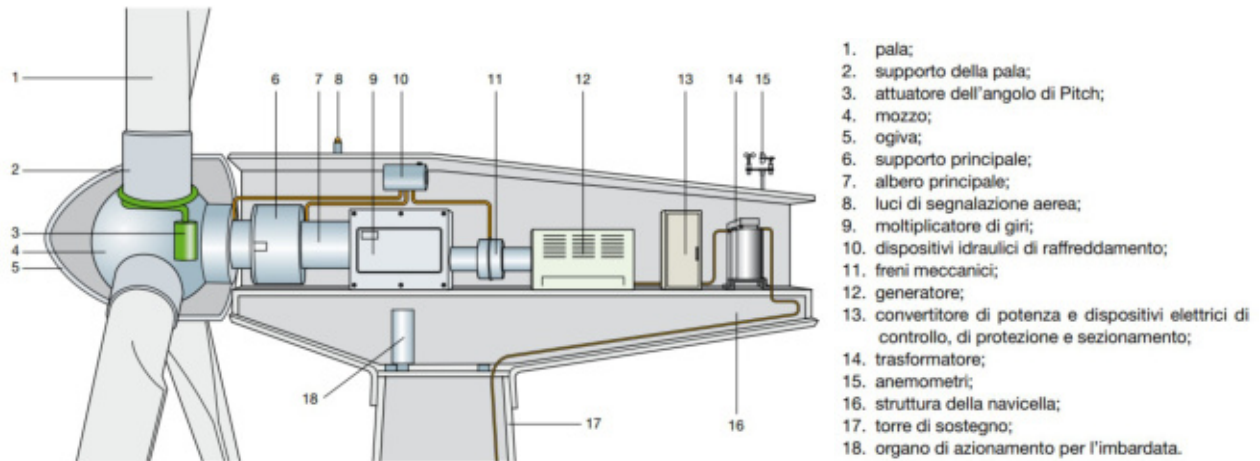


Figura 1. Principali componenti di un aerogeneratore.

### 3 DESCRIZIONE DEL SITO DI INDAGINE

Il progetto si identifica all'interno delle seguenti cartografie:

- Foglio IGM in scala 1:50.000 di cui alla seguente codifica Foglio n° 628 – “Sciacca” e Foglio n° 629 – “Aragona”;
- CTR in scala 1:10.000, di cui alle seguenti codifiche: 628080, 629090 e 628120.

Di seguito le particelle sulle quali verranno installati i nuovi aerogeneratori, la stazione elettrica e la stazione utente.

ID WTG	Comune	Fg.	Part.
1	CALAMONACI	18	12
3	CALAMONACI	18	71
4	RIBERA	11	106
5	RIBERA	11	24

*Tabella.1 Particellare relativo alle wtg.*

ID	Comune	Fg.	Part.
STAZIONE DI CONDOMINIO	CALAMONACI	23	80 – 127 – 81 - 82
SE	CALAMONACI	27	435 – 436 – 461 – 462 – 517 – 518 - 519

*Tabella.2 Particellare relativo alle.SU ed.SE*

I fogli di mappa catastali interessati dal percorso dei cavidotti interrati sono:

- Fogli di mappa n.10, 11, 16, 17, 25 del Comune di Ribera (AG);
- Fogli di mappa n. 14, 15, 18, 22, 23, 25, 26, 27 del Comune di Calamonaci (AG);

Di seguito si riportano le coordinate degli aerogeneratori nel sistema di riferimento WGS84:

ID WTG	Nord	Est	Comune
1	37°31'30.68"N	13°19'25.95"E	CALAMONACI
3	37°31'02.67"N	13°18'44.30"E	CALAMONACI
4	37°30'55.47"N	13°18'26.05"E	RIBERA
5	37°30'44.34"N	13°18'10.12"E	RIBERA

*Tabella.3 Coordinate geografiche WGS84*



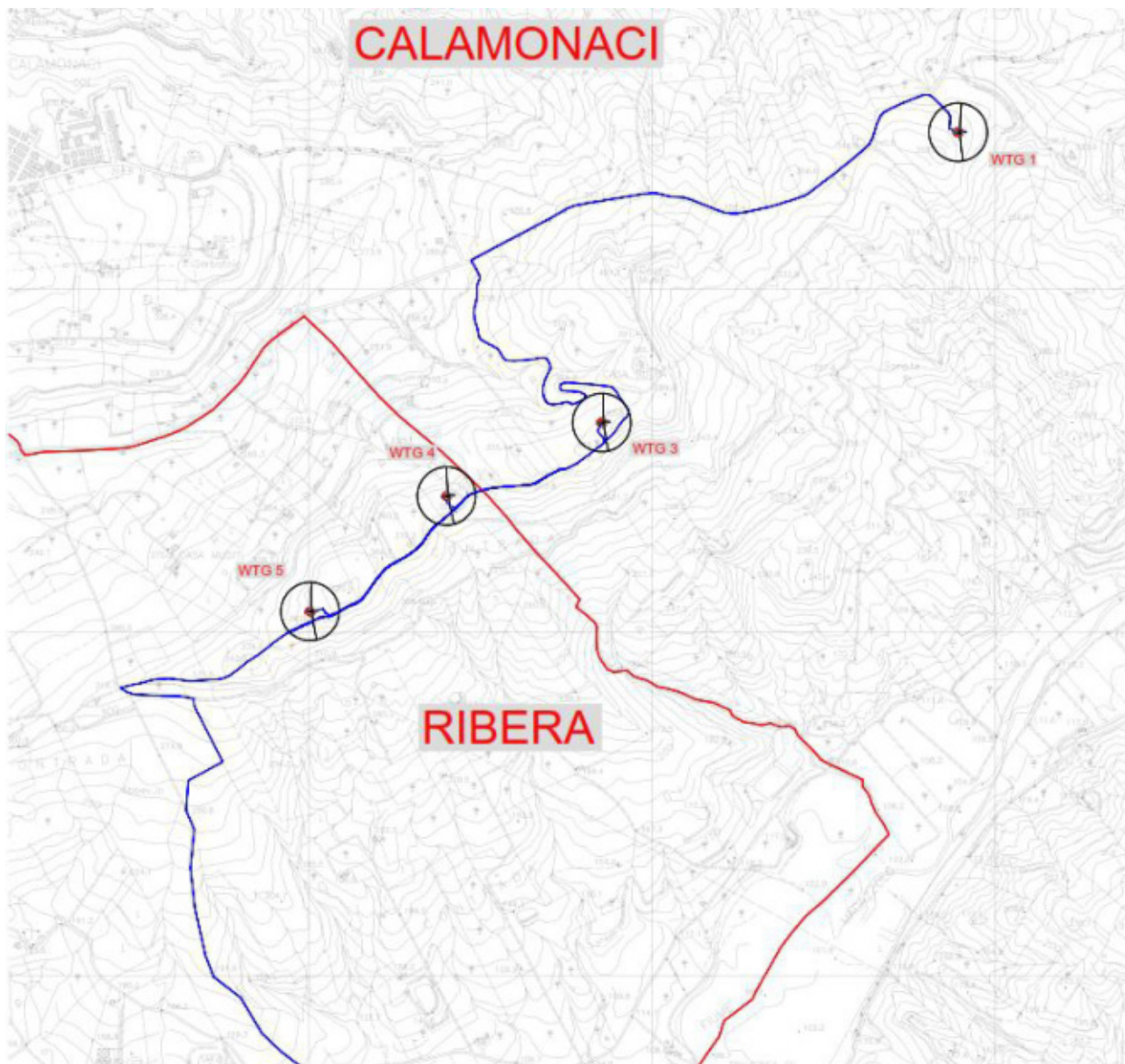


Figura 2 Inquadramento di dettaglio delle WTG su cartografia CTR





Figura 3 Inquadramento di dettaglio della Stazione Elettrica (SE) e della Stazione di Condominio su cartografia CTR

Una parte degli aerogeneratori è collocata in contrada Belmonte (WTG 3, WTG 4, WTG 5), mentre la WTG 1 è stata individuata in contrada Gulfa.

L'area, oggetto di intervento, inoltre, si trova:

- a nord-est del comune di Ribera (AG) a una distanza di circa 2 km;
- a est del comune di Calamonaci (AG) a una distanza di circa 1,5 km;
- a sud del comune di Lucca Sicula (AG) a una distanza di circa 5,5 km;
- a sud-ovest del comune di Bivona (AG) a una distanza di circa 13,3 km.

L'area del parco eolico e il percorso del cavidotto sono interessati da diverse strade pubbliche e, in particolare, dalla seguente via di comunicazione principale:

- la **SP32** (strada provinciale 32, strada che attraversa il territorio comunale di Ribera, collegamento Ribera - Cianciana), anch'essa interessata per un tratto dal percorso del cavidotto.

La strada pubblica, sopra citata, è collegata all'area afferente al parco eolico grazie alla presenza di una fitta rete di strade interpoderali e comunali.

Da un punto di vista orografico, il contesto ambientale dove verrà ubicato l'impianto, ricade su un territorio pianeggiante, con leggere pendenze verso sud estendendosi fino al mare. Esso è altresì caratterizzato da un'altimetria compresa tra le isoipse di quota 320 m s.l.m. e 350 m s.l.m. in prossimità dei comuni di Ribera e Calamonaci.

	<p style="text-align: center;"><b>PARCO EOLICO "BELMONTE"</b></p>	
<p style="text-align: center;">RELAZIONE DI SHADOW FLICKERING</p>		<p>12/06/2024    REV 1    Pag. 12</p>

Da un punto di vista dell'uso del suolo, l'area prescelta per l'installazione dell'impianto eolico è attualmente utilizzata a seminativo. La zona interessata dalle opere è per gran parte disabitata con la sola presenza di qualche fabbricato isolato e non abitato.

Nelle figure sottostanti sono presentate le aree scelte per ospitare gli aerogeneratori che comporranno il Parco Eolico di futura costruzione.



*Figura 4 Area di ubicazione della WTG1*



*Figura 5 Area di ubicazione della WTG3*





*Figura 6 Area di ubicazione della WTG4*



*Figura 7 Area di ubicazione della WTG5*

	<p style="text-align: center;"><b>PARCO EOLICO "BELMONTE"</b></p>			
<b>RELAZIONE DI SHADOW FLICKERING</b>		12/06/2024	REV 1	Pag. 14

L'analisi dello Shadow Flickering verrà effettuata all'interno delle aree di raggio pari a 700 m da ciascun aerogeneratore. All'interno di tali aree non sono stati rilevati altri impianti esistenti o in autorizzazione. Gli impianti funzionanti più vicini distano circa un paio di chilometri da quello di progetto, distanza per la quale non si rende necessario inserirli nell'analisi al fine di valutare gli effetti cumulativi dell'ombreggiamento sui ricettori presenti.

### 3.1 DESCRIZIONE DEGLI AEROGENERATORI E UBICAZIONE

Come anticipato, non essendo presenti altri impianti eolici il cui ombreggiamento vada a sommarsi con quello prodotto dall'impianto oggetto di studio, le uniche turbine che verranno descritte sono unicamente quelle impiegate per il parco eolico proposto, le cui coordinate sono descritte nella tabella seguente:

ID WTG	Lat. Nord	Long. Est	Altitudine (m)	Modello Aerogeneratore	Altezza Mozzo (m)	Potenza Nominale (kW)
WTG1	4154455.00	351891.00	334	Vestas7.2 - 172	114	7.200
WTG3	4153610.00	350853.00	382	Vestas7.2 - 172	114	7.200
WTG4	4153396.00	350401.00	368	Vestas7.2 - 172	114	7.200
WTG5	4153060.00	350004.00	364	Vestas7.2 - 172	114	7.200

*Tabella 4. Coordinate, tipologia e caratteristiche degli aerogeneratori di progetto*

#### 3.1.1 Specifiche tecniche

L'aerogeneratore previsto per l'impianto in oggetto è il modello tipo Vestas V172 7,2MW, un aerogeneratore ad asse orizzontale con rotore tripala e potenza massima di 7.200 kW. L'aerogeneratore in esame è stato scelto soprattutto per le sue caratteristiche dimensionali; tuttavia, per maggior chiarezza, le caratteristiche dell'aerogeneratore scelto sono riportate nella tabella che segue *Errore. L'origine riferimento non è stata trovata.* *Tabella 5. Principali caratteristiche tecniche della turbina utilizzata*

### 3.2 INDIVIDUAZIONE E SCELTA DEI RECETTORI

Nell'analisi di Shadow Flickering sono stati considerati tutti i possibili ricettori presenti nel raggio di circa 700 m dai punti di installazione delle singole turbine eoliche. Come verrà mostrato nei capitoli successivi, l'evoluzione annuale tipo di un aerogeneratore può essere rappresentata come una sorta di farfalla attorno all'oggetto che produce l'ombra stessa; pertanto, sono stati esclusi dall'analisi quei ricettori collocati all'estremo nord e sud rispetto a tale schema, in quanto non interessati da ombreggiamento.

Pertanto, la prima attività condotta in sito è stata quella di individuare in maniera puntuale quei luoghi, nell'ambito dell'areale d'impianto, che possano configurarsi come luoghi di uso antropico (corpi di fabbrica e pertinenze che per caratteristiche costruttive e titolo abitativo sono in grado di accogliere destinazione d'uso di tipo residenziale, ricreativo, lavorativo, giusta - DPR n. 459 del 18/11/1998) particolarmente esposti alle sorgenti rumorose (ricettori sensibili).

In particolare, sono state censite tutte le costruzioni ricadenti entro il limite di distanza pari a 700 m da ciascun aerogeneratore, quindi estrapolate soltanto quelle che per Categoria Catastale risultino tali da rientrare nelle tipologie valide per abitazione (categorie A).

Non sono stati rilevati, nell'area indagata ai fini dello Shadow Flickering, luoghi di particolare interesse ambientale/paesaggistico, parchi o aree naturali protette, beni storico-architettonici, luoghi religiosi, ville/palazzi/giardini, bellezze panoramiche.

L'elenco completo dei ricettori è stato predisposto all'interno della relazione acustica, in questa sede si riportano solo i ricettori selezionati ai fini dello studio dell'ombreggiamento, che, nel caso specifico, si tratta di un solo ricettore, ovvero un edificio classificato come abitazione di tipo economico.

RICETTORI SENSIBILI									
ID edificio	Dati Catastali				Comune	WTG interferente	Dist. (m)	Coordinate	
	Fg	P.IIa	Sub	Cat.				Est	Nord
<b>R01</b>	15	225	1	A/3	Calamonaci (AG)	WTG1	360	351799	4154810
<b>R15</b>	18	382	-	A/3	Calamonaci (AG)	WTG3	110	350818	4153512
<b>R27</b>	18	384	-	A/4	Calamonaci (AG)	WTG3	560	350296	4153667
<b>R28</b>	11	136	2	A/4	Ribera(AG)	WTG4	220	350232	4153540



<b>R36</b>	11	137	2	A/4	Ribera(AG)	WTG4	460	349949	4153348
<b>R49</b>	17	590	-	A/3	Calamonaci (AG)	WTG4	750	349694	4153657
<b>R50</b>	17	603	3	A/3	Calamonaci (AG)	WTG4	750	349724	4153713

*Tabella 6 Ricettori sensibili e interdistanze dalle wtg.*

Si rileva che per il recettore R15 non è stata effettuata la verifica acustica, pur ricadendo in categoria catastale A/3, perché risulta in cattivo stato d'uso e per il quale è stata richiesta la cancellazione dal catasto, mentre per i recettori R27, R28 e R36 non è stata effettuata la verifica acustica, pur ricadendo in categoria catastale A, perché a seguito dei sopralluoghi e delle campagne di misura effettuate, gli stabili in oggetto risultano essere completamente disabitati e in cattivo stato d'uso. Per questo si ritiene opportuno escludere tali recettori.



*Figura 8 Ricettore R27.*





Figura 9 Ricettore R28



Figura 10 Ricettore R36

Pertanto, lo studio delle ombre generate dall'installazione dell'impianto di progetto riguarderà i soli ricettori R01, R49 ed R50.

	<p style="text-align: center;"><b>PARCO EOLICO "BELMONTE"</b></p>				
<b>RELAZIONE DI SHADOW FLICKERING</b>		<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="width: 33%; text-align: center;">12/06/2024</td> <td style="width: 33%; text-align: center;">REV 1</td> <td style="width: 33%; text-align: center;">Pag. 19</td> </tr> </table>	12/06/2024	REV 1	Pag. 19
12/06/2024	REV 1	Pag. 19			

Per questi ultimi l'analisi è stata condotta esaminando diversi parametri:

- Ore di ombreggiamento nel corso dell'anno;
- Giorni di ombreggiamento per anno;
- Minuti di ombreggiamento per giorno.

Nell'immagine seguente sono indicati i ricettori indagati, rappresentati attraverso un'icona di colore giallo, all'interno o nei dintorni dell'area buffer di raggio pari a 700 m, con centro posto sul punto di installazione delle singole turbine.



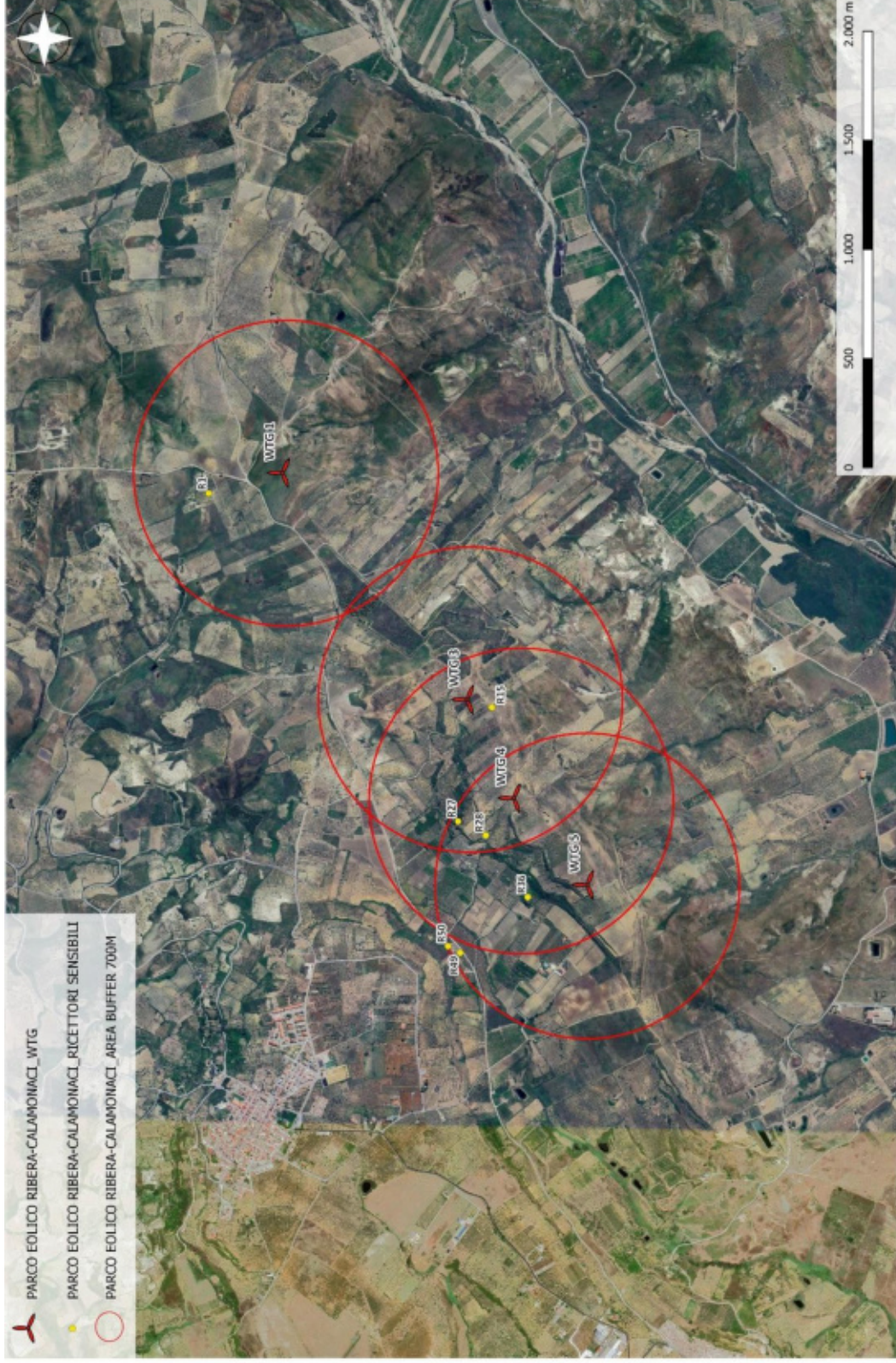


Figura 11 Ubicazione di tutti i ricettori analizzati

## 4 ANALISI DI SHADOW FLICKERING

### 4.1 CENNI SUL FENOMENO DELL'EVOLUZIONE DELL'OMBRA GENERATA DAGLI AEROGENERATORI

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

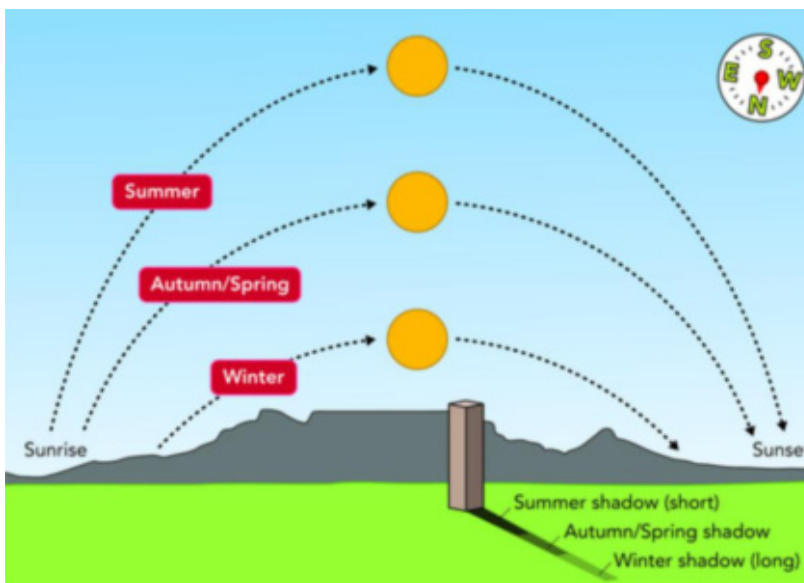


Figura 12 Rappresentazione grafica dell'impatto dell'ombra generata da una turbina eolica.

Il cosiddetto fenomeno del "flickering" consiste in un effetto di lampeggiamento che si verifica quando le pale del rotore in movimento "tagliano" la luce solare in maniera intermittente. Il flickering si verifica solo in determinate condizioni e coinvolge solo un'area limitata che circonda un parco eolico; tuttavia, esso può determinare disturbo per i residenti dei fabbricati situati nei pressi dell'impianto e pertanto è importante valutare e garantire che l'esposizione sia limitata.

Affinché il fenomeno si verifichi presso un recettore, il cielo deve essere chiaro e la turbina deve funzionare, altrimenti non vengono emesse ombre in movimento; inoltre, il rotore della turbina deve essere situato lungo la linea di vista, senza ostacoli, dal recettore al sole. Poiché la posizione del sole cambia per tutto il giorno e per tutto l'anno, anche l'area

	<p style="text-align: center;"><b>PARCO EOLICO "BELMONTE"</b></p>				
<b>RELAZIONE DI SHADOW FLICKERING</b>		<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="width: 25%; text-align: center;">12/06/2024</td> <td style="width: 25%; text-align: center;">REV 1</td> <td style="width: 50%; text-align: right;">Pag. 22</td> </tr> </table>	12/06/2024	REV 1	Pag. 22
12/06/2024	REV 1	Pag. 22			

interessata dall'ombra cambia. Il flickering è percepito come disturbante quando la variazione dell'intensità luminosa è superiore al livello di percezione dell'occhio umano.

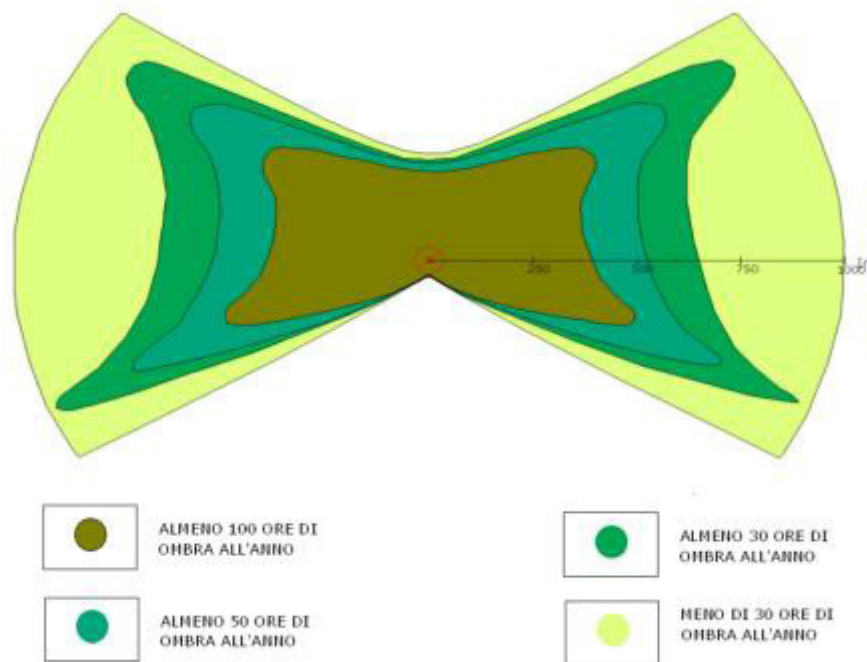
La distanza tra una turbina eolica e un recettore influisce sull'intensità dello "sfarfallio che diminuisce con la distanza dal recettore alla turbina, fino ad un punto in cui il cambiamento dell'intensità luminosa è inferiore a quello che l'occhio umano può distinguere. Le ombre proiettate vicino ad una turbina sono più intense, distinte e "focalizzate" perché una maggior parte del sole è bloccata intermittenemente dalle lame passanti. Quando aumenta la separazione tra il recettore e la turbina, la percentuale del sole oscurata diminuisce e le ombre diventano meno intense e meno discernibili. A una distanza di circa 10 volte il diametro del rotore, l'intensità del tremolio dell'ombra è significativamente ridotta e diventa meno percepibile all'occhio umano. L'intensità è anche ridotta se il piano del rotore è ad un angolo diverso da quello perpendicolare alla linea di vista dal recettore al sole, anche perché le lame passanti oscurano una parte minore di sole. Le condizioni di illuminazione ambientale influenzano anche la visibilità dello sfarfallio: il flickering è più evidente in una stanza oscura con una finestra rivolta verso la turbina rispetto all'esterno dove i livelli di luce ambientale sono più alti. La frequenza o la velocità del tremolio dell'ombra è correlata alla velocità del rotore e al numero di lame sulla turbina. Alcune linee guida di paesi esteri raccomandano una velocità di flicker non superiore a 3 "tagli" al secondo.

Per la classica turbina eolica provvista di tre pale, questo effetto corrisponde quindi ad una completa rotazione del rotore in un secondo, equivalente a 60 giri al minuto (60 RPM). Tali valori sono tipici di aerogeneratori di piccola taglia con piccoli rotori (circa 20 m) e più elevata velocità di rotazione. Le attuali turbine in commercio di grande taglia hanno una velocità di rotazione ben inferiore a tali valori, con velocità del rotore intorno ai 20 RPM. Ciò si traduce in bande che passano frequenze inferiori a 1 Hz o 1 ciclo al secondo. A queste basse frequenze, lo sfarfallio potrebbe essere motivo di fastidio, ma non costituisce una minaccia per la salute. Secondo l'Associazione britannica di epilessia, le frequenze inferiori a 3Hz non causano episodi di epilessia fotosensibile e le velocità di sfarfallio delle turbine eoliche moderne non sono in grado di innescare crisi epilettiche. Considerando la relazione spaziale tra le turbine e i recettori (localizzazioni geografiche e elevazioni del suolo) nonché la geometria delle turbine (altezza del mozzo e dimensioni del rotore), il verificarsi del fenomeno di flickering può essere accuratamente modellato e previsto con il dettaglio dei



minuti. Una progettazione attenta è comunque fondamentale per evitare questo spiacevole fenomeno semplicemente prevedendo il luogo di incidenza dell'ombra e disponendo le turbine in maniera tale che l'ombra sulle zone sensibili non superi un certo numero di ore all'anno.

Il grafico che segue riporta l'evoluzione annuale tipica dell'ombra di una turbina considerando il caso peggiore di pale sempre in rotazione intorno al mozzo, e orientate sempre ortogonalmente al sole durante la sua evoluzione giornaliera. Come è evidente dal grafico e dalla legenda, le ore annue di ombra sono sempre minori con l'aumentare della distanza dal pilone secondo una particolare geometria dettata dalla posizione geografica; da osservare che l'ombra arriva a proiettarsi anche sino ad una distanza di 1 km, anche se solo per pochi minuti all'anno.



*Figura 13. Evoluzione annuale tipo dell'ombra di un aerogeneratore.*

In Italia, così come nella maggior parte dei paesi Europei ed extraeuropei non esiste una normativa specifica relativa al disturbo generato dal fenomeno di Shadow – Flickering. Esistono delle regolamentazioni locali ma quasi mai comprendono limiti numerici specifici, quanto piuttosto delle raccomandazioni tese a sottolineare che il fenomeno non sia “unreasonable” o “significant”.

	<p style="text-align: center;"><b>PARCO EOLICO "BELMONTE"</b></p>				
<b>RELAZIONE DI SHADOW FLICKERING</b>		<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="width: 33%; text-align: center;">12/06/2024</td> <td style="width: 33%; text-align: center;">REV 1</td> <td style="width: 33%; text-align: center;">Pag. 24</td> </tr> </table>	12/06/2024	REV 1	Pag. 24
12/06/2024	REV 1	Pag. 24			

Il valore di riferimento più diffuso, che rappresenta per lo più un limite di riferimento “di qualità”, è quello delle 30 ore per anno riportato in norme internazionali (Länderausschuss für Immissionsschutz “Hinweise zur Ermittlung und Beurteilung der optischen Immissionen von Windenergieanlagen – WEA - Schattenwurf-Hinweise - Germania, 2002) e calcolato come ore effettive del fenomeno atteso al recettore, che in via generale corrisponde a circa 100-150 ore in worst case in dipendenza delle condizioni meteo.

## 4.2 METODOLOGIA DI ANALISI

La valutazione tecnica è stata eseguita con l'ausilio di un software di simulazione specifico per la progettazione degli impianti eolici, costituito da un insieme di moduli di elaborazione orientati alla simulazione di una moltitudine di aspetti che caratterizzano le diverse fasi progettuali. Il modulo SHADOW è quello specifico per la valutazione dell'evoluzione dell'ombra e del flickering.

Il modulo SHADOW calcola le ore annuali di impatto del tremolio dell'ombra prodotta da una o più WTG su un dato recettore o area. Parte del calcolo consiste nella verifica della visibilità tra i recettori e le WTG tramite una stima delle zone di impatto visivo entro l'area data. Si può eseguire il calcolo del caso peggiore, basato sul massimo impatto possibile, e del valore reale (basato su una statistica climatologica). Tra i risultati è incluso un calendario del tremolio dell'ombra su ciascun recettore. È possibile calcolare anche un analogo calendario per ciascuna turbina, ed esportare e implementare i risultati direttamente nel sistema di controllo delle WTG.

Nel modello di calcolo dell'ombra utilizzato i seguenti parametri definiscono la propagazione dell'ombra dietro il disco del rotore:

- Il diametro del Sole, D: 1.390.000 km
- La distanza dal Sole, d: 150.000.000 km
- Angolo di attacco: 0.531 gradi

Teoricamente, ciò comporterebbe un impatto di ombra fino a 4,8 km con un rotore di 45 metri di diametro. In realtà, tuttavia, le ombre non raggiungono mai il massimo teorico a causa delle caratteristiche ottiche dell'atmosfera. Quando il Sole diventa troppo basso



all'orizzonte e la distanza diventa troppo lunga, l'ombra si disperde prima che raggiunga il suolo (o il recettore).

I recettori dell'ombra sono invece definiti nel modello dalle seguenti informazioni:

La posizione della "finestra" sopra il livello del suolo e la sua dimensione (altezza e larghezza).

L'inclinazione della "finestra" rispetto all'orizzontale (si può scegliere tra finestra verticale, orizzontale e tetto [45°]).

L'orientamento direzionale della finestra rispetto al sud (in gradi, positivi, a ovest).

In alternativa è possibile selezionare la modalità "Green house", ovvero il recettore è modellato con caratteristiche di una "serra" che riceve ombra da qualunque direzione in quanto completamente esposto al fenomeno dell'ombra intermittente.

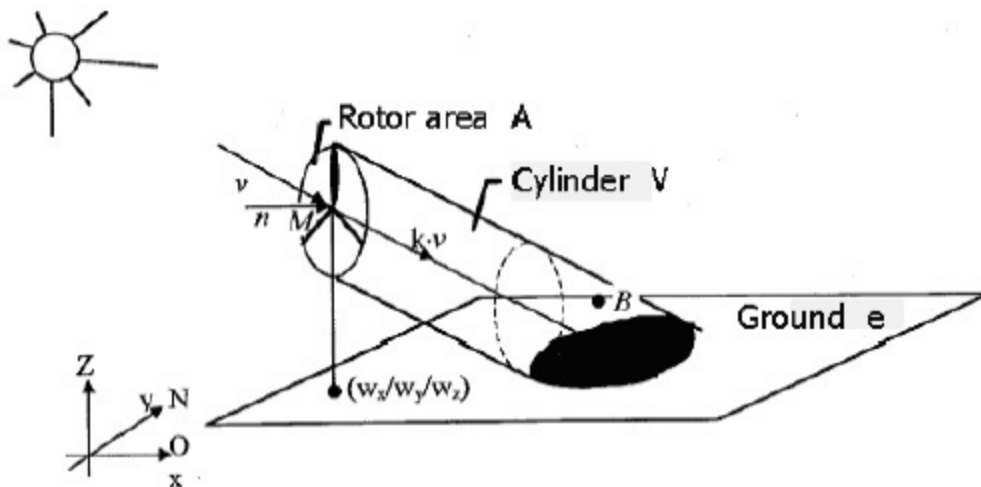


Figura 14. Schema di calcolo del modulo Shadow.

Per le simulazioni è stato considerato il caso peggiore, ovvero ogni singolo recettore viene considerato in modalità "green house", cioè come se tutte le pareti esterne fossero esposte al fenomeno, senza considerare la presenza di finestre e/o porte dalle quali l'effetto arriva realmente all'interno dell'abitazione. Allo stesso tempo, si è trascurata la presenza degli alberi e di altri ostacoli posti ai margini delle strade che, "intercettando" l'ombra degli aerogeneratori, potrebbero ridurre il fastidio del flickering.

Ciò significa che i risultati ai quali si perverrà sono ampiamente cautelativi.

	<b>PARCO EOLICO "BELMONTE"</b>	
<b>RELAZIONE DI SHADOW FLICKERING</b>		12/06/2024    REV 1    Pag. 26

Diverso, invece, è il “Real Case”, che ai fini di una comprensione del reale effetto di disturbo tiene conto dei dati statistici ricavati da una stazione anemometrica sita nella stessa area, e di una stazione meteo che fornisce i dati di copertura nuvolosa della zona. In tal modo, viene ricavato il numero di ore di ombreggiamento più realistico in quanto si tiene conto della reale presenza del sole e delle ore di funzionamento della turbina nell’arco di un anno anche in funzione della direzione del vento che influisce sull’orientamento delle pale rispetto al sole e dunque sull’ombra proiettate sui ricettori.

Il “Worst Case”, al contrario, non tiene conto della presenza di nuvole e considera la direzione del vento allineata alla direzione WTG - recettore.

### 4.3 DATI INPUT E PARAMETRI DEL MODELLO

In base alla metodologia descritta nei paragrafi precedenti, sono stati utilizzati i seguenti dati di input per impostare il modello di simulazione per la valutazione del fenomeno di Shadow-Flickering degli aerogeneratori di esame:

DTM: Modello del terreno digitale per caratterizzare l'orografia, che svolge un ruolo importante nella mascheratura fisica dell'impatto dell'ombra

- Posizioni geografiche di recettori con dettaglio dimensionale delle aree più esposte.
- Posizioni geografiche di generatori di turbine eoliche e loro caratteristiche dimensionali
- Dati del vento di una stazione di misura locale per il calcolo dell'energia per stimare le ore operative e le probabilità associate alle diverse direzioni del vento
- Probabilità mensile della presenza del sole da una stazione meteo nazionale
- Nessun ostacolo naturale o artificiale è stato modellato.

### 4.4 DTM

Il modello digitale del terreno DTM (Digital Terrain Model) è stato estrapolato dal grid disponibile in download dal satellite, georeferenziato, sovrapposto, confrontato e adeguato con le curve di livello presenti sulla cartografia ufficiale CTR 1:10.000 con uno step di 10 m. Il modello digitale ottenuto copre un’area di 40x40 Km e trova un buon riscontro con l’andamento orografico verificato in sito.

## 4.5 AEROGENERATORI E RECETTORI

Le coordinate ed il relativo modello di turbina sono stati dettagliati al paragrafo 3.1, ma è importante sottolineare che per tutti i recettori si è ritenuto opportuno usare l'ipotesi di cautela della modalità "green house mode". Questa scelta è stata operata poiché in talune circostanze anche lo spazio antistante le strutture può essere considerato o adibito a luogo di riposo e relax. La scelta di una singola finestra o di una facciata in alcune condizioni potrebbe risultare riduttiva allo scopo di una vera valutazione d'impatto.

ID Recettore	UTM WGS 84 Zona 33		Lunghezza (m)	Larghezza (m)	Altezza (m)	Direction Mode
	Long. Est (m)	Lat. Nord (m)				
<b>SR001</b>	351.799	4.154.810	1,0	1,0	1,0	"Modalità serra"
<b>SR049</b>	349.694	4.153.657	1,0	1,0	1,0	"Modalità serra"
<b>SR050</b>	349.724	4.153.716	1,0	1,0	1,0	"Modalità serra"

I ricettori sensibili individuati sono soltanto edifici di categoria catastale A, ovvero abitazioni (di tipo popolare, economico, civile, rurale...), pertanto magazzini e locali di deposito, rimesse, unità collabenti ecc sono esclusi da questa analisi. Infatti, si ritiene che l'ombreggiamento intermittente procuri disturbo ad edifici frequentati per diverse ore al giorno, al contrario magazzini o locali di deposito sono fabbricati in cui la presenza di persone all'interno non è costante e, soprattutto, è molto contenuta in termini di durata complessiva.

## 5 RISULTATI

Il software permette di ottenere rappresentazioni cartografiche sulla base della Deviazione Standard (Dev Std), per esempio, come grandezza per classificare i ricettori sulla base dello Shadow Days, o attraverso la suddivisione dei risultati secondo degli intervalli.

La *deviazione standard* di una variabile è un indice riassuntivo delle differenze dei valori di ogni osservazione rispetto alla media della variabile. Ogni osservazione ha infatti uno scostamento (detto anche scarto o deviazione) dalla media. Questo scostamento è pari a 0 se l'osservazione ha esattamente lo stesso valore della media. Lo scostamento sarà invece negativo se l'osservazione ha un valore più piccolo di quello della media. Al contrario, questo scostamento sarà positivo se l'osservazione ha un valore più grande di quello della media.

In base all'elemento che vuole essere rappresentato è stato scelto l'uno o l'altro tipo di classificazione, come sarà osservabile nelle immagini che seguono.

### 5.1 GIORNI DI OMBREGGIAMENTO NEL CORSO DELL'ANNO

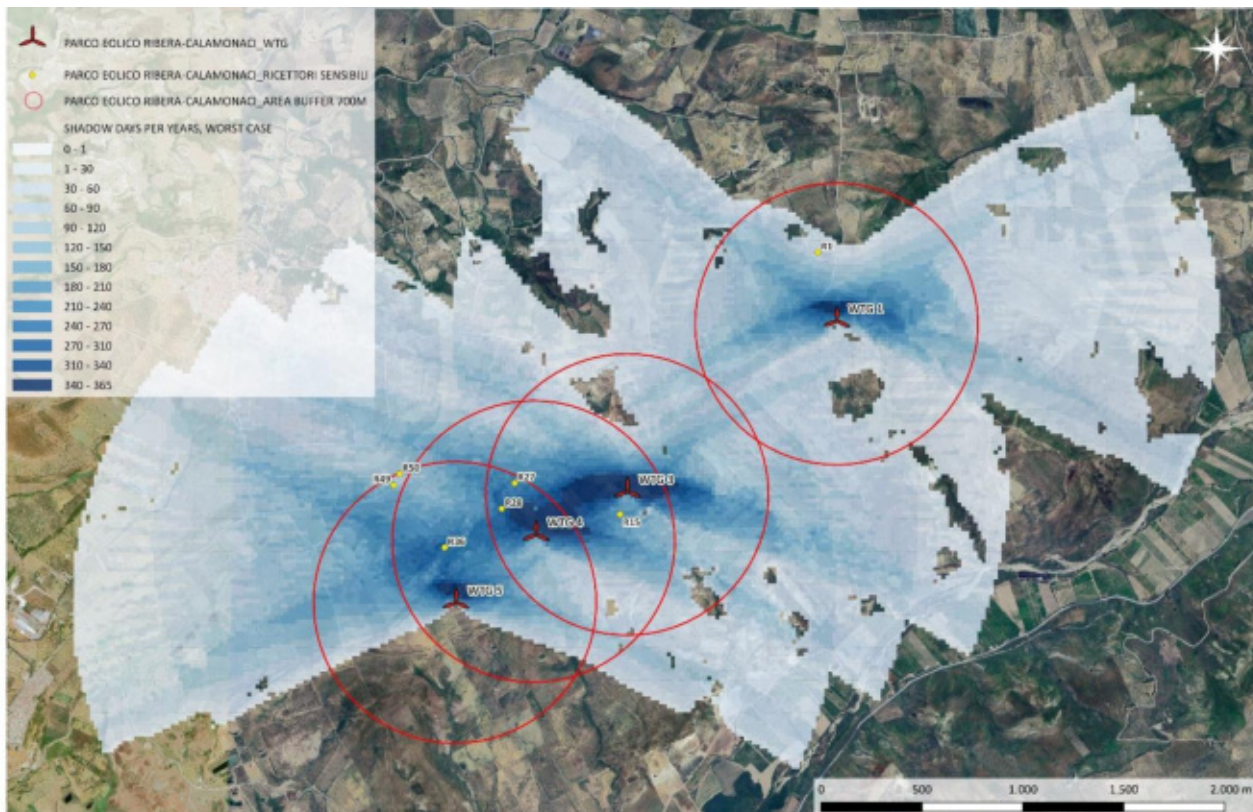


Figura 15 Mappa dello Shadow Flickering – Giorni annui. \_ Fonte: modello QGIS

	<b>PARCO EOLICO "BELMONTE"</b>			
		RELAZIONE DI SHADOW FLICKERING	12/06/2024	REV 1

Per la raffigurazione dei giorni di ombreggiamento annui è stato scelto di suddividere i risultati per classi, tredici per l'esattezza, la prima racchiude valori da 0 a 1 giorno, le successive dodici hanno un range di valori pari a 30 giorni, ovvero rappresentano la durata media di un mese.

In prima istanza si potrebbero considerare maggiormente colpiti i ricettori interessati da ombreggiamento per più di cinque mesi annui; tuttavia, questo dato da solo risulta poco significativo; infatti, su tali ricettori potrebbe esserci ombreggiamento ogni giorno ma per pochi minuti. Quindi, per poter elaborare valutazioni più precise è bene attendere le successive analisi.

## 5.2 ORE DI OMBREGGIAMENTO NEL CORSO DELL'ANNO

Analogamente a quanto detto in precedenza, l'analisi verte sulla verifica delle ore di ombreggiamento che nel corso dell'anno interessano i ricettori individuati. I dati ottenuti sono stati suddivisi in cinque fasce:

- Zona di Shadow Flickering molto alto, maggiore di ore annue;
- Zona di Shadow Flickering alto, tra le 30 e le 100 ore annue;
- Zona di Shadow Flickering medio, tra le 10 e 30 ore annue;
- Zona di Shadow Flickering lieve, tra le 0 e le 10 ore annue.

Nell'immagine che segue sono facilmente individuabili i vari gruppi di ricettori classificati sulla base della suddivisione appena riportata. Quindi, il colore più scuro e più vicino alle turbine racchiude i ricettori interessati da valori di ombreggiamento superiori alle 100 ore annue, mentre quelli via via più chiari e lontani dalle WTG ricomprendono i ricettori coinvolti da ombreggiamento per un numero di ore annue compreso tra 0 e 100.



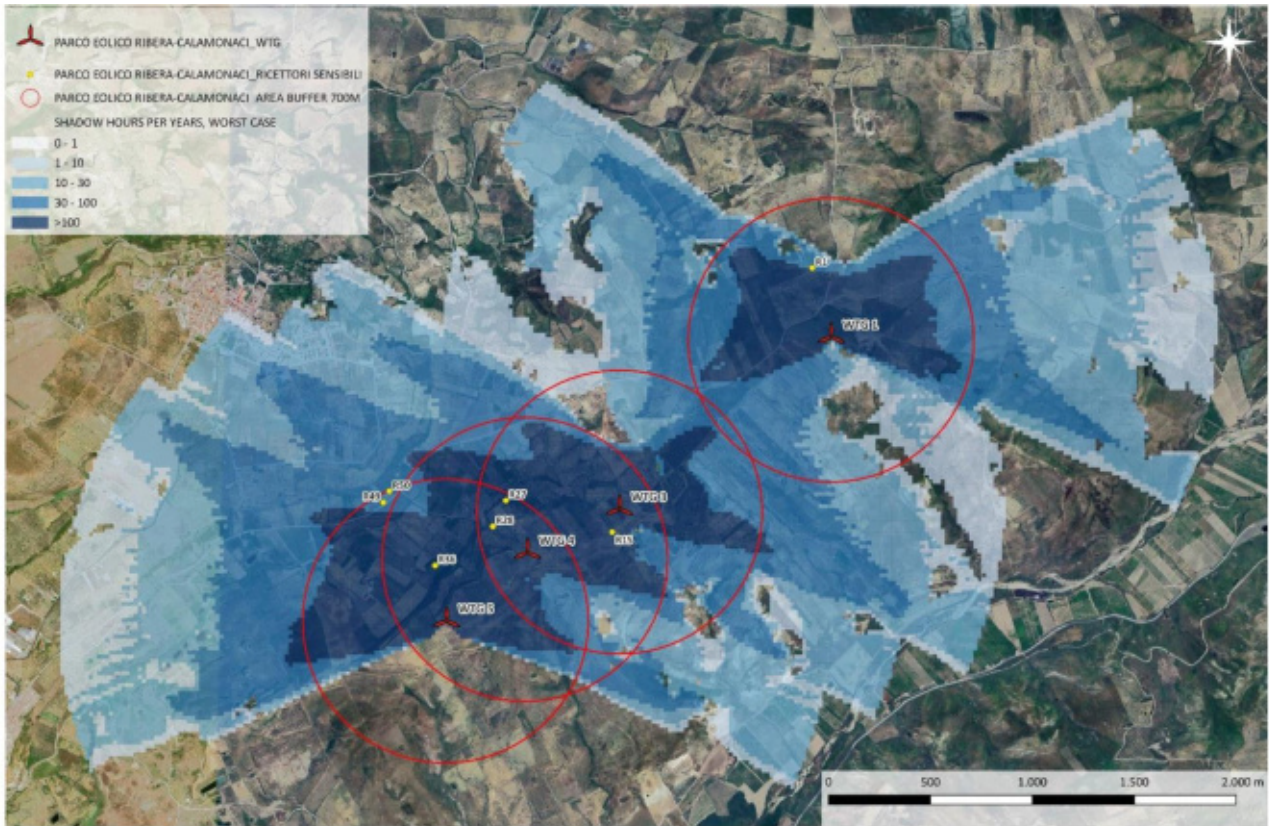


Figura 16 Mappa dello Shadow Flickering – Ore annue\_ Fonte: modello QGIS

Si possono ritenere maggiormente colpiti dall'effetto di Shadow Flickering i ricettori per i quali si è registrato un valore di ombreggiamento prossimo alle 100 ore annue, ovvero quelli ricompresi nelle fasce colorate con le tonalità di rosso.

### 5.3 MINUTI DI OMBREGGIAMENTO AL GIORNO

L'analisi permette di conoscere il tempo di ombreggiamento, espresso in minuti, durante il giorno. In questo caso il calcolo effettuato attraverso il software QGIS esprime i risultati mediante la Deviazione Standard (Dev Std).

A livello grafico i dati sono stati espressi con differenti colori, associati a differenti valori di derivazione standard.

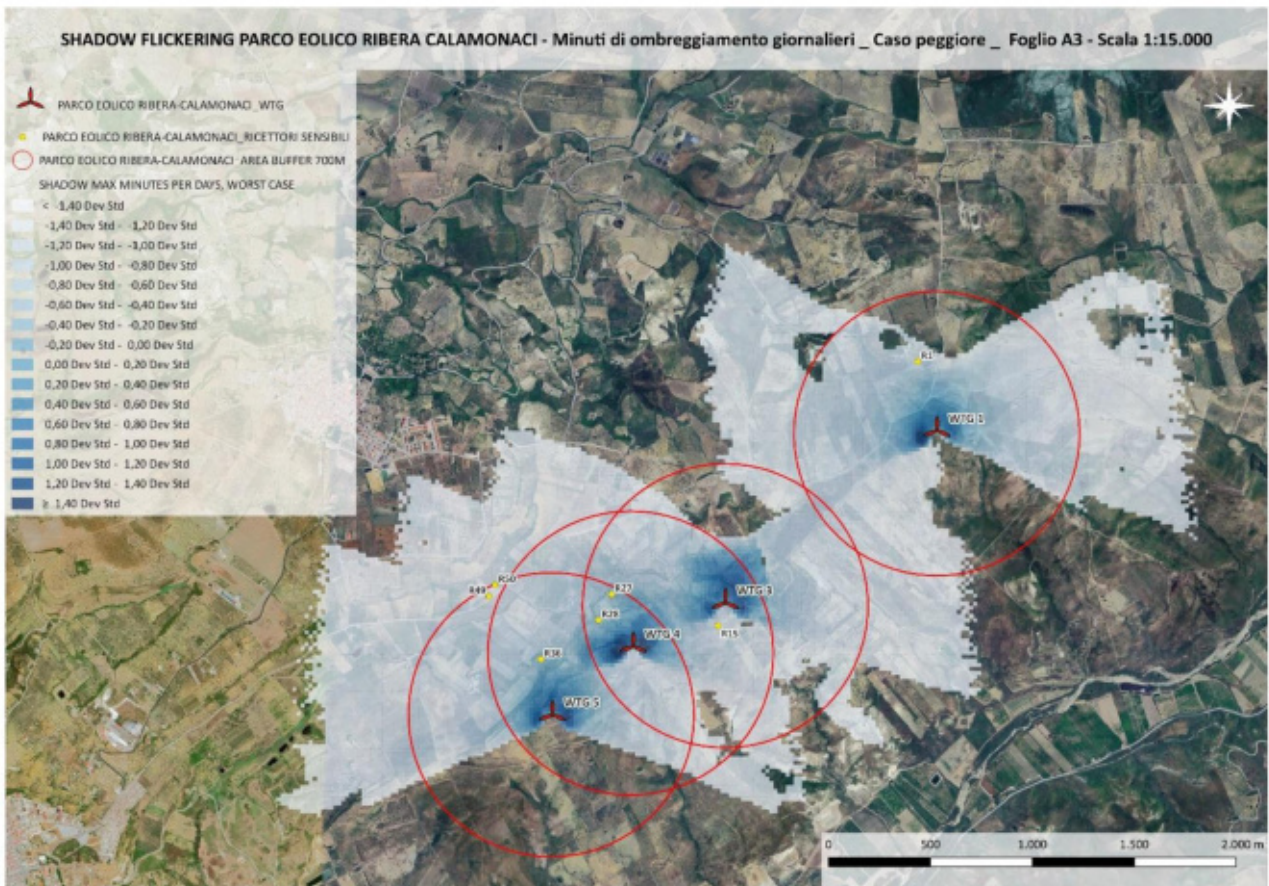


Figura 17. Mappa dello Shadow Flickering – Minuti giornalieri\_ Fonte: modello QGIS.

Alla luce di queste considerazioni si possono analizzare i ricettori maggiormente colpiti, considerando come tali quelli interessati da un livello di ombreggiamento superiore alle 100 ore annue.

## 5.4 ANALISI DEI RICETTORI

Dal calcolo effettuato è emerso che nessuno dei ricettori sensibili analizzati sarà interessato da valori di ombreggiamento superiori alle 100 ore annue (limite di qualità secondo le linee guida tedesche).

### RISULTATI DI CALCOLO

Shadow Receptor

Shadow worst case



	<b>PARCO EOLICO "BELMONTE"</b>			
		RELAZIONE DI SHADOW FLICKERING	12/06/2024	REV 1

Nome	Categoria	Comune	Dati catastali	h/year	days/year	h/day
SR001	A/3 - Abitazione di tipo economico	Calamonaci	Fg.15 - P.IIa 225	93:23	72	1:36
SR049	A/3 - Abitazione di tipo economico	Calamonaci	Fg.17 - P.IIa 590	69:30	134	0:50
SR050	A/3 - Abitazione di tipo economico	Calamonaci	Fg.17 - P.IIa 603	56:12	114	0:51

*Tabella 7. Risultati di calcolo dei recettori interessati da Shadow Flickering*

L'analisi condotta ha mostrato che **dei 3 ricettori considerati nessuno di essi è interessato da ombreggiamento superiore alle 100 ore annue (worst case), valore che, come anticipato al paragrafo 4.1 di questa relazione, corrisponde al valore più rappresentativo del limite di riferimento "di qualità", ovvero quello delle 30 ore per anno (real case), secondo le norme internazionali.**

**Occorre ricordare anche che tali risultati fanno riferimento al caso peggiore, dunque ricettori con superfici interamente vetrate, nessun ostacolo visivo (come vegetazione, elementi sporgenti del fabbricato stesso o altro) che possa ridurre l'effetto di sfarfallio delle ombre e nessuna nuvola in cielo, quindi una situazione per nulla realistica.**

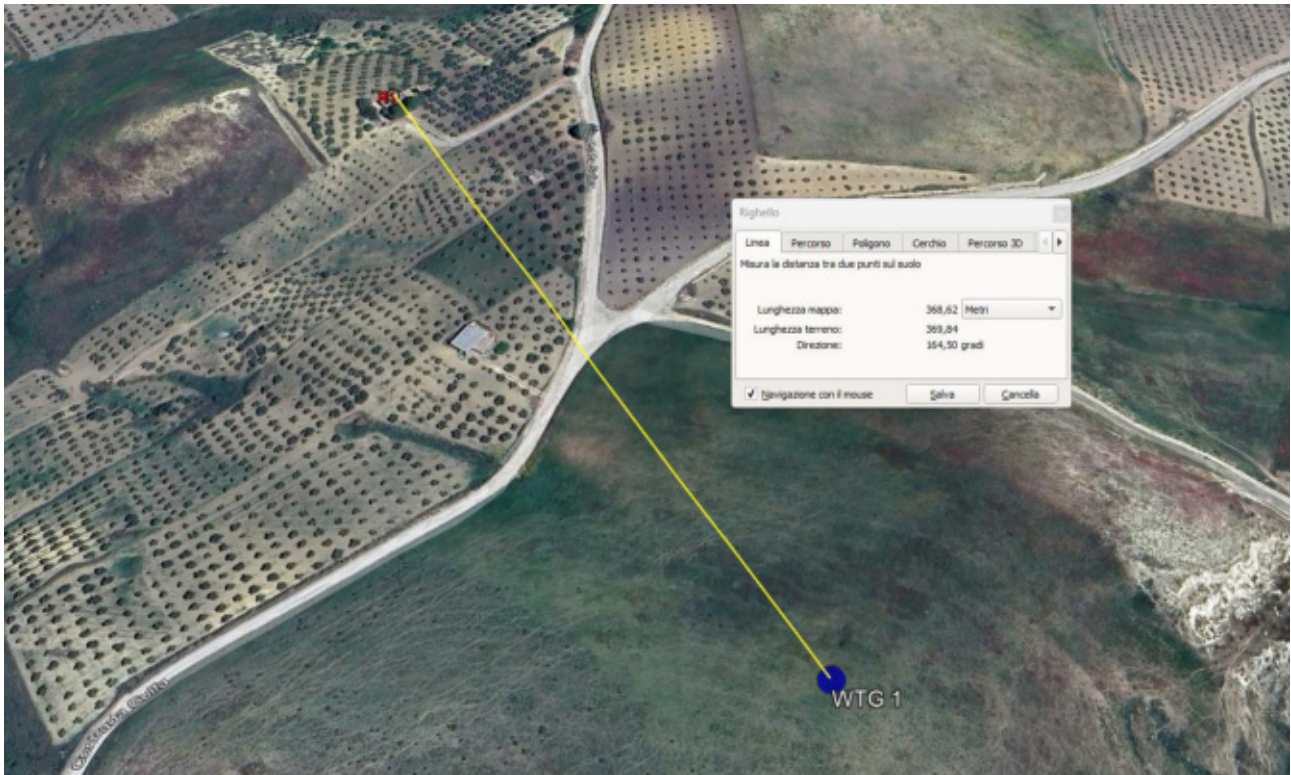


Figura 18 Ubicazione del ricettore R01 rispetto alla wtg1.

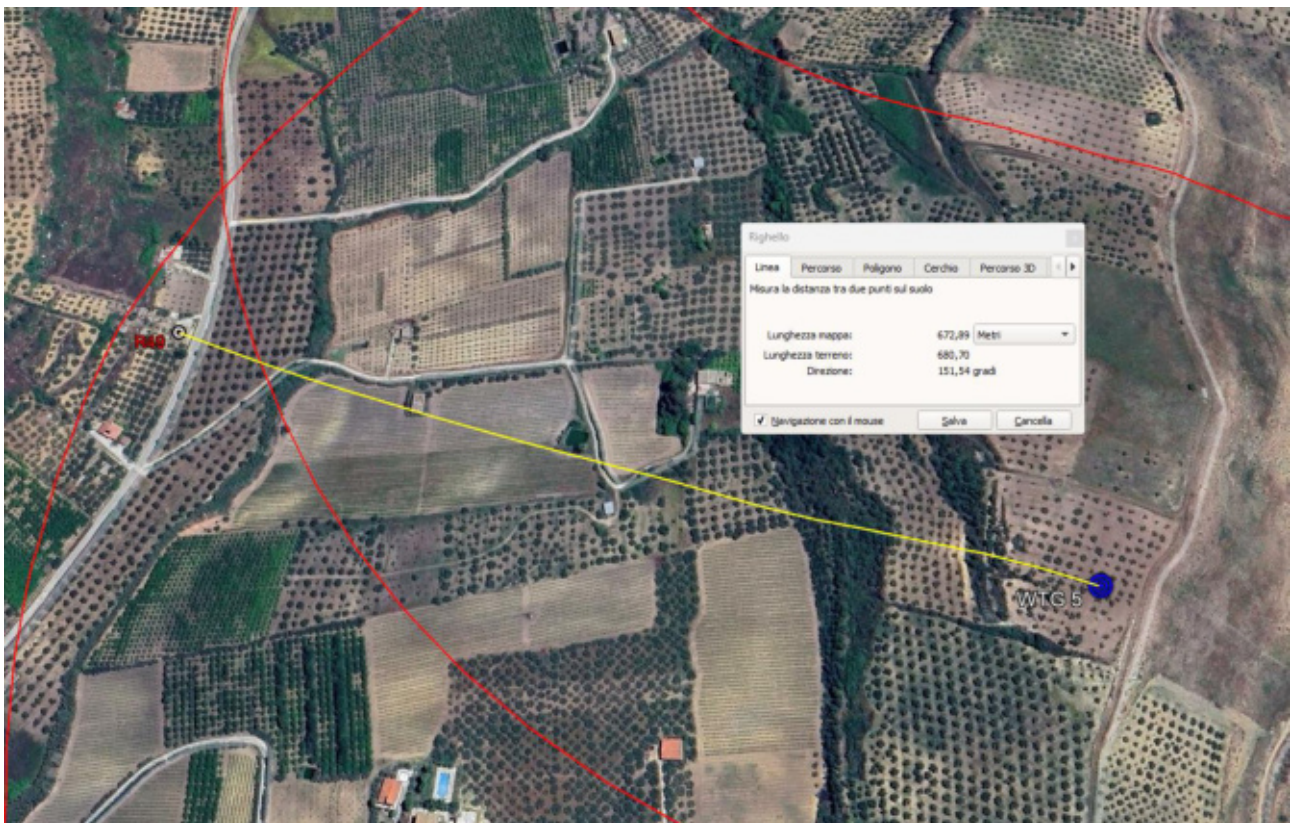


Figura 19 Ubicazione del ricettore R49 rispetto alla wtg5.





Figura 20 Ubicazione del ricevitore R50 rispetto alla wtg5.

	<p style="text-align: center;"><b>PARCO EOLICO "BELMONTE"</b></p>	
RELAZIONE DI SHADOW FLICKERING		12/06/2024    REV 1    Pag. 35

## 5.5 ANALISI DEI RISULTATI

Dalle simulazioni effettuate si evince che gli aerogeneratori di progetto generano effetti più intensi del fenomeno di Shadow Flickering che non interessano nessuno dei ricettori sensibili considerati.

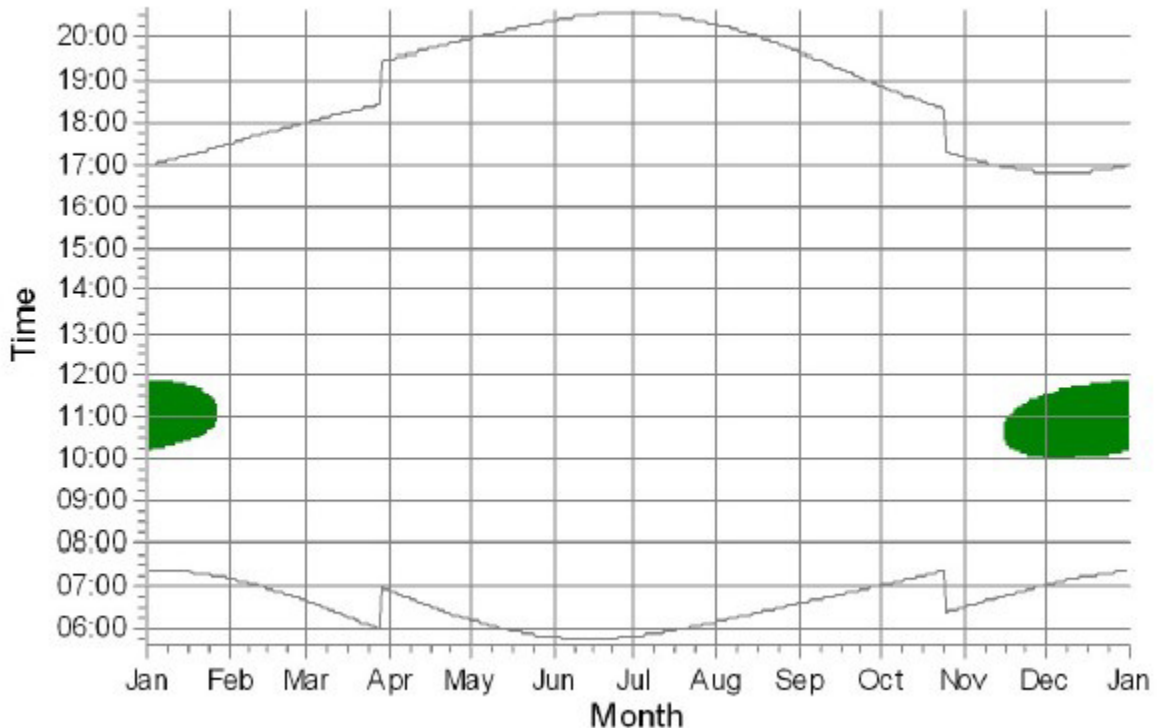
Sono stati censiti tutti i fabbricati classificati catastalmente con categoria A, ricadenti nell'area buffer di 700 m dalle singole turbine. Da questa prima ricerca sono emersi 7 potenziali ricettori sensibili, ma che a seguito di successive verifiche si sono ridotti a soli 3, nel dettaglio R01, R49 ed R50. Infatti, il recettore R15 non è stata effettuata la verifica acustica, pur ricadendo in categoria catastale A/3, perché risulta in cattivo stato d'uso e per il quale è stata richiesta la cancellazione dal catasto, mentre per i recettori R27, R28 e R36 non è stata effettuata la verifica acustica, pur ricadendo in categoria catastale A, perché a seguito dei sopralluoghi e delle campagne di misura effettuate, gli stabili in oggetto risultano essere completamente disabitati e in cattivo stato d'uso.

Nessuno dei 3 ricettori presenta valori di ombreggiamento superiori alla soglia delle 100 ore annue. Si ricorda che, secondo le norme internazionali, un ombreggiamento di circa 100-150 ore annue nella condizione di "worst case" equivale a 30 ore annue nella condizione reale, valore assunto quale limite di qualità.

È opportuno sottolineare tale elemento poiché l'analisi condotta, in quanto fortemente cautelativa, non tiene conto della presenza di nubi e di vegetazione ad alto fusto.

Nella figura che segue è riportato a titolo di esempio il grafico "calendar" per WTG: le macchie individuano i momenti di shadow, la posizione nel grafico individua tempo e durata del fenomeno, il colore della macchia indica il tipo di ricettore interessato dal fenomeno.

## 1: Parco eolico Ribera/Calamonaci - WTG01 Vestas V172 7200kW 114,0m

*Figura 21. Grafico Calendar per WTG01.*

Dallo studio effettuato si può concludere che i ricettori sensibili effettivamente interessati dallo Shadow Flickering (abitazioni) sono ben pochi. L'area indagata è utilizzata prevalentemente per fini agricoli, infatti si caratterizza per la presenza di coltivazioni tipiche, **lungo la viabilità, sulla quale verrà interrato parte del cavidotto, si affacciano i tre ricettori considerati.** La strada principale che regola la mobilità sul territorio è la SS386, che collega Ribera a Calamonaci.

Relativamente ai ricettori si evidenzia che l'ombreggiamento si concentra prevalentemente nelle ore della mattinata dei mesi invernali (R01) e primaverili/autunnali (R49 e R50), inoltre i fabbricati analizzati sono circondati da vegetazione, in particolare da uliveti, in grado di fornire un'efficace schermatura dall'ombreggiamento.

Alle considerazioni appena riportate si aggiunge il fatto che le simulazioni sono state effettuate assumendo le "condizioni peggiori", sovrastimando pertanto l'effetto di flickering, intendendo per condizioni peggiori:

	<p style="text-align: center;"><b>PARCO EOLICO "BELMONTE"</b></p>				
<b>RELAZIONE DI SHADOW FLICKERING</b>		<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="width: 33%; text-align: center;">12/06/2024</td> <td style="width: 33%; text-align: center;">REV 1</td> <td style="width: 33%; text-align: center;">Pag. 37</td> </tr> </table>	12/06/2024	REV 1	Pag. 37
12/06/2024	REV 1	Pag. 37			

- Il sole splende per tutto il giorno, dall'alba al tramonto;
- Il piano del rotore è sempre perpendicolare alla linea "immaginaria" che congiunge la singola turbina al sole;
- La turbina è sempre attiva.

**Dunque, a valle delle considerazioni fin qui fatte, si può ritenere che l'impatto sia basso per tutti i tre ricettori analizzati.**

## **5.6 MISURE DI MITIGAZIONE**

Lo studio eseguito ha evidenziato un numero contenuto di ricettori sensibili all'interno dell'area potenzialmente disturbata dal fenomeno di shadow flickering e per ciascuno di essi è stato calcolato un valore di ombreggiamento prossimo alle 100 ore annue. La tipologia di ricettori, la durata ed il periodo dell'anno di ombreggiamento stimato, unitamente al tipo di utilizzo dei ricettori stessi, nonché la presenza di vegetazione potenzialmente schermante dell'impatto, ha portato a ritenere contenuto il disturbo che la realizzazione dell'impianto di progetto potrebbe arrecare sui ricettori in termini di ombreggiamento.

Il dato emerso, dunque, risulta assolutamente non problematico, ma qualora dovessero realmente sussistere condizioni di disagio, potrebbero essere comunque richieste misure di mitigazione in virtù delle reali condizioni calcolate ai ricettori in termini temporali e di frequenza di intermittenza. In tal senso è opportuno segnalare che esistono efficaci misure di mitigazione che potrebbero essere implementate, se necessario, quali la realizzazione di schermi artificiali o naturali (vegetazione) che esprimono la piena funzionalità solo in determinate condizioni orografiche oppure, la pre-programmazione software di esercizio delle macchine, eseguita sulla base dei dati di "calendar" calcolati.

Tali dati esplicitano con dettaglio del minuto tutti i momenti dell'anno in cui è previsto il verificarsi del fenomeno e, nelle ore in cui ciò avviene, la macchina potrebbe essere pre-programmata a non funzionare. Da alcuni anni sono inoltre stati brevettati diversi sistemi che si abbinano alla pre-programmazione, basati su sensori che rilevano le effettive

	<p style="text-align: center;"><b>PARCO EOLICO "BELMONTE"</b></p>				
<b>RELAZIONE DI SHADOW FLICKERING</b>		<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="width: 33%; text-align: center;">12/06/2024</td> <td style="width: 33%; text-align: center;">REV 1</td> <td style="width: 33%; text-align: center;">Pag. 38</td> </tr> </table>	12/06/2024	REV 1	Pag. 38
12/06/2024	REV 1	Pag. 38			

condizioni ambientali (ventosità e copertura nuvolosa) ed applicano la pre-programmazione solo nei casi in cui il fenomeno si dovesse realmente verificare. In tal senso le macchine sarebbero limitate nel loro funzionamento solo per un numero di ore pari a quelle stimate per il real case, e quindi con impatto economico trascurabile.

## **6 CONCLUSIONI E RACCOMANDAZIONI**

In conclusione, si può affermare che i risultati ottenuti delle elaborazioni evidenziano, pur considerando le condizioni più sfavorevoli, che le turbine di progetto analizzate in tale studio generano effetti di shadow flickering i cui impatti risultano tollerabili per i recettori interessati.

In via generale va comunque sottolineato che, anche laddove sussistono le condizioni cumulative più sfavorevoli di esposizione, i risultati devono comunque intendersi a carattere cautelativo poiché l'elaborazione ed il modello di simulazione non tiene in conto di tutte le possibili fonti di attenuazione dell'effetto cui ogni recettore è (o può essere) soggetto quali presenza di alberi, ostacoli, siepi e quant'altro possa attenuare il fenomeno dell'evoluzione giornaliera dell'ombra.



# SHADOW - Main Result

**Calculation:** Parco eolico Ribera/Calamonaci - Layout 4 WTG Vestas V172 7200kW 114,0m

## Assumptions for shadow calculations

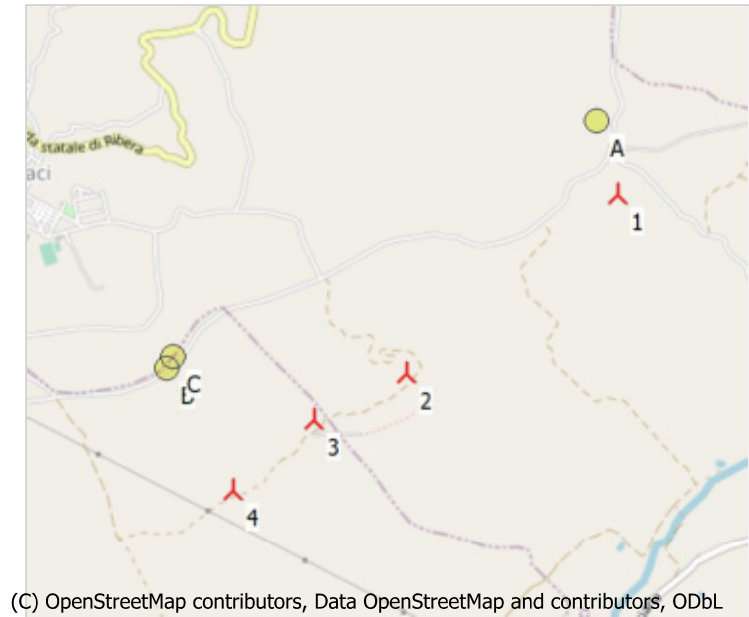
Maximum distance for influence  
 Calculate only when more than 20 % of sun is covered by the blade  
 Please look in WTG table

Minimum sun height over horizon for influence 3 °  
 Day step for calculation 1 days  
 Time step for calculation 1 minutes

The calculated times are "worst case" given by the following assumptions:  
 The sun is shining all the day, from sunrise to sunset  
 The rotor plane is always perpendicular to the line from the WTG to the sun  
 The WTG is always operating

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

All coordinates are in  
 UTM (north)-WGS84 Zone: 33



(C) OpenStreetMap contributors, Data OpenStreetMap and contributors, ODbL  
 Scale 1:40,000  
 New WTG Shadow receptor

## WTGs

	Easting	Northing	Z	Row data/Description	WTG type			Shadow data				
					Valid	Manufact.	Type-generator	Power, rated [kW]	Rotor diameter [m]	Hub height [m]	Calculation distance [m]	RPM [RPM]
1	351.891	4.154.454	332,9	Parco eolico Ribera/Calamonaci - W...	Yes	VESTAS	V172-7.2-7.200	7.200	172,0	114,0	1.908	-
2	350.853	4.153.610	380,0	Parco eolico Ribera/Calamonaci - W...	Yes	VESTAS	V172-7.2-7.200	7.200	172,0	114,0	1.908	-
3	350.401	4.153.395	370,0	Parco eolico Ribera/Calamonaci - W...	Yes	VESTAS	V172-7.2-7.200	7.200	172,0	114,0	1.908	-
4	350.004	4.153.060	355,8	Parco eolico Ribera/Calamonaci - W...	Yes	VESTAS	V172-7.2-7.200	7.200	172,0	114,0	1.908	-

## Shadow receptor-Input

No.	Name	Easting	Northing	Z	Width	Height	Elevation a.g.l.	Slope of window	Direction mode	Eye height (ZVI) a.g.l.
				[m]	[m]	[m]	[m]	[°]		[m]
A	SR001 - A3 - Abitazioni di tipo economico - Calamonaci - Fg.15 - P.IIa225	351.799	4.154.810	303,3	1,0	1,0	1,0	90,0	"Green house mode"	2,0
B	SR049 - A3 - Abitazioni di tipo economico - Calamonaci - Fg.17 - P.IIa590	349.694	4.153.657	266,8	1,0	1,0	1,0	90,0	"Green house mode"	2,0
C	SR050 - A3 - Abitazioni di tipo economico - Calamonaci - Fg.17 - P.IIa603	349.724	4.153.713	271,7	1,0	1,0	1,0	90,0	"Green house mode"	2,0

## Calculation Results

Shadow receptor

No.	Name	Shadow, worst case		
		Shadow hours per year [h/year]	Shadow days per year [days/year]	Max shadow hours per day [h/day]
A	SR001 - A3 - Abitazioni di tipo economico - Calamonaci - Fg.15 - P.IIa225	93:23	72	1:36
B	SR049 - A3 - Abitazioni di tipo economico - Calamonaci - Fg.17 - P.IIa590	69:30	134	0:50
C	SR050 - A3 - Abitazioni di tipo economico - Calamonaci - Fg.17 - P.IIa603	65:12	114	0:51

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

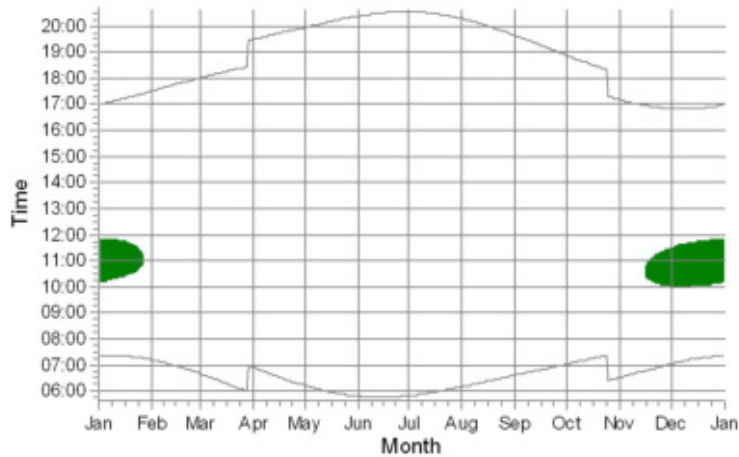
No.	Name	Worst case [h/year]
1	Parco eolico Ribera/Calamonaci - WTG01 Vestas V172 7200kW 114,0m	93:23
2	Parco eolico Ribera/Calamonaci - WTG03 Vestas V172 7200kW 114,0m	27:45
3	Parco eolico Ribera/Calamonaci - WTG04 Vestas V172 7200kW 114,0m	64:02
4	Parco eolico Ribera/Calamonaci - WTG05 Vestas V172 7200kW 114,0m	7:48

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

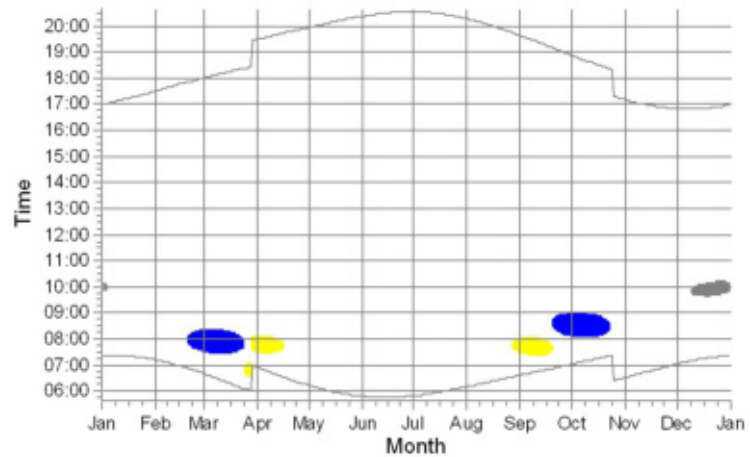
## SHADOW - Calendar, graphical

**Calculation:** Parco eolico Ribera/Calamonaci - Layout 4 WTG Vestas V172 7200kW 114,0m

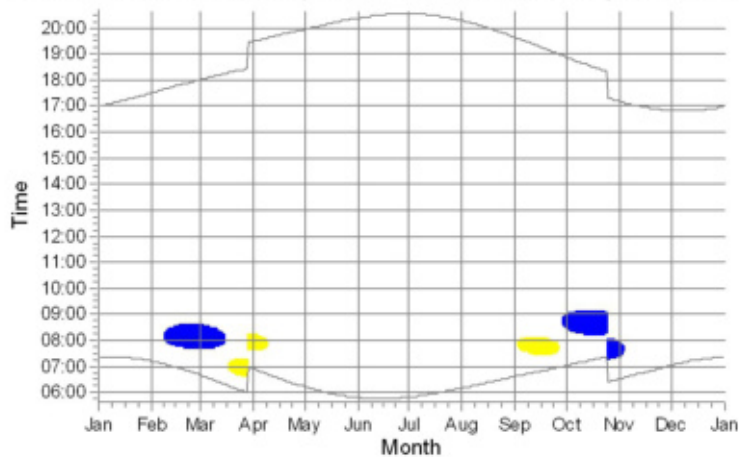
A: SR001 - A3 - Abitazioni di tipo economico - Calamonaci - Fg.15 - P.Ila225







B: SR049 - A3 - Abitazioni di tipo economico - Calamonaci - Fg.17 - P.Ila590



C: SR050 - A3 - Abitazioni di tipo economico - Calamonaci - Fg.17 - P.Ila603



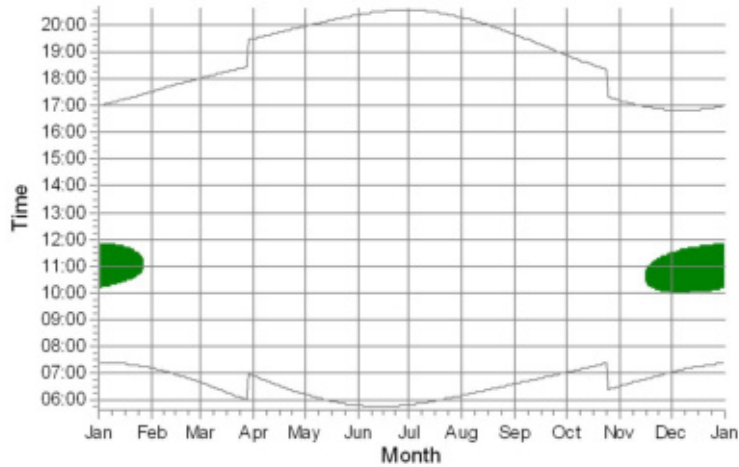
WTGs

-  1: Parco eolico Ribera/Calamonaci - WTG01 Vestas V172 7200kW 114,0m
-  2: Parco eolico Ribera/Calamonaci - WTG03 Vestas V172 7200kW 114,0m
-  3: Parco eolico Ribera/Calamonaci - WTG04 Vestas V172 7200kW 114,0m
-  4: Parco eolico Ribera/Calamonaci - WTG05 Vestas V172 7200kW 114,0m

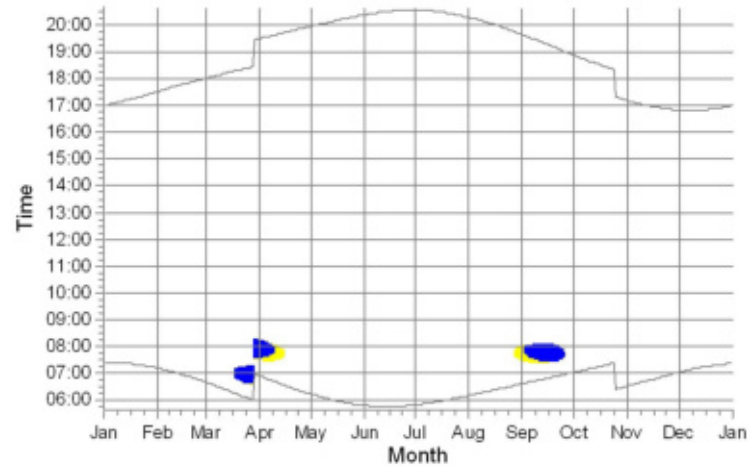
## SHADOW - Calendar per WTG, graphical

Calculation: Parco eolico Ribera/Calamonaci - Layout 4 WTG Vestas V172 7200kW 114,0m

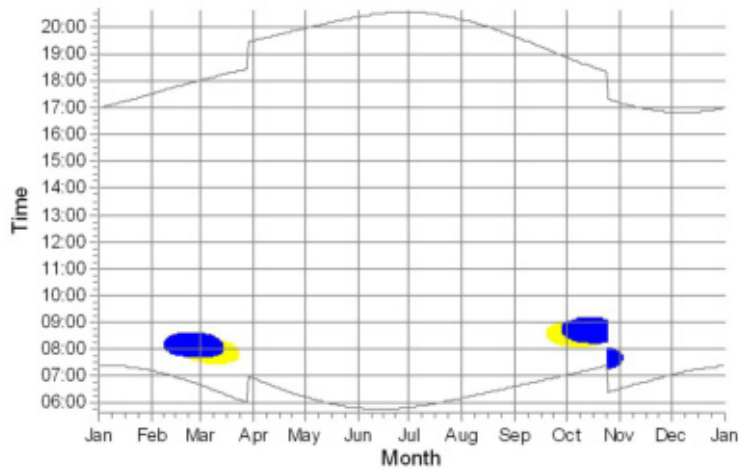
1: Parco eolico Ribera/Calamonaci - WTG01 Vestas V172 7200kW 114,0m



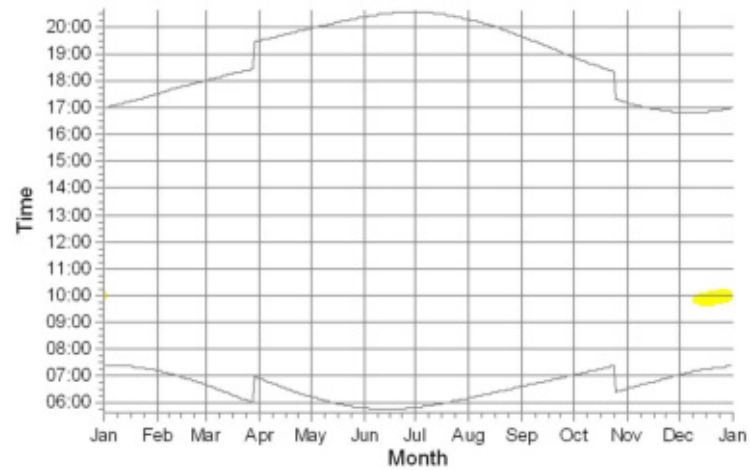
2: Parco eolico Ribera/Calamonaci - WTG03 Vestas V172 7200kW 114,0m



3: Parco eolico Ribera/Calamonaci - WTG04 Vestas V172 7200kW 114,0m



4: Parco eolico Ribera/Calamonaci - WTG05 Vestas V172 7200kW 114,0m



Shadow receptors



A: SR001 - A3 - Abitazioni di tipo economico - Calamonaci - Fg.15 - P.IIa225



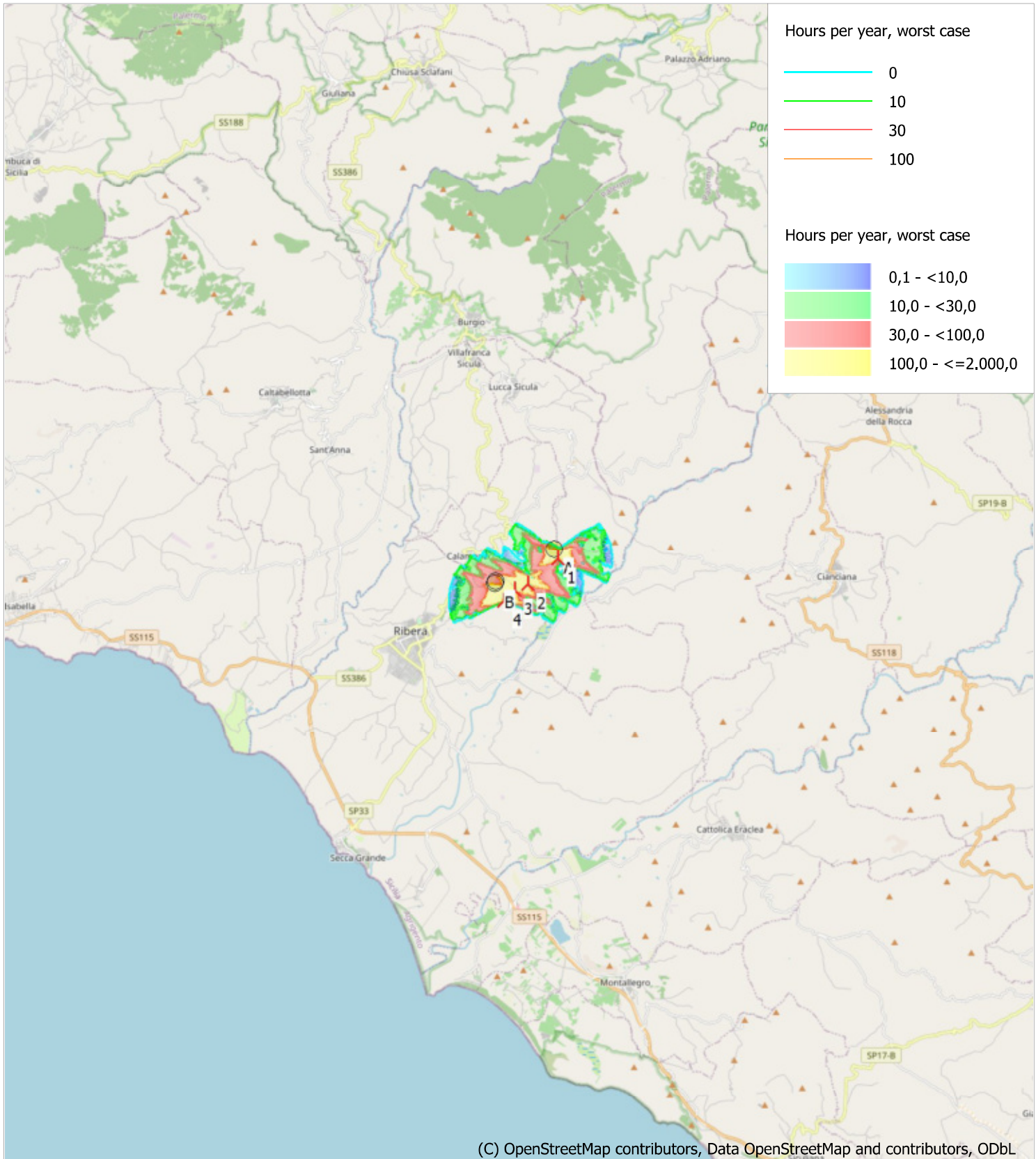
B: SR049 - A3 - Abitazioni di tipo economico - Calamonaci - Fg.17 - P.IIa590



C: SR050 - A3 - Abitazioni di tipo economico - Calamonaci - Fg.17 - P.IIa603

# SHADOW - Map

Calculation: Parco eolico Ribera/Calamonaci - Layout 4 WTG Vestas V172 7200kW 114,0m



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



Map: EMD OpenStreetMap , Print scale 1:200.000, Map center UTM (north)-WGS84 Zone: 33 East: 350.920 North: 4.153.940

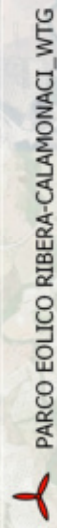
New WTG Shadow receptor

Flicker map level: Curve di livello

Time step: 3 minutes, Day step: 7 days, Map resolution: 20 m, Visibility resolution: 10 m, Eye height: 1,5 m



# ANALISI RICETTORI PARCO EOLICO RIBERA CALAMONACI \_ SHADOW FLICKERING \_ Foglio A3 - Scala 1:15.000



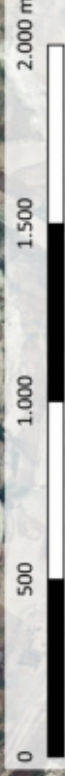
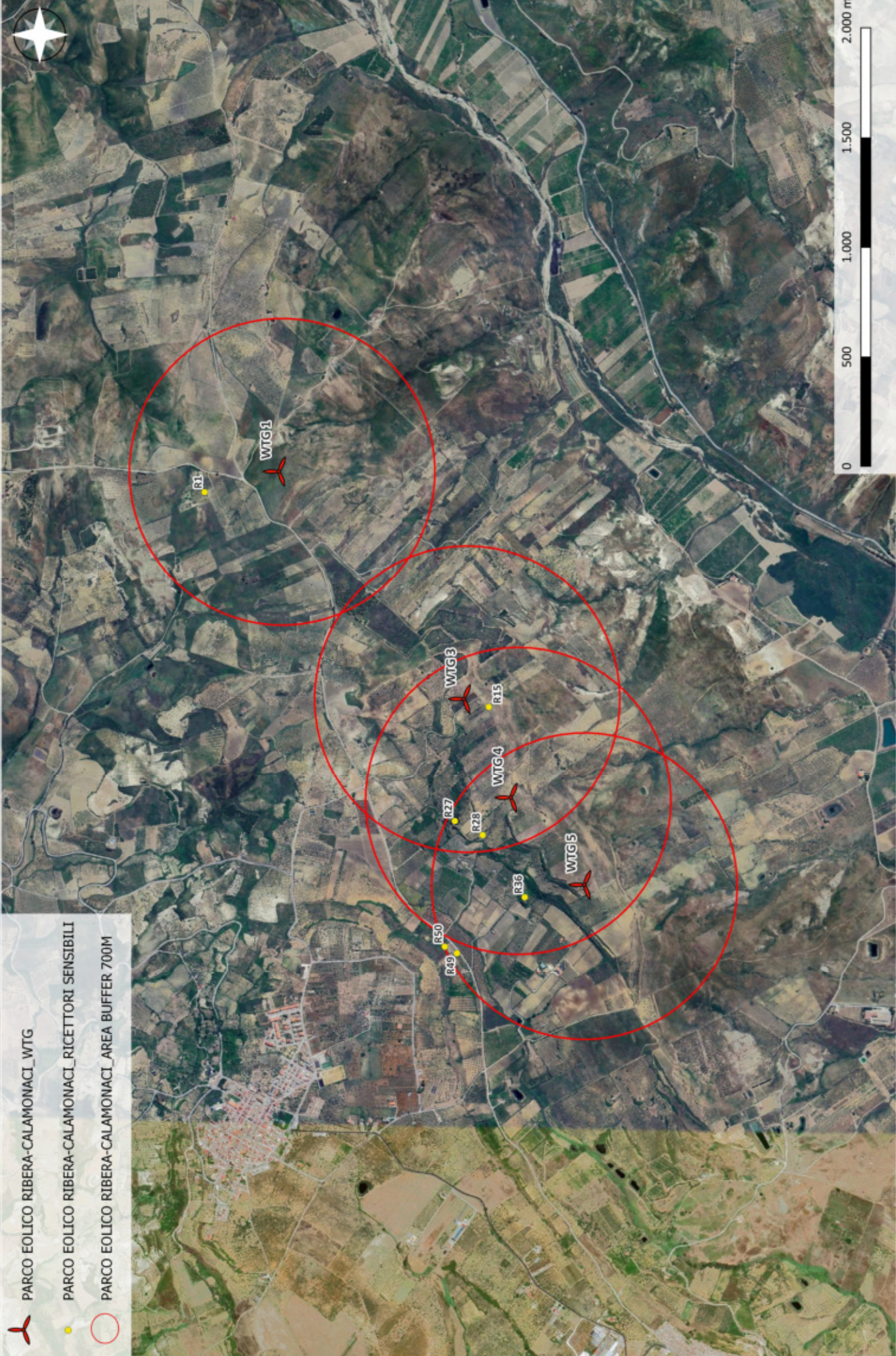
PARCO EOLICO RIBERA-CALAMONACI\_WTG



PARCO EOLICO RIBERA-CALAMONACI\_RICETTORI SENSIBILI



PARCO EOLICO RIBERA-CALAMONACI\_AREA BUFFER 700M





# SHADOW FLICKERING PARCO EOLICO RIBERA CALAMONACI - Giorni di ombreggiamento annui \_ Caso peggiore \_ Foglio A3 - Scala 1:15.000



PARCO EOLICO RIBERA-CALAMONACI\_WTG

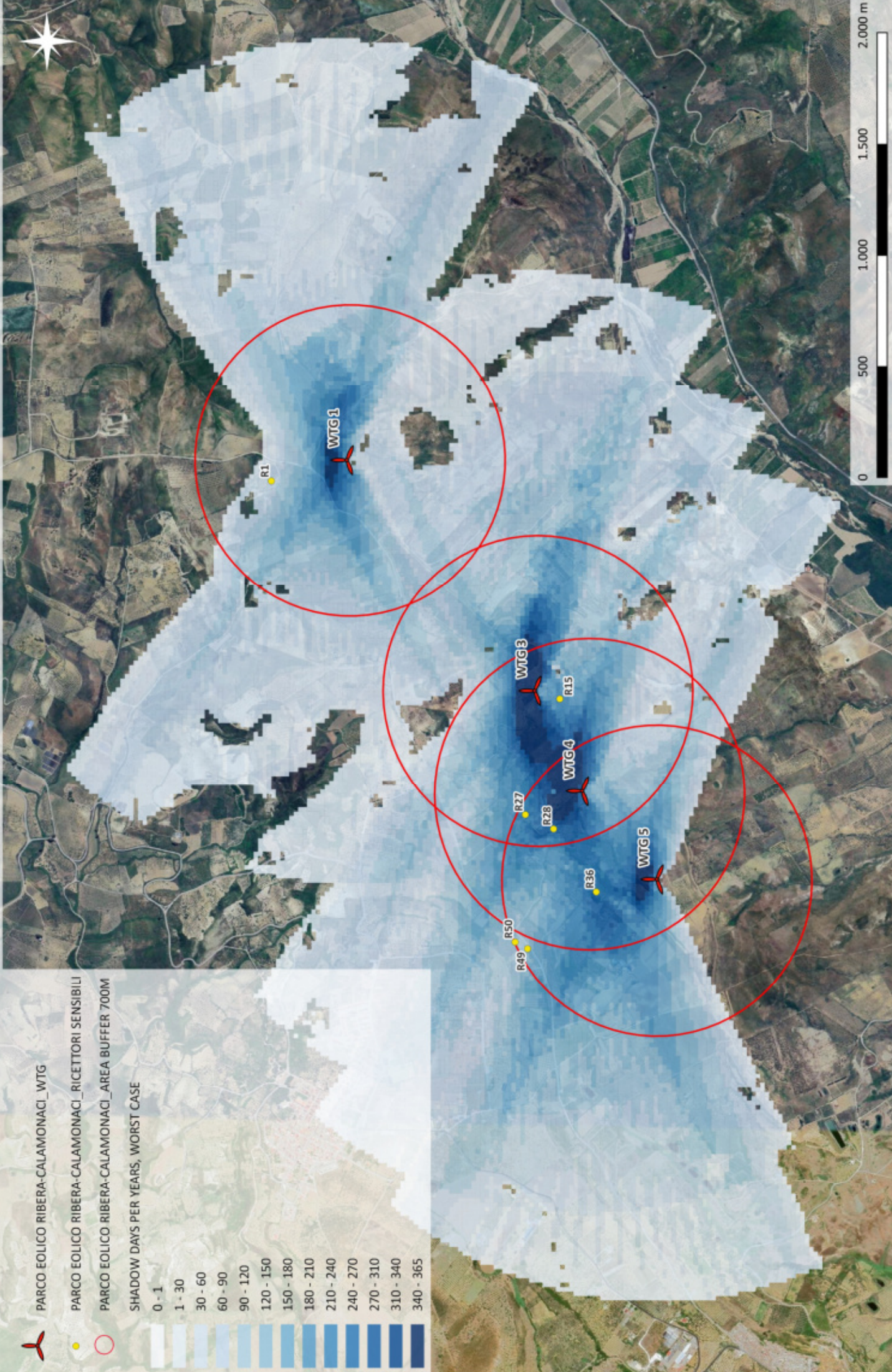
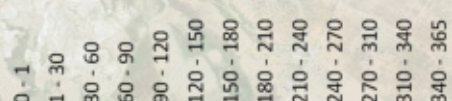


PARCO EOLICO RIBERA-CALAMONACI\_RICETTORI SENSIBILI




PARCO EOLICO RIBERA-CALAMONACI\_AREA BUFFER 700M


SHADOW DAYS PER YEARS, WORST CASE











# SHADOW FLICKERING PARCO EOLICO RIBERA CALAMONACI - Ore di ombreggiamento annue \_ Caso peggiore \_ Foglio A3 - Scala 1:15.000

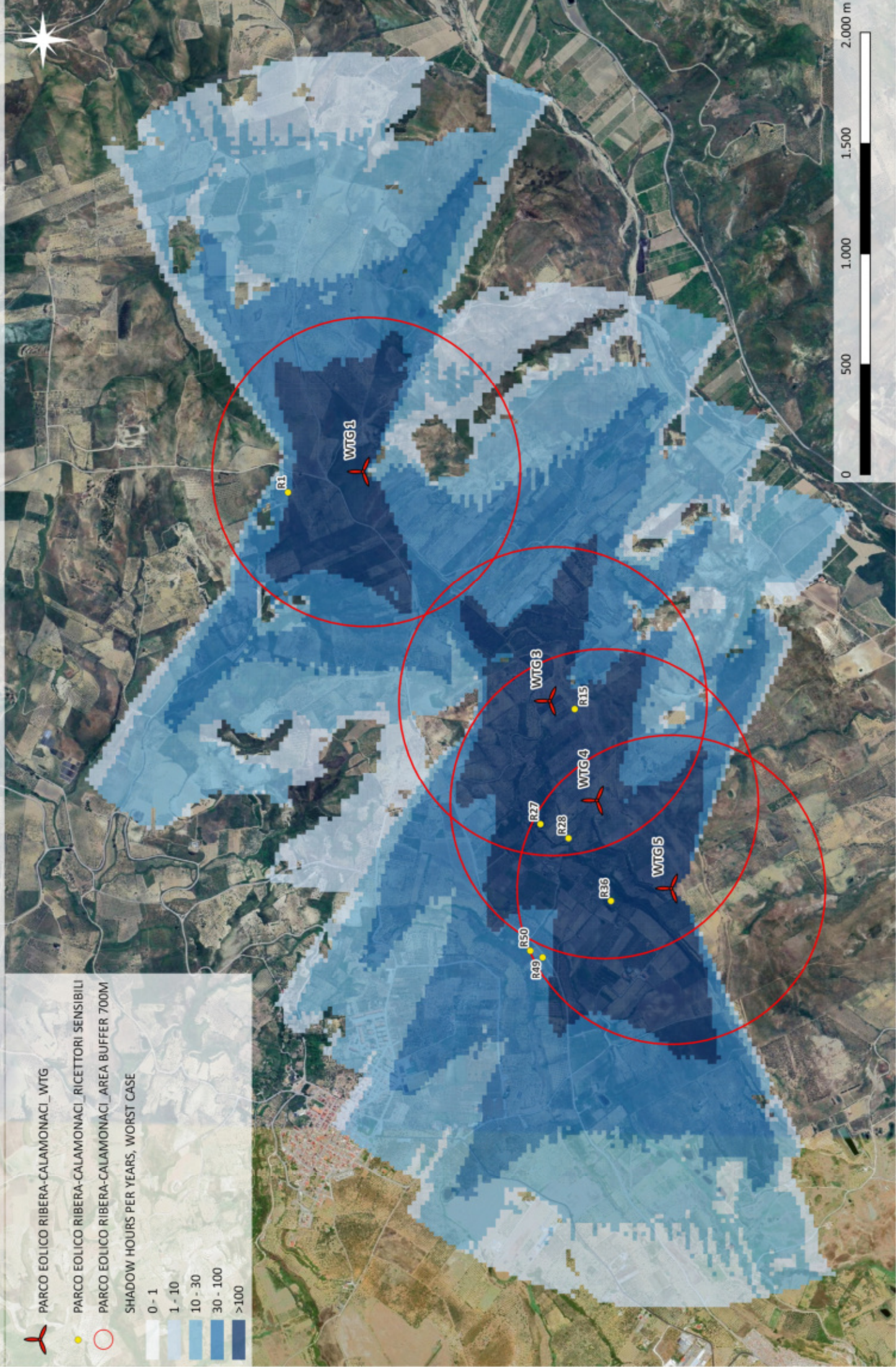
 PARCO EOLICO RIBERA-CALAMONACI\_WTG

 PARCO EOLICO RIBERA-CALAMONACI\_RICETTORI SENSIBILI

 PARCO EOLICO RIBERA-CALAMONACI AREA BUFFER 700M

SHADOW HOURS PER YEARS, WORST CASE

	0 - 1
	1 - 10
	10 - 30
	30 - 100
	>100





# SHADOW FLICKERING PARCO EOLICO RIBERA CALAMONACI - Minuti di ombreggiamento giornalieri \_ Caso peggiore \_ Foglio A3 - Scala 1:15.000



PARCO EOLICO RIBERA-CALAMONACI\_WTG

● PARCO EOLICO RIBERA-CALAMONACI\_RICETTORI\_SENSIBILI

○ PARCO EOLICO RIBERA-CALAMONACI\_AREA\_BUFFER\_700M

SHADOW MAX MINUTES PER DAYS, WORST CASE

< -1,40 Dev Std

-1,40 Dev Std - -1,20 Dev Std

-1,20 Dev Std - -1,00 Dev Std

-1,00 Dev Std - -0,80 Dev Std

-0,80 Dev Std - -0,60 Dev Std

-0,60 Dev Std - -0,40 Dev Std

-0,40 Dev Std - -0,20 Dev Std

-0,20 Dev Std - 0,00 Dev Std

0,00 Dev Std - 0,20 Dev Std

0,20 Dev Std - 0,40 Dev Std

0,40 Dev Std - 0,60 Dev Std

0,60 Dev Std - 0,80 Dev Std

0,80 Dev Std - 1,00 Dev Std

1,00 Dev Std - 1,20 Dev Std

1,20 Dev Std - 1,40 Dev Std

≥ 1,40 Dev Std

