

REGIONE
SICILIANA

COMUNE DI
SCLAFANI BAGNI

COMUNE DI
VALLELUNGA PRATAMENO

COMUNE DI
VILLALBA

COMUNE DI
CASTELLANA SICULA



Il Committente:

FLYNIS PV 35 S.r.l.

Via Cappuccio 12, 20123 Milano (MI)
Tel. +39 0118123575
C.F. e P.IVA 12446530961
flynispv35srl@legalmail.it

Il Progettista:



dott. ing. VITTORIO RANDAZZO



dott. ing. VINCENZO DI MARCO

Titolo del progetto:

PARCO EOLICO "CAPELVENERE"
POTENZA NOMINALE 39,6 MW

Documento:

PROGETTO DEFINITIVO

N° Documento:

F35_SCL_I03_REL

ID PROGETTO:

TIPOLOGIA:

FORMATO:

TITOLO:

SHADOW FLICKERING

FOGLIO:

SCALA:

NA:

Rev:	Data	Descrizione Revisione	Redatto	Controllato	Approvato
0				V.D.	V.R.

INDICE

1	PREMESSE	3
2	DEFINIZIONI.....	5
2.1	RETE ELETTRICA.....	5
2.2	IMPIANTO EOLICO	5
3	DESCRIZIONE DEL SITO DI INDAGINE.....	8
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.....	20
4.1	CENNI SUL FENOMENO DELL'EVOLUZIONE DELL'OMBRA GENERATA DAGLI AEROGENERATORI.....	20
4.2	METODOLOGIA DI ANALISI	22
4.3	DATI INPUT E PARAMETRI DEL MODELLO	24
4.4	DTM.....	25
4.5	AEROGENERATORI E RECETTORI.....	25
5	RISULTATI.....	26
5.1	GIORNI DI OMBREGGIAMENTO NEL CORSO DELL'ANNO.....	26
5.2	ORE DI OMBREGGIAMENTO NEL CORSO DELL'ANNO	27
5.3	MINUTI DI OMBREGGIAMENTO AL GIORNO	28
	ANALISI DEI RICETTORI.....	29

<p>FLYNIS PV 35 S.r.l. Via Cappuccio 12, 20123 Milano (MI) Tel. +39 0118123575 C.F. e P.IVA 12446530961 flynispv35srl@legalmail.it</p>	<p>PARCO EOLICO “CAPELVENERE”</p>	
<p>RELAZIONE DI SHADOW FLICKERING</p>		<p>16/06/2023 REV 0 Pag. 2</p>

5.4 ANALISI DEI RISULTATI..... 33

5.5 MISURE DI MITIGAZIONE..... 35

6 CONCLUSIONI E RACCOMANDAZIONI 36

<p>FLYNIS PV 35 S.r.l. Via Cappuccio 12, 20123 Milano (MI) Tel. +39 0118123575 C.F. e P.IVA 12446530961 flynispv35srl@legalmail.it</p>	<p>PARCO EOLICO "CAPELVENERE"</p>			
<p>RELAZIONE DI SHADOW FLICKERING</p>		<p>16/06/2023</p>	<p>REV 0</p>	<p>Pag. 3</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 nel Comune di Sclafani Bagni (PA).

L'opera di progetto sarà costituita da 6 nuovi aerogeneratori Modello SG Siemens Gamesa 6.6-170 – 50 Hz/60 Hz di potenza unitaria pari a 6,6 MW per una potenza di impianto pari a 39,6 MW, e avrà una producibilità netta stimata pari a 107,945 GWh/anno a cui corrispondono 2.726 ore di funzionamento annuo. Nel dettaglio il progetto prevede l'installazione di n. 6 generatore da fonti eoliche tutti ricadenti all'interno del comune di Sclafani Bagni (PA); la viabilità di esercizio, nonché il cavidotto di collegamento alla rete elettrica nazionale, interesserà il medesimo comune oltre che i comuni di Valledlunga Pratameno (CL), Villalba (CL) e Castellana Sicula (PA).

Nel territorio comunale di Villalba (CL), inoltre, sarà una nuova Stazione Utente di smistamento (SU) vicino alla quale sarà altresì realizzata una nuova stazione elettrica di trasformazione (SE) 380/150/36 kV della RTN, da inserire in entra – esce sul futuro elettrodotto RTN a 380 kV della RTN "Chiaromonte Gulfi - Ciminna", previsto nel Piano di Sviluppo Terna, cui raccordare la rete AT afferente alla SE RTN di Caltanissetta.

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>FLYNIS PV 35 S.r.l. Via Cappuccio 12, 20123 Milano (MI) Tel. +39 0118123575 C.F. e P.IVA 12446530961 flynispv35srl@legalmail.it</p>	<p>PARCO EOLICO “CAPELVENERE”</p>			
<p>RELAZIONE DI SHADOW FLICKERING</p>		<p>16/06/2023</p>	<p>REV 0</p>	<p>Pag. 4</p>

- 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>FLYNIS PV 35 S.r.l. Via Cappuccio 12, 20123 Milano (MI) Tel. +39 0118123575 C.F. e P.IVA 12446530961 flynispv35srl@legalmail.it</p>	<p>PARCO EOLICO "CAPELVENERE"</p>	
<p>RELAZIONE DI SHADOW FLICKERING</p>		<p>16/06/2023 REV 0 Pag. 5</p>

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.

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

<p>FLYNIS PV 35 S.r.l. Via Cappuccio 12, 20123 Milano (MI) Tel. +39 0118123575 C.F. e P.IVA 12446530961 flynispv35srl@legalmail.it</p>	<p style="text-align: center;">PARCO EOLICO “CAPELVENERE”</p>	
RELAZIONE DI SHADOW FLICKERING		16/06/2023 REV 0 Pag. 6

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 sincrónico, 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 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 a 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).

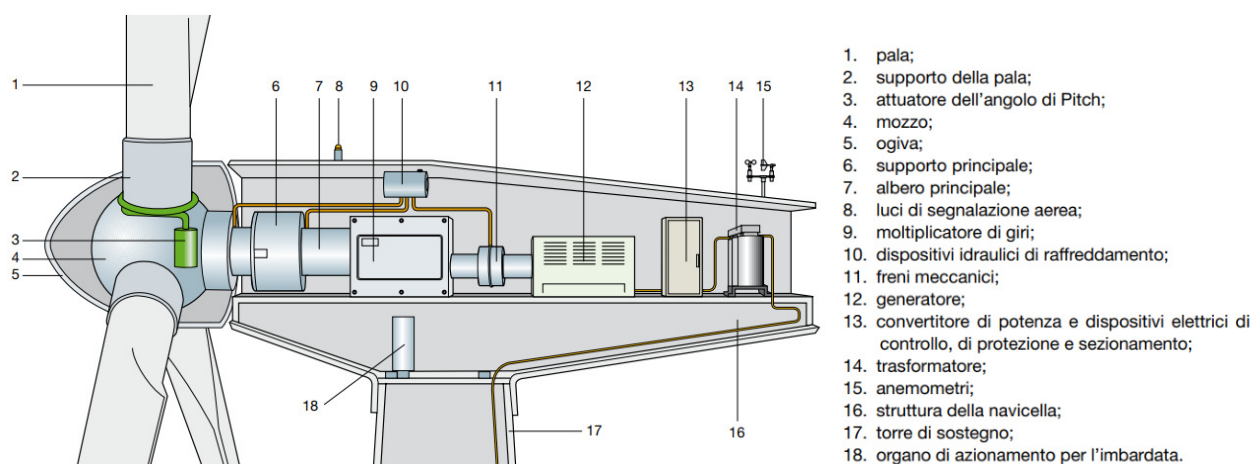


Figura 1 Principali componenti di un aerogeneratore

FLYNIS PV 35 S.r.l. Via Cappuccio 12, 20123 Milano (MI) Tel. +39 0118123575 C.F. e P.IVA 12446530961 flynispv35srl@legalmail.it	PARCO EOLICO "CAPELVENERE"			
RELAZIONE DI SHADOW FLICKERING		16/06/2023	REV 0	Pag. 8

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° 621 – "Alia";
- CTR in scala 1:10.000, di cui alle seguenti codifiche: 621060, 621070, 621110 e 621150.

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

ID WTG	Comune	Fg.	Part.
1	SCLAFANI BAGNI	26	148
2	SCLAFANI BAGNI	26	480
3	SCLAFANI BAGNI	26	203
4	SCLAFANI BAGNI	26	295
5	SCLAFANI BAGNI	27	24
6	SCLAFANI BAGNI	27	314

ID	Comune	Fg.	Part.
SU	VILLALBA	53	299
SE	VILLALBA	53	293 - 294

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

Comune	Fg.
SCLAFANI BAGNI	26-27-29-30-32-31-33
VALLELUNGA PRATAMENO	13-14-15-25-26-27-28
VILLALBA	43-48-53-
CASTELLANA SICULA	44-49

A seguire si riportano le coordinate degli aerogeneratori di progetto

ID WTG	Nord	Est	Comune
1	37° 44' 48.68"	13° 52' 24.95"	SCLAFANI BAGNI
2	37° 44' 26.05"	13° 52' 29.30"	SCLAFANI BAGNI
3	37° 44' 22.85"	13° 52' 5.63"	SCLAFANI BAGNI
4	37° 44' 20.02"	13° 51' 14.22"	SCLAFANI BAGNI
5	37° 44' 6.32"	13° 51' 24.25"	SCLAFANI BAGNI

6

37° 43' 56.15"

13° 51' 8.11"

SCLAFANI BAGNI

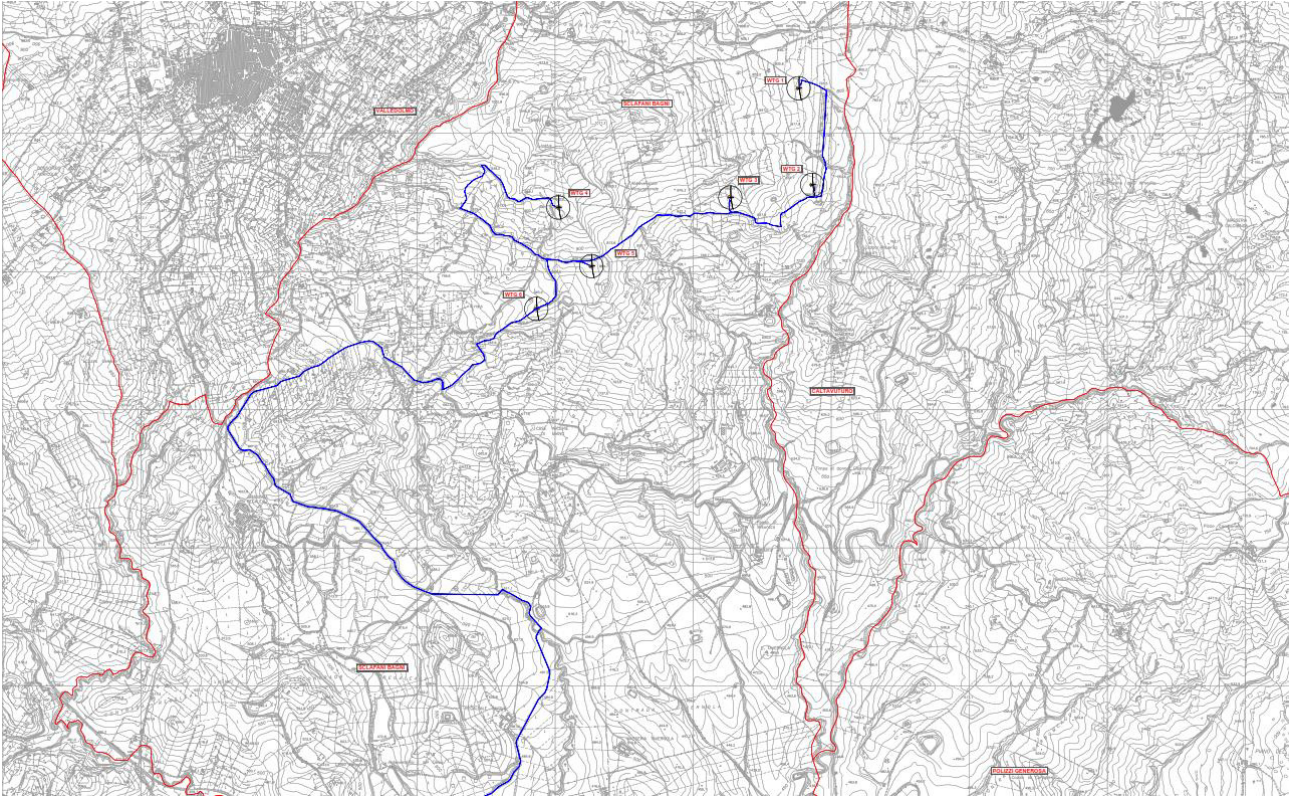


Figura 2 Inquadramento di dettaglio delle WTG su cartografia CTR

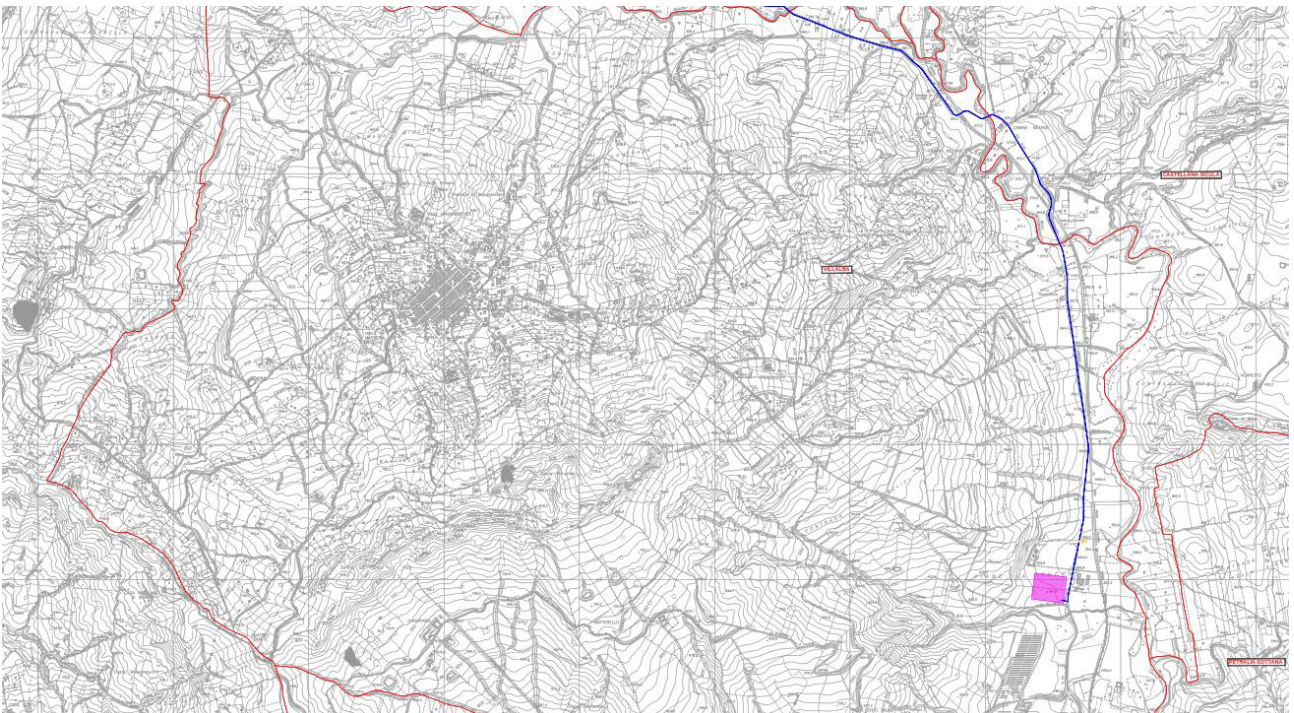


Figura 3 Inquadramento di dettaglio dello Stazione Utente (giallo) e della Stazione Terna (magenta) su

<p>FLYNIS PV 35 S.r.l. Via Cappuccio 12, 20123 Milano (MI) Tel. +39 0118123575 C.F. e P.IVA 12446530961 flynispv35srl@legalmail.it</p>	<p>PARCO EOLICO “CAPELVENERE”</p>	
<p>RELAZIONE DI SHADOW FLICKERING</p>		<p>16/06/2023 REV 0 Pag. 10</p>

cartografia CTR

Tutti gli aerogeneratori sono collocati in contrada Capelvenere.

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

- a est del comune di Valledolmo (PA) a una distanza di circa 2 km;
- a nord del comune di Vallelunga Pratameno (CL) a una distanza di circa 5 km;
- a nord del comune di Villalba (CL) a una distanza di circa 9 km;
- a nord del comune di Marianopoli (CL) a una distanza di circa 15 km.

L'area del parco eolico e il percorso del cavidotto sono interessate da diverse strade pubbliche e, in particolare, dalle seguenti vie di comunicazione principali:

- la **SP121** (strada provinciale 121, strada che attraversa il territorio comunale di Sclafani Bagni, collega Catania e Palermo);
- la **SP8** (strada provinciale 8, strada che attraversa il territorio comunale di Ribera, collega Valledolmo e Caltavuturo).

Le vie di comunicazioni sopra citate sono collegate all'area interessata dal parco eolico grazie alla presenza di una fitta rete di strade interpoderali e comunali.

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.

Le immagini che seguono raffigurano 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 WTG2



Figura 6 Area di ubicazione della WTG3



Figura 7 Area di ubicazione della WTG4



Figura 8 Area di ubicazione della WTG5



Figura 9 Area di ubicazione della WTG6

<p>FLYNIS PV 35 S.r.l. Via Cappuccio 12, 20123 Milano (MI) Tel. +39 0118123575 C.F. e P.IVA 12446530961 flynispv35srl@legalmail.it</p>	<p>PARCO EOLICO “CAPELVENERE”</p>	
<p>RELAZIONE DI SHADOW FLICKERING</p>		<p>16/06/2023 REV 0 Pag. 14</p>

Nell'area di indagine per l'analisi di Shadow Flickering sono state rilevate numerose altre turbine già installate e in funzione. Tuttavia, questi impianti non sono stati considerati nell'analisi, bensì è stato calcolato il disturbo di ombreggiamento intermittente relativo al solo esercizio dell'impianto di progetto. Qualora i risultati di calcolo dovessero far emergere delle criticità, lo studio verrà approfondito tenendo conto anche dell'ombreggiamento prodotto dalle turbine preesistenti.

3.1 DESCRIZIONE DEGLI AEROGENERATORI E UBICAZIONE

Come anticipato, l'impianto di progetto si compone di sei aerogeneratori, le cui coordinate sono riportate nella tabella seguente:

ID WTG	Long. Est	Lat. Nord	Altitudine (m)	Modello Aerogeneratore	Altezza Mozzo (m)	Potenza Nominale (kW)
WTG1	400.764	4.178.326	811	SG 6.6 - 170	115	6.600
WTG2	400.861	4.177.628	797	SG 6.6 - 170	115	6.600
WTG3	400.269	4.177.536	850	SG 6.6 - 170	115	6.600
WTG4	399.022	4.177.464	955	SG 6.6 - 170	115	6.600
WTG5	399.263	4.177.039	880	SG 6.6 - 170	115	6.600
WTG6	398.864	4.176.730	837	SG 6.6 - 170	115	6.600

Tabella 1 Coordinate, tipologia e caratteristiche degli aerogeneratori di progetto

3.1.1 SPECIFICHE TECNICHE

Di seguito sono elencate le specifiche tecniche degli aerogeneratori di modello SG 6.6 _ 170 (Siemens Gamesa), scelti per il presente progetto, ma con potenza unitaria pari a 6,6 MW.

GENERALI	
Temperatura di funzionamento a piena potenza	-30°C / +50 °C
Temperatura di declassamento da raggiungere	+50 °C
Temperatura operativa STW	-20 °C / +40 °C
Temperatura CW	Full power: -30 °C to 40 °C, survive -40 °C a 50 °C
Certificazioni	IEC 61400-1
Tipologia turbina	Rotore tripala ad asse orizzontale
Regolazione della potenza	Regolazione attiva singola pala
Potenza nominale	6600 kW
Velocità massima delle lame	1120 rpm-6p (50Hz) 1344 rpm-6p (60Hz)
Condizioni del vento secondo IEC 61400 1 (ed. 3) per il range di temperatura standard	7.5 m/s
Vita di funzionamento stimata	>20 anni
TORRE	
Tipologia	SG 6.6-170
Altezza all' Hub	115 m

FLYNIS PV 35 S.r.l. Via Cappuccio 12, 20123 Milano (MI) Tel. +39 0118123575 C.F. e P.IVA 12446530961 flynispv35srl@legalmail.it	PARCO EOLICO “CAPELVENERE”	
RELAZIONE DI SHADOW FLICKERING		16/06/2023 REV 0 Pag. 16

Classe vento	IEC IIIA-III B
Numero di lame	3
ROTORE	
Diametro rotore	170,0 m
Area spazzata	22698 m ²
Potenza su superficie nominale	220,28 W/m ²
Regolazione della potenza	Regolazione del pitch e della coppia con velocità variabile
Tilt Rotore	6°
PALE DEL ROTORE	
Materiale	G (Glassfiber) – CRP (Carbon Reinforced Plastic)
Lunghezza totale	83,5 m
IMPIANTO ELETTRICO	
Potenza nominale PnG	5000 kW
Voltaggio nominale (rotore/statore)	690/5000 V
Potenza reattiva	5000 kVA
Fattore di potenza standard	±0.90
Frequenza	50 / 60 Hz
Isolamento	Esterno
Tensione nominale OV, Ur	690 V
Tensione nominale massima OV, dipendente dalla rete a 36 kV, Ur	20 kV / 40,5 kV
Corrente nominale	630 A
Velocità nominale	1120 rpm-6p (50Hz) 1344 rpm-6p (60Hz)
Deriva Frequenza max	4 Hz/sec
Squilibrio di tensione max	<5 %

Figura 10 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 o poco più dai punti di installazione delle singole turbine eoliche.

Si considerano ricettori sensibili tutti gli edifici utilizzati e frequentati dall'uomo, in particolare quelli ad uso residenziale, ricreativo, lavorativo, ovvero quelli classificati in catasto con categoria A. Tale analisi è stata dettagliata all'interno della relazione di impatto acustico, inserita nella documentazione progettuale, ma in questa sede si riportano soltanto i ricettori selezionati ai fini dello studio, mantenendo la stessa denominazione rispetto alla relazione acustica per ovvi motivi di coerenza e semplicità.

ID Edificio	Comune	Dati Catastali				Utilizzo	Stato - condizioni
		Foglio	Particella	Sub	Categoria catastale		
R1	SCLAFANI BAGNI (PA)	26	314	-----	A/4	stagionale temporanea a supporto attività agricola	appena sufficiente all'uso
R2	SCLAFANI BAGNI (PA)	26	309	----- -	A/7	stagionale temporanea a supporto attività agricola	appena sufficiente all'uso
R3	SCLAFANI BAGNI (PA)	26	335	----- -	A/4	residenziale stagionale	normale
R4	SCLAFANI BAGNI (PA)	26	336	----- -	A/4	stagionale temporanea a supporto attività agricola	appena sufficiente all'uso
R13	SCLAFANI BAGNI (PA)	26	345	3	A/4	residenziale stagionale	appena sufficiente all'uso
R21	SCLAFANI BAGNI (PA)	26	363	1-2-3	A/4	residenziale stagionale	normale

Si precisa che il ricettore SR013 è stato escluso dell'analisi, pur ricadendo in categoria catastale A, perché a seguito dei sopralluoghi è emerso che lo stabile in oggetto risulta essere completamente disabitato e in cattivo stato d'uso.

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.

<p>FLYNIS PV 35 S.r.l. Via Cappuccio 12, 20123 Milano (MI) Tel. +39 0118123575 C.F. e P.IVA 12446530961 flynispv35srl@legalmail.it</p>	<p>PARCO EOLICO “CAPELVENERE”</p>	
<p>RELAZIONE DI SHADOW FLICKERING</p>		<p>16/06/2023 REV 0 Pag. 18</p>

È emerso che i ricettori sono costituiti per lo più da abitazioni, magazzini e locali di deposito, negozi e botteghe, fabbricati per attività industriali. Non sono stati rilevati, invece, luoghi di particolare interesse ambientale/paesaggistico, parchi o aree naturali protette, beni storico-architettonici, luoghi religiosi, ville/palazzi/giardini, bellezze panoramiche.

Occorre precisare che nell’area di ombreggiamento ricadono anche una parte delle abitazioni del comune di Calamonaci, interessate tuttavia da ombreggiamento lieve, per queste sono stati considerati soltanto un paio di ricettori sensibili, rappresentativi delle altre abitazioni ed edifici coinvolte dalla medesima condizione di ombreggiamento.

Come verrà mostrato nelle immagini che seguono, dei tanti ricettori presi in esame soltanto una piccola parte di essi ricade nella zona maggiormente interessata da ombreggiamento e, a tal proposito, si precisa che 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 blu, all’interno di aree buffer di raggio pari a 700 m, con centro posto sul punto di installazione delle singole turbine.

RICETTORI PARCO EOLICO CAPELVENERE _ SHADOW FLICKERING _ Foglio A3 - Scala 1:15.000

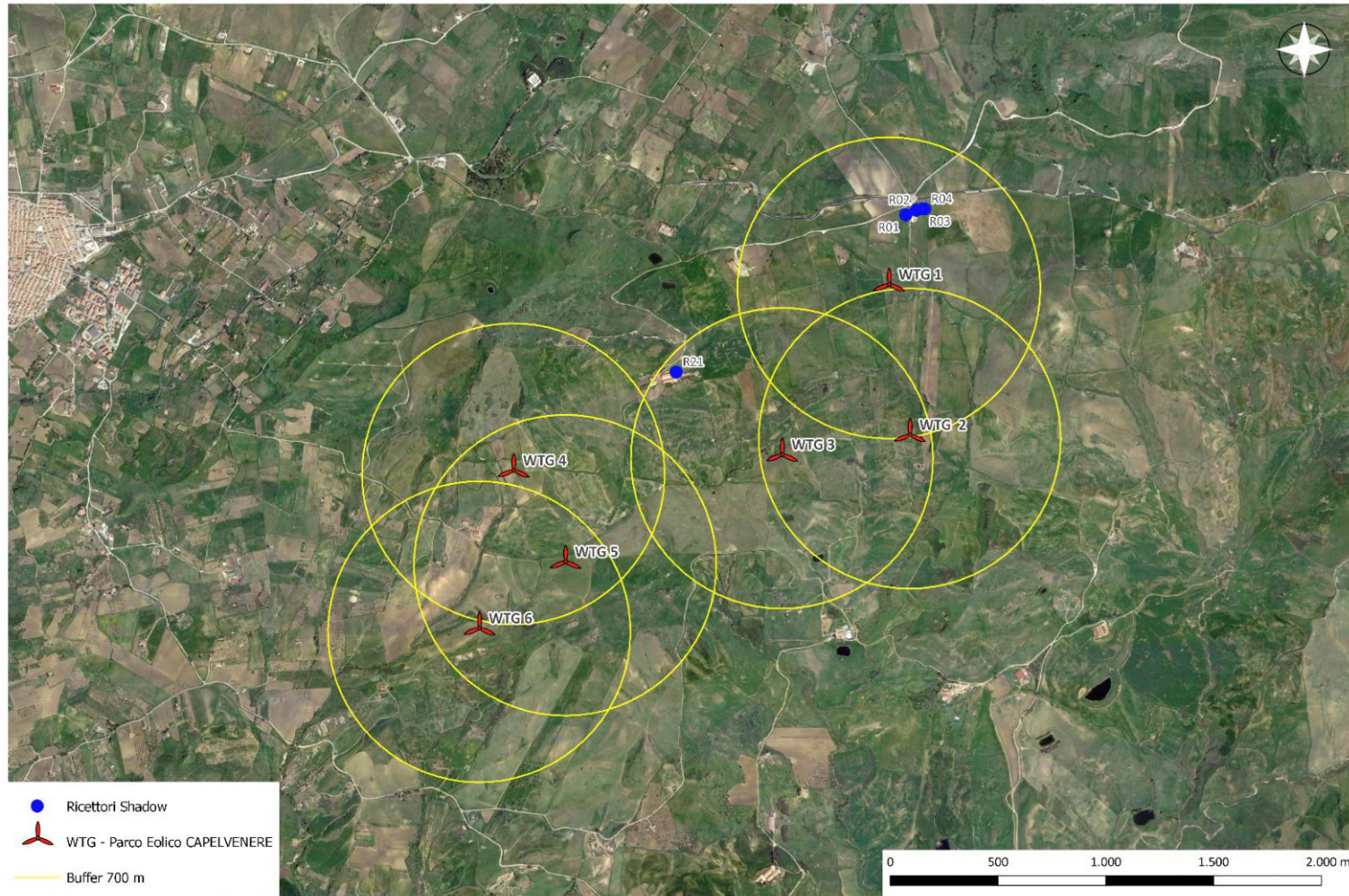


Figura 11 Ubicazione di tutti i ricettori analizzati

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.

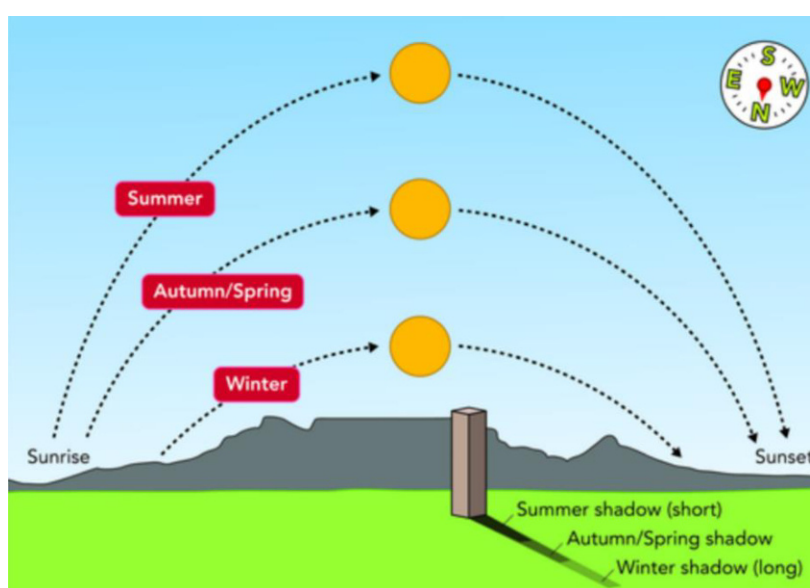


Figura 12 Rappresentazione grafica dell'impatto dell'ombra generata da una turbina eolica

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 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

FLYNIS PV 35 S.r.l. Via Cappuccio 12, 20123 Milano (MI) Tel. +39 0118123575 C.F. e P.IVA 12446530961 flynispv35srl@legalmail.it	PARCO EOLICO "CAPELVENERE"	
RELAZIONE DI SHADOW FLICKERING		16/06/2023 REV 0 Pag. 21

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.

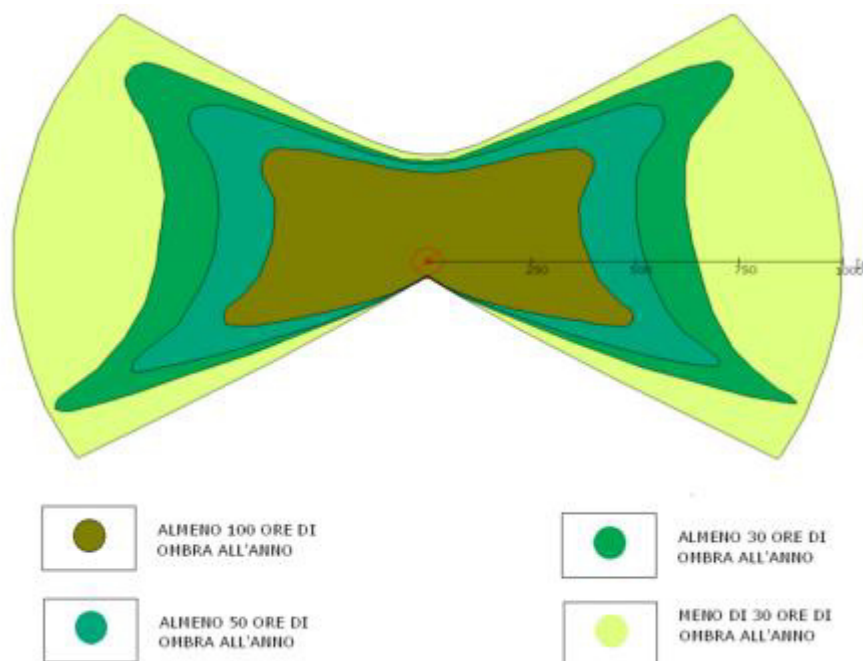


Figura 13 Evoluzione annuale tipo dell'ombra di un aerogeneratore

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”.

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.

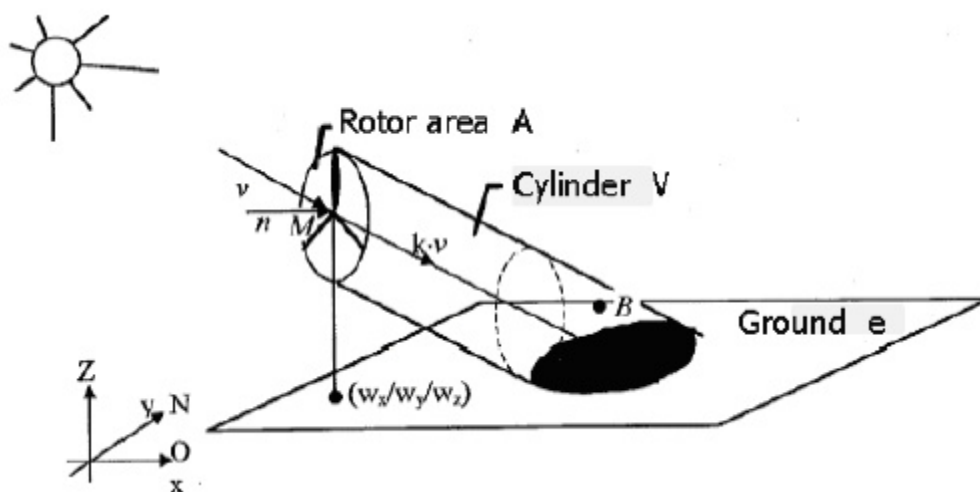


Figura 14 Schema di calcolo del modulo Shadow

<p>FLYNIS PV 35 S.r.l. Via Cappuccio 12, 20123 Milano (MI) Tel. +39 0118123575 C.F. e P.IVA 12446530961 flynispv35srl@legalmail.it</p>	<p>PARCO EOLICO “CAPELVENERE”</p>	
<p>RELAZIONE DI SHADOW FLICKERING</p>		<p>16/06/2023 REV 0 Pag. 24</p>

Per le simulazioni è stato considerato il caso peggiore, ovvero ogni singolo ricettore 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, 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.

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)				
SR001	400.843	4.178.666	1,0	1,0	1,0	"Modalità serra"
SR002	400.892	4.178.688	1,0	1,0	1,0	"Modalità serra"
SR003	400.929	4.178.703	1,0	1,0	1,0	"Modalità serra"
SR004	400.938	4.178.705	1,0	1,0	1,0	"Modalità serra"
SR021	399.763	4.177.912	1,0	1,0	1,0	"Modalità serra"

I ricettori sensibili individuati solo soltanto edifici di categoria catastale A, ovvero abitazioni (di tipo popolare, economico, civile, rurale...), pertanto magazzini, 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, locali di deposito e quanto altro 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

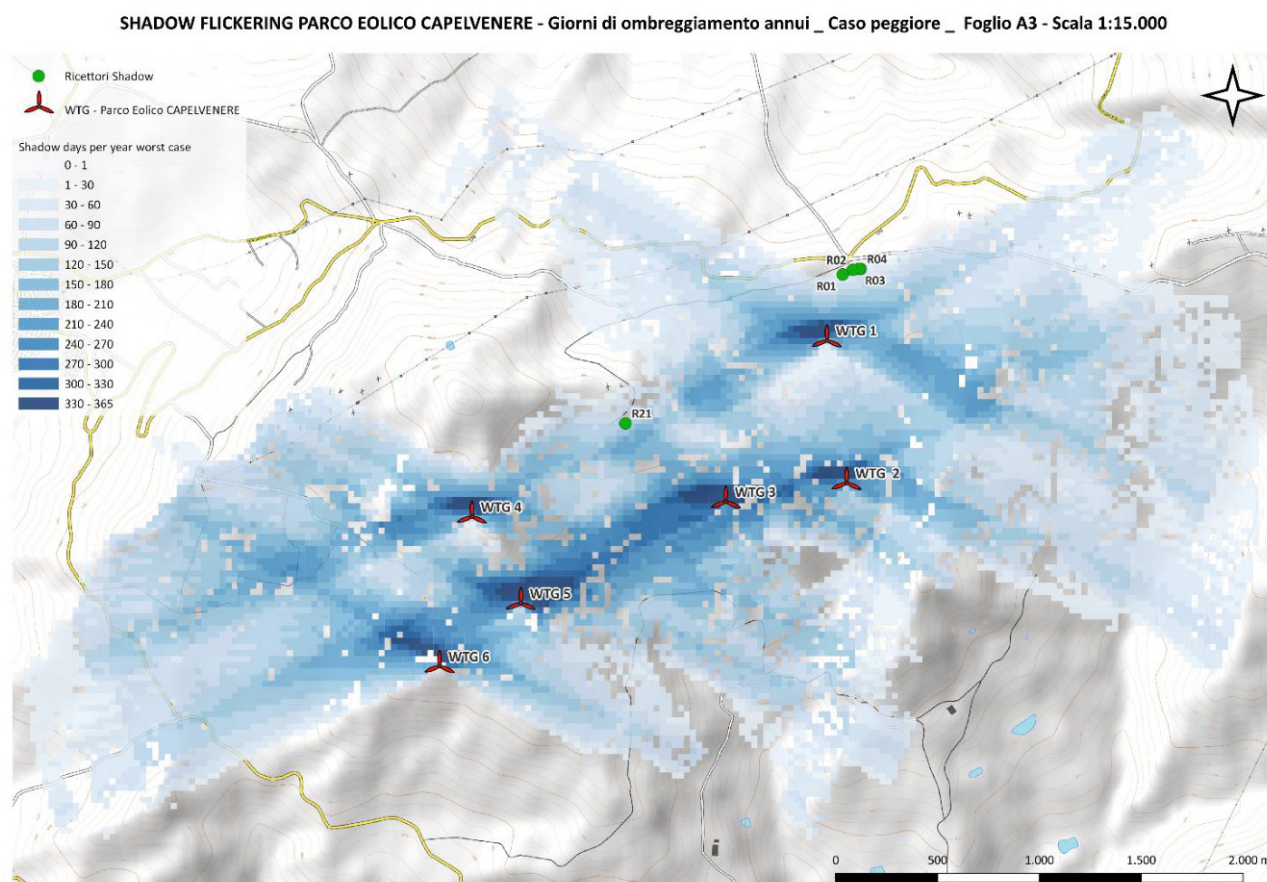


Figura 15 Mappa dello Shadow Flickering – Giorni annui _ Fonte: modello QGIS

<p>FLYNIS PV 35 S.r.l. Via Cappuccio 12, 20123 Milano (MI) Tel. +39 0118123575 C.F. e P.IVA 12446530961 flynispv35srl@legalmail.it</p>	<p>PARCO EOLICO “CAPELVENERE”</p>	
<p>RELAZIONE DI SHADOW FLICKERING</p>		<p>16/06/2023 REV 0 Pag. 27</p>

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.

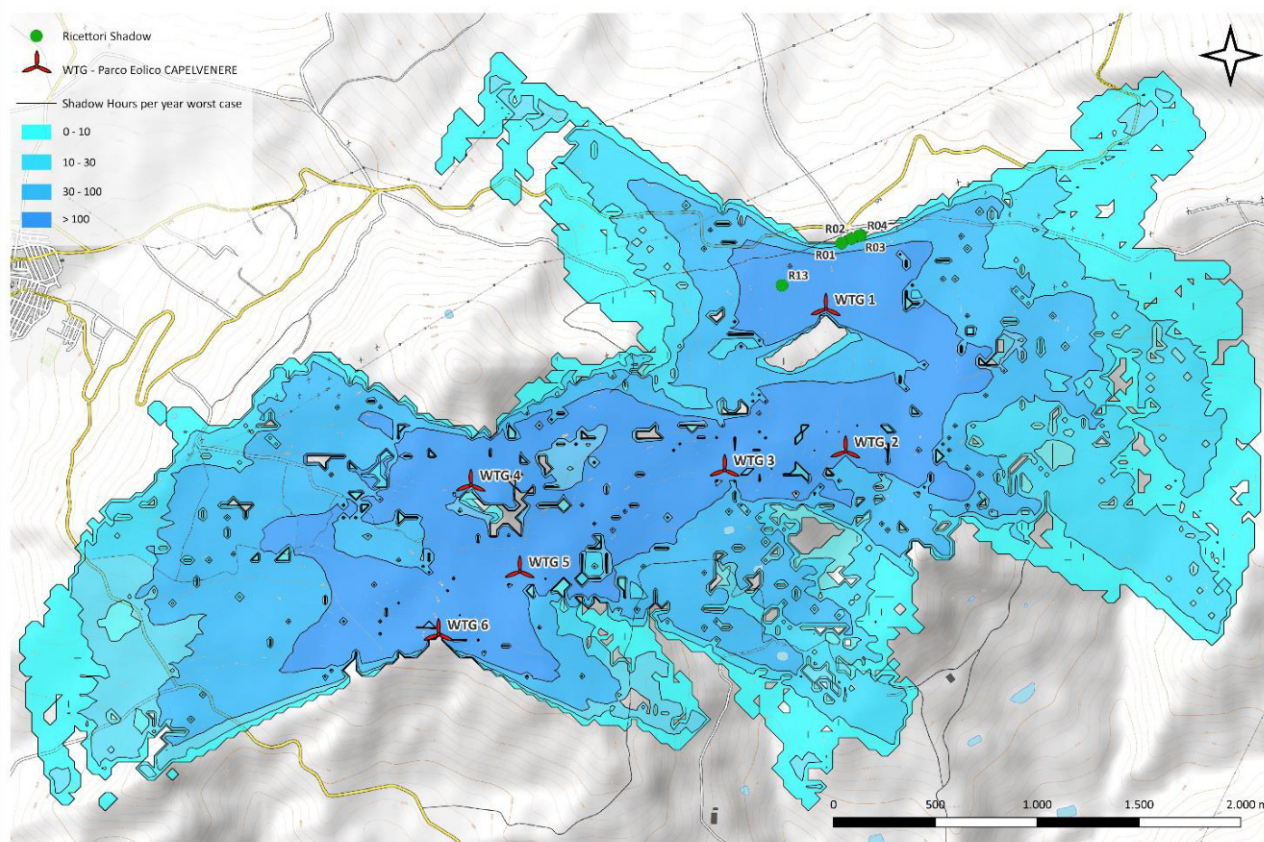
In prima istanza si potrebbero considerare maggiormente colpiti i ricettori interessati da ombreggiamento per più di cinque mesi annui; tuttavia, questo dato da solo risulta poco significativo; infatti, su tali ricettori potrebbe esserci ombreggiamento ogni giorno ma per pochi minuti. Quindi, per poter 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 100 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 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 10 e 0.

SHADOW FLICKERING PARCO EOLICO CAPELVENERE - Ore di ombreggiamento annue _ Caso peggiore _ Foglio A3 - Scala 1:15.000*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 nella fascia colorata con tonalità di blu scuro.

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.

SHADOW FLICKERING PARCO EOLICO CAPELVENERE - Minuti di ombreggiamento giornalieri _ Caso peggiore _ Foglio A3 - Scala 1:15.000

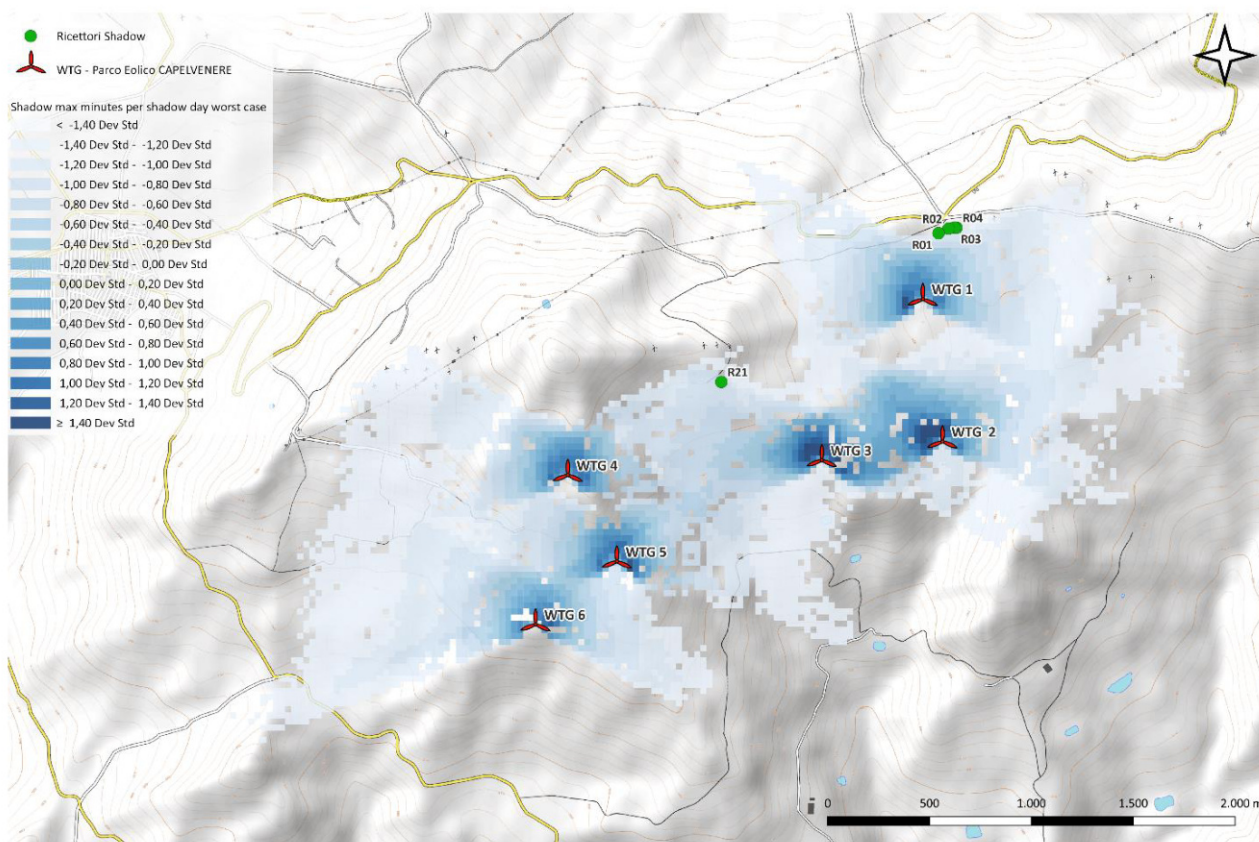


Figura 17 Mappa dello Shadow Flickering – Minuti giornalieri _ Fonte: modello QGIS

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.

ANALISI DEI RICETTORI

L'analisi si concentra sui ricettori sensibili (solo abitazioni) interessati da ombreggiamento per un numero di ore annue superiori alle 100, ovvero quelli che ricadono all'interno della fascia più stretta attorno alle turbine eoliche.

RISULTATI DI CALCOLO

Shadow Receptor				Shadow worst case		
Nome	Categoria	Comune	Dati catastali	h/year	days/year	h/day

FLYNIS PV 35 S.r.l. Via Cappuccio 12, 20123 Milano (MI) Tel. +39 0118123575 C.F. e P.IVA 12446530961 flynispv35srl@legalmail.it	PARCO EOLICO "CAPELVENERE"			
RELAZIONE DI SHADOW FLICKERING		16/06/2023	REV 0	Pag. 30

SR001	A/4 - Abitazione di tipo popolare	Sclafani Bagni	Fg.26 - P.IIa 314	7:03	18	0:30
SR002	A/7 - Abitazione in villini	Sclafani Bagni	Fg.26 - P.IIa 309	0:00	0	0:00
SR003	A/4 - Abitazione di tipo popolare	Sclafani Bagni	Fg.26 - P.IIa 335	0:00	0	0:00
SR004	A/4 - Abitazione di tipo popolare	Sclafani Bagni	Fg.26 - P.IIa 336	0:00	0	0:00
SR021	A/4 - Abitazione di tipo popolare	Sclafani Bagni	Fg.26 - P.IIa 363	116:49	133	1:30

Tabella 2 Risultati di calcolo dei recettori interessati da Shadow Flickering

L'analisi condotta ha mostrato che dei 5 ricettori considerati inizialmente ben tre di essi non saranno affatto interessati da ombreggiamento (SR002, SR003, SR004), uno riceverà ombreggiamento per sole 7 ore nel corso dell'anno (SR001), ed un altro potrebbe aver disturbo dall'installazione dell'impianto per poco più di 100 ore annue (SR021).

Occorre ricordare anche che in quest'analisi è stato considerato il 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.

Nella tabella che segue sono riassunti i valori di tipologia, ubicazione e immagine satellitare dei ricettori maggiormente interessati dal fenomeno di sfarfallio e i dati del report dello shadow.

SR021 – Abitazione di tipo popolare

	Shadow Receptor	
	Nome	SR021
	Categoria	A/4 Abitazione di tipo popolare
	Comune	Scalfani Bagni
	Dati catastali	Fg.26 P.Ila 363
Shadow Flickering		
h/year	116:49	
Days/year	133	
h/day	1:30	
		

Figura 18 Scheda ricettore SR021

Si tratta di un fabbricato composto da vari sub, di cui alcuni risultano essere di categoria A4, abitazioni di tipo popolare, altri D10, fabbricati per funzioni produttive connesse alle attività agricole, in ogni caso l'immobile ha utilizzo stagionale. Il calcolo effettuato dal software rivela che tale recettore riceverebbe ombreggiamento dall'impianto nel periodo compreso tra novembre e febbraio, nelle ore del mattino (tra le 7.00 e le 9.00) e nel pomeriggio (tra le 16.00 e le 17.00). Dati il risultato di calcolo, la forma del recettore e la stagionalità del suo impiego, si ritiene che l'impatto di shadow flickering

<p>FLYNIS PV 35 S.r.l. Via Cappuccio 12, 20123 Milano (MI) Tel. +39 0118123575 C.F. e P.IVA 12446530961 flynispv35srl@legalmail.it</p>	<p>PARCO EOLICO “CAPELVENERE”</p>	
<p>RELAZIONE DI SHADOW FLICKERING</p>		<p>16/06/2023 REV 0 Pag. 32</p>

sul ricettore SR021 sia accettabile.

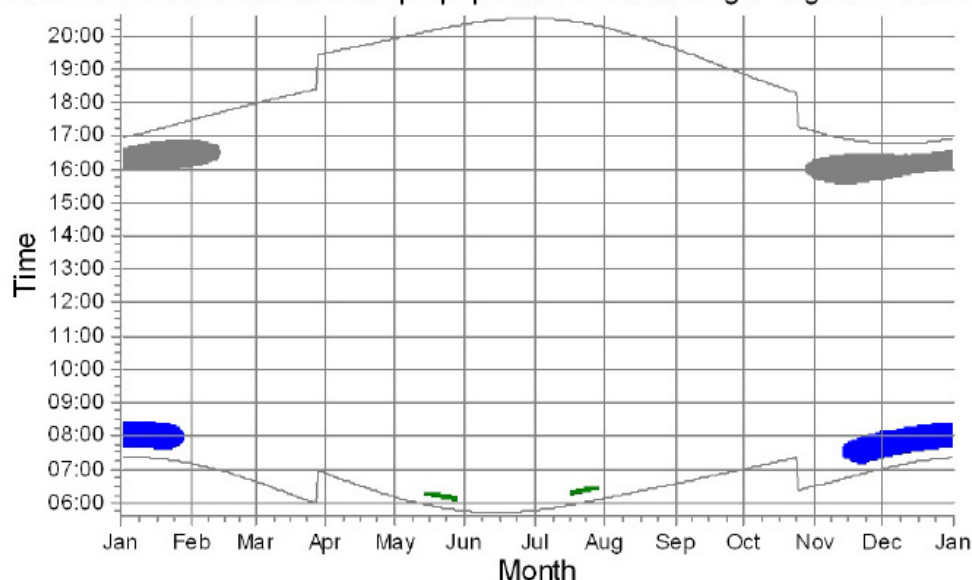
5.4 ANALISI DEI RISULTATI

Dalle simulazioni effettuate si evince che gli aerogeneratori di progetto generano effetti più intensi del fenomeno di Shadow Flickering su un solo ricettore sensibile dei cinque individuati nell'area buffer di 700 m intorno alle turbine di impianto.

I cinque ricettori valutati sono tutti abitazioni di tipo popolare ed un villino, abitazioni con un utilizzo limitato principalmente al periodo primaverile/estivo, in concomitanza con le attività agricole. **Per l'unico ricettore effettivamente interessato da ombreggiamento intermittente**, dovuto al movimento delle pale delle turbine, si è dimostrato che la tipologia di edificio, composto da più subalterni tra cui alcuni di categoria A/4, l'uso temporaneo stagionale del medesimo e la tipologia delle ombre, che interesserebbero il ricettore tra novembre e febbraio, nelle prime ore del mattino e nel pomeriggio, fanno sì che **il disturbo derivante dall'ombreggiamento possa essere considerato trascurabile, in quanto nei mesi soggetti a Shadow Flickering l'edificio sarebbe disabitato.**

Nella figura che segue è riportato a titolo di esempio il grafico "calendar" relativo al ricettore SR021: le aree colorate rappresentano i periodi dell'anno in cui il ricettore è interessato da ombreggiamento, il colore indica l'aerogeneratore che causa disturbo.

G: SR021 - A/4 - Abitazioni di tipo popolare - Sclafani Bagni - Fg.26 - P.lla363



WTGs

- 1: Parco eolico Sclafani Bagni - WTG01 Siemens-Gamesa SG170 6600kW 115,0m
- 3: Parco eolico Sclafani Bagni - WTG03 Siemens-Gamesa SG170 6600kW 115,0m
- 4: Parco eolico Sclafani Bagni - WTG04 Siemens-Gamesa SG170 6600kW 115,0m

Figura 19 Grafico Calendar per ricettore SR021

<p>FLYNIS PV 35 S.r.l. Via Cappuccio 12, 20123 Milano (MI) Tel. +39 0118123575 C.F. e P.IVA 12446530961 flynispv35srl@legalmail.it</p>	<p>PARCO EOLICO “CAPELVENERE”</p>	
<p>RELAZIONE DI SHADOW FLICKERING</p>		<p>16/06/2023 REV 0 Pag. 34</p>

L’area indagata è utilizzata prevalentemente per fini agricoli, infatti i terreni sui quali verranno collocati gli aerogeneratori sono destinati alla coltivazione di olivi, **la viabilità a ridosso delle turbine di progetto spesso si articola su fondo naturale, sterrato, ed è utilizzata per servire i fondi agricoli e fabbricati annessi, i magazzini, i locali di deposito e i pochi edifici residenziali presenti.** La strada principale che garantisce la mobilità nei pressi dell’area di impianto è la SP8, che sarà interessata da ombreggiamento per effetto della WTG1 di tipo molto alto per un breve tratto, poi alto, medio e lieve.

Oltre alle considerazioni appena riportate si ricorda che le simulazioni sono state effettuate assumendo le “condizioni peggiori”, sovrastimando pertanto l’effetto di flickering, intendendo per condizioni peggiori:

- 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.

A valle dell’analisi condotta e delle osservazioni presentate, si può ritenere che il disturbo legato all’ombreggiamento intermittente delle turbine di progetto sui ricettori analizzati sia molto contenuto ed ammissibile e che, in ogni caso, possa essere ridotto attraverso l’applicazione di adeguate misure di schermatura.

<p>FLYNIS PV 35 S.r.l. Via Cappuccio 12, 20123 Milano (MI) Tel. +39 0118123575 C.F. e P.IVA 12446530961 flynispv35srl@legalmail.it</p>	<p>PARCO EOLICO “CAPELVENERE”</p>	
<p>RELAZIONE DI SHADOW FLICKERING</p>		<p>16/06/2023 REV 0 Pag. 35</p>

5.5 MISURE DI MITIGAZIONE

Lo studio eseguito ha evidenziato che il fenomeno di shadow flickering interessa solo due ricettori dei cinque individuati, uno con sole sette ore di ombreggiamento annue (SR001) l'altro con circa 116 ore (SR021).

Il dato emerso 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 recettori 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 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.

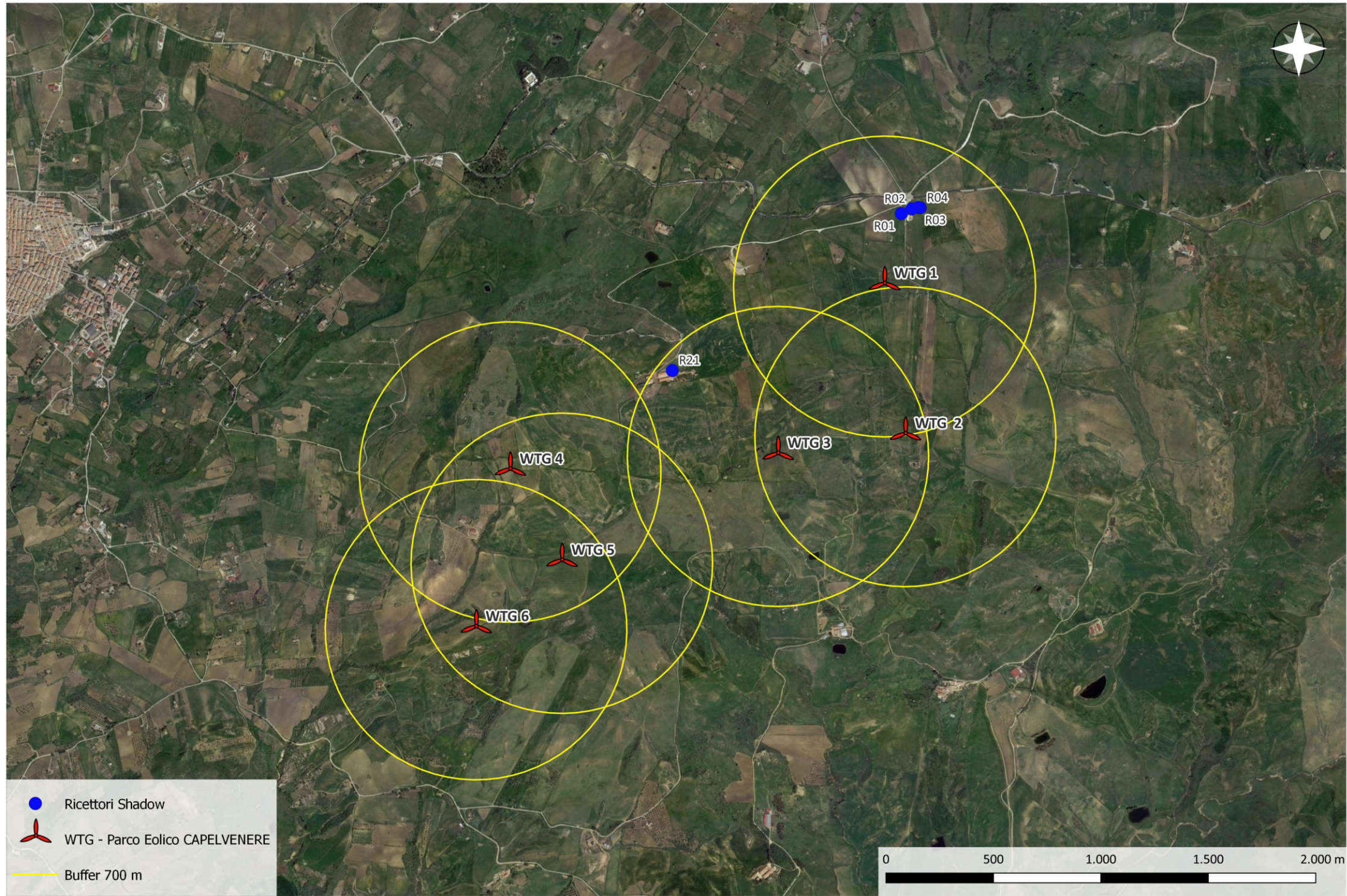
<p>FLYNIS PV 35 S.r.l. Via Cappuccio 12, 20123 Milano (MI) Tel. +39 0118123575 C.F. e P.IVA 12446530961 flynispv35srl@legalmail.it</p>	<p>PARCO EOLICO “CAPELVENERE”</p>	
<p>RELAZIONE DI SHADOW FLICKERING</p>		<p>16/06/2023 REV 0 Pag. 36</p>



6 CONCLUSIONI E RACCOMANDAZIONI

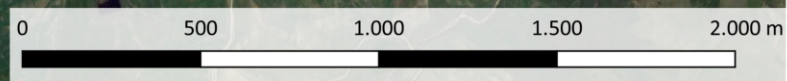
In conclusione, si può affermare che i risultati ottenuti delle elaborazioni evidenziano, pur considerando le condizioni più sfavorevoli, che le turbine di progetto analizzate in tale studio generano effetti di shadow flickering i cui impatti risultano tollerabili per i recettori interessati.

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.

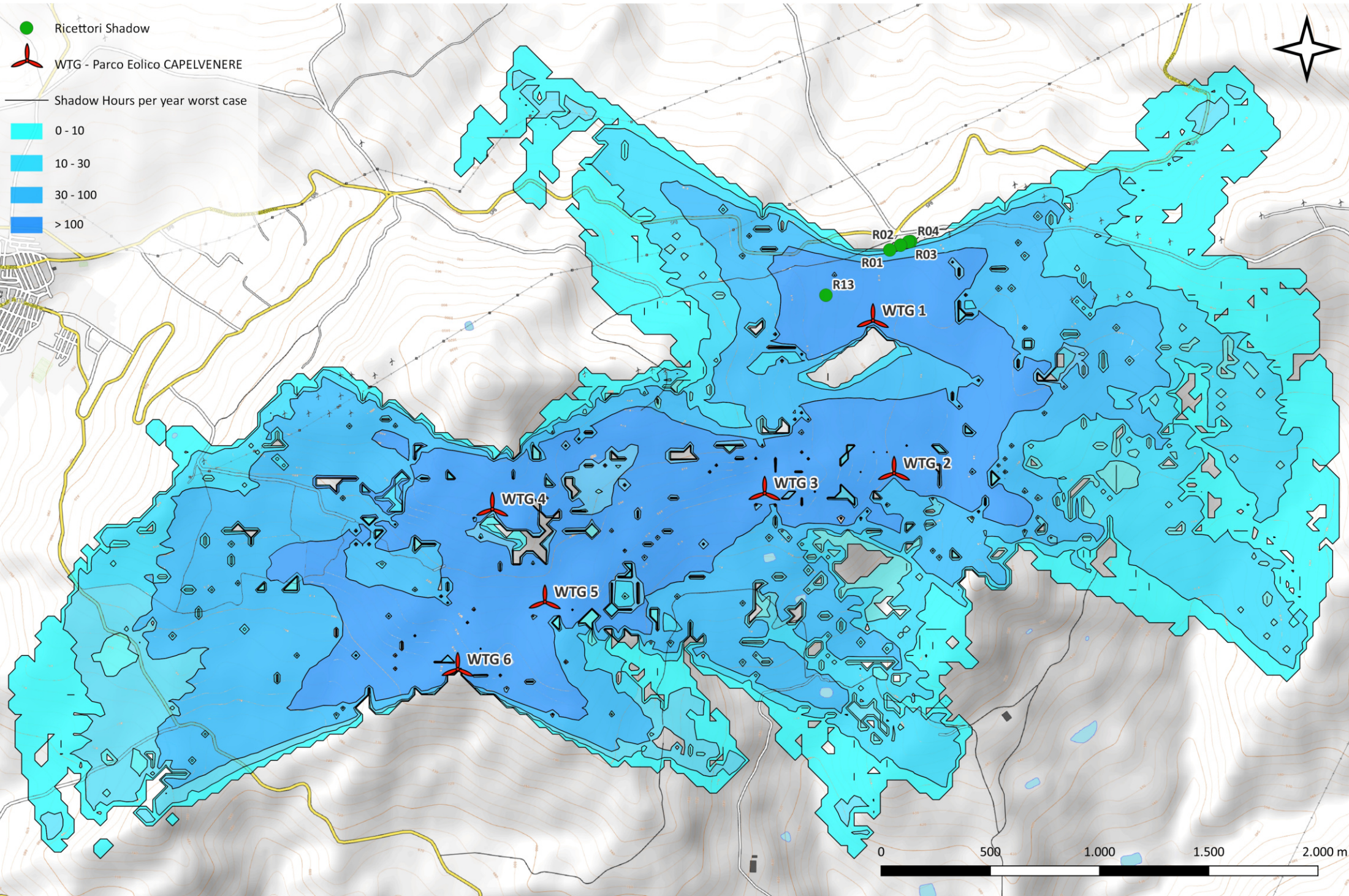
RICETTORI PARCO EOLICO CAPELVENERE _ SHADOW FLICKERING _ Foglio A3 - Scala 1:15.000



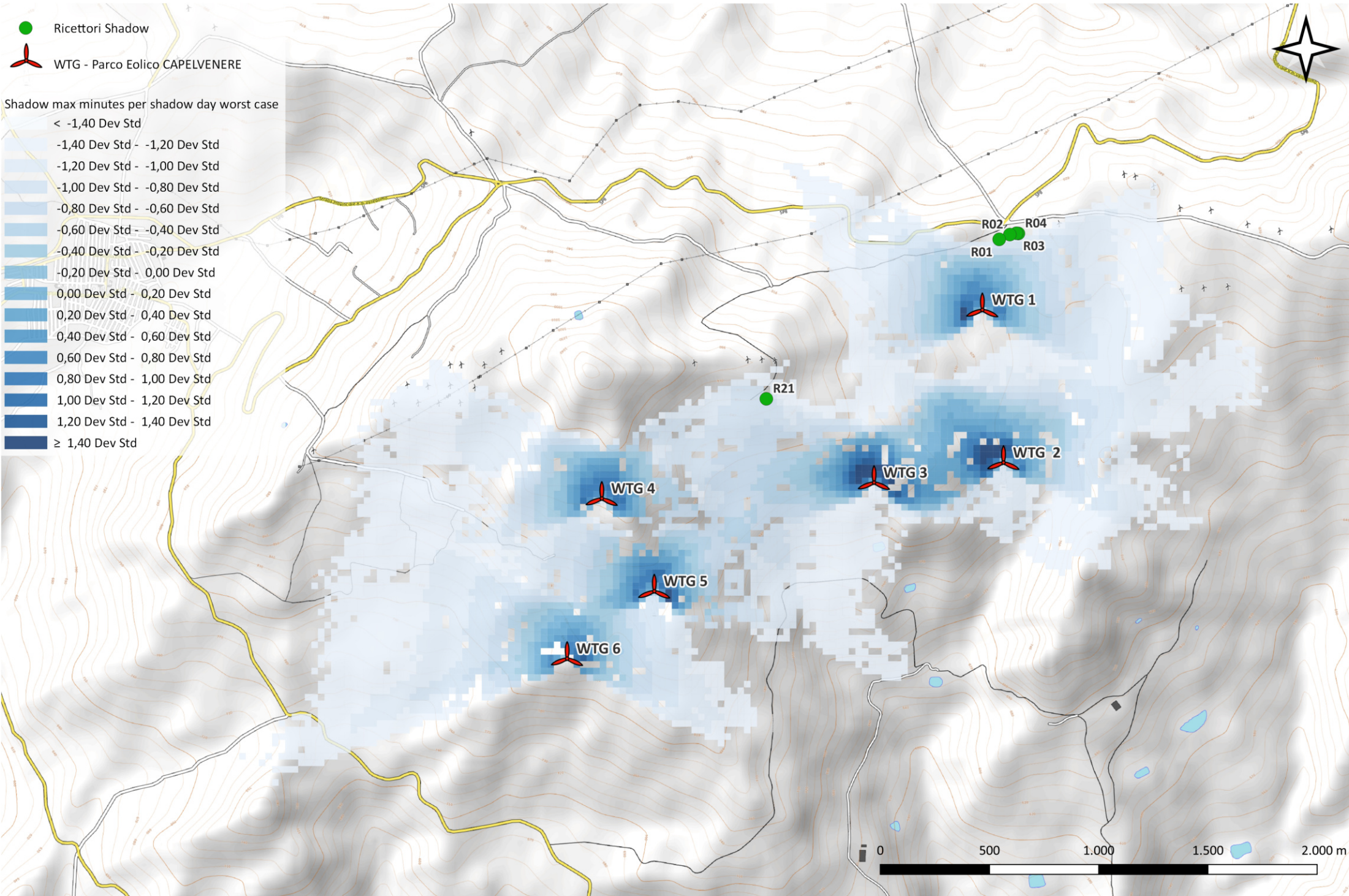
-  Ricettori Shadow
-  WTG - Parco Eolico CAPELVENERE
-  Buffer 700 m



SHADOW FLICKERING PARCO EOLICO CAPELVENERE - Ore di ombreggiamento annue _ Caso peggiore _ Foglio A3 - Scala 1:15.000



SHADOW FLICKERING PARCO EOLICO CAPELVENERE - Minuti di ombreggiamento giornalieri _ Caso peggiore _ Foglio A3 - Scala 1:15.000



SHADOW FLICKERING PARCO EOLICO CAPELVENERE - Giorni di ombreggiamento annui _ Caso peggiore _ Foglio A3 - Scala 1:15.000

