

Regione MOLISE  
Città di CAMPOBASSO  
**COMUNE di GUGLIONESI**



PROGETTO DEFINITIVO PER LA COSTRUZIONE E L'ESERCIZIO  
DI UN IMPIANTO EOLICO DI POTENZA 31.5 MW NEL COMUNE  
DI GUGLIONESI E RELATIVE OPERE DI CONNESSIONE  
(art. 23, d.lgs. 3 aprile 2006, n. 152)

Formato:

A4

Sezione:

**SEZIONE SF - ANALISI DEL FENOMENO DI  
SHADOW-FLICKERING**

Scala:

-

Elaborato:

**RELAZIONE DI SHADOW-FLICKERING**

Revisione:

00

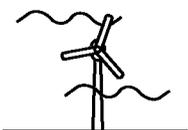
Codice elaborato:

LWG02\_SF01

Il proponente:

**LE.RO.DA. WIND S.r.l.**

Piazza Alberico Gentili, 6 – 90143 PALERMO (PA)  
07121980820  
le.ro.da.windsrl@legalmail.it



LE.RO.DA. WIND

**LE. RO. DA. WIND SRL**  
Piazza Alberico Gentili, 6 - 90143 Palermo  
PA - 438351  
07121980820

Il progettista:

**dott. ing. ALESSIO ZAMBRANO**

Via Bellini, 77 – 84081 BARONISSI (SA)  
alessio.zambrano@ordingsa.it



	<b>RELAZIONE DI SHADOW- FLICKERING</b>	<b>CODICE</b>	<b>LWG02_SF01</b>
		<b>REVISIONE</b>	<b>00</b>
		<b>PAGINA</b>	<b>1 di 28</b>

## INDICE

PREMESSA .....	4
1 DESCRIZIONE ED UBICAZIONE DELL'IMPIANTO .....	5
1.1 Caratteristiche tecniche e soluzione di connessione alla RTN .....	6
1.2 Layout d'impianto .....	6
1.2.1 Aerogeneratori.....	7
1.3 fenomeno dello shadow-flickering.....	7
2 VALUTAZIONE DEGLI EFFETTI DELLO SHADOW-FLICKERING.....	11
2.1 Scelta dei ricettori.....	11
2.2 Metodologia di calcolo.....	12
2.3 Calibrazione del modello numerico.....	16
2.3.1 Modello digitale di terreno .....	16
2.3.2 Modello di rugosità superficiale .....	17
2.3.3 Modello di campo e flusso ventoso .....	18
2.3.4 Shadow-receptor .....	19
2.3.5 Scenario di simulazione .....	20
2.4 Risultati di calcolo.....	21
3 CONCLUSIONI .....	23
4 ALLEGATI .....	24

 LE.RO.DA. WIND	<b>RELAZIONE DI SHADOW- FLICKERING</b>	<b>CODICE</b>	<b>LWG02_SF01</b>
		<b>REVISIONE</b>	<b>00</b>
		<b>PAGINA</b>	<b>2 di 28</b>

## INDICE DELLE FIGURE

<i>Figura 1 – Inquadramento generale degli aerogeneratori di progetto e cavidotto su IGM 1:25.000.....</i>	<i>5</i>
<i>Figura 2 – Esempio grafico del potenziale effetto di ombreggiamento di un aerogeneratore nei confronti di un edificio.....</i>	<i>8</i>
<i>Figura 3 – Evoluzione annuale tipo dell'ombra di un aerogeneratore.....</i>	<i>10</i>
<i>Figura 4 – Schema di proiezione dell'ombra a valle del diametro di rotore.....</i>	<i>14</i>
<i>Figura 5 – Rappresentazione modello di terreno digitale.....</i>	<i>16</i>
<i>Figura 6 – Rappresentazione modello di rugosità superficiale.....</i>	<i>17</i>
<i>Figura 7 – Individuazione della stazione anemometrica di misura.....</i>	<i>18</i>
<i>Figura 8 – Scenario di simulazione.....</i>	<i>20</i>
<i>Figura 9 – Main result parte 1.....</i>	<i>24</i>
<i>Figura 10 – Main result parte 2.....</i>	<i>25</i>
<i>Figura 11 – Calendar per WTG, graphical parte 1.....</i>	<i>26</i>
<i>Figura 12 – Calendar per WTG, graphical parte 2.....</i>	<i>27</i>
<i>Figura 13 – Map.....</i>	<i>28</i>

 LE.RO.DA. WIND	<b>RELAZIONE DI SHADOW- FLICKERING</b>	<b>CODICE</b>	<b>LWG02_SF01</b>
		<b>REVISIONE</b>	<b>00</b>
		<b>PAGINA</b>	<b>3 di 28</b>

## INDICE DELLE TABELLE

---

<i>Tabella 1 – Coordinate aerogeneratori di progetto. ....</i>	<i>6</i>
<i>Tabella 2 – Riferimenti catastali aerogeneratori di progetto.....</i>	<i>6</i>
<i>Tabella 3 – Identificazione catastale ricettori parte 1. ....</i>	<i>12</i>
<i>Tabella 4 – Matrice delle interdistanze. ....</i>	<i>19</i>
<i>Tabella 5 – Risultati di calcolo. ....</i>	<i>21</i>

	<b>RELAZIONE DI SHADOW- FLICKERING</b>	<b>CODICE</b>	<b>LWG02_SF01</b>
		<b>REVISIONE</b>	<b>00</b>
		<b>PAGINA</b>	<b>4 di 28</b>

## PREMESSA

Il presente elaborato è riferito al progetto per la costruzione e l'esercizio di un impianto di produzione di energia elettrica da fonte eolica, ed opere di connessione annesse, nel Comune di Guglionesi in località Colle Suzzi.

Il progetto si riferisce ad un impianto eolico di potenza totale di 31.5 MW, e si costituisce di:

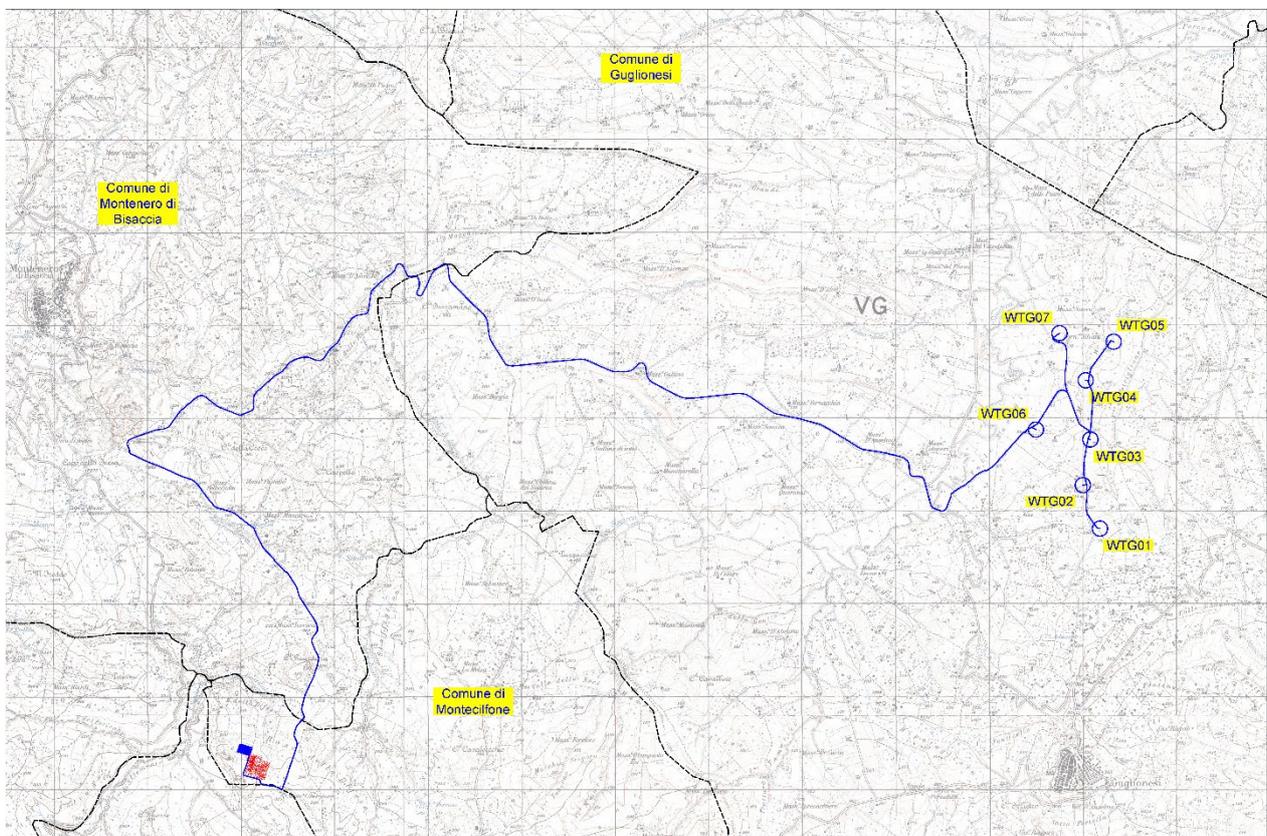
- n. 7 aerogeneratori di potenza nominale 4.5 MW, di diametro di rotore 163 m e di altezza al mozzo 113 m, assimilabili al tipo Vestas V163;
- n. 1 cabina di raccolta a misura in media tensione a 30 kV;
- linee elettriche in media tensione a 30 kV in cavo interrato necessarie per l'interconnessione degli aerogeneratori alla cabina di raccolta e misura;
- una stazione elettrica di trasformazione 150/30 kV utente;
- linee elettriche in media tensione a 30 kV in cavo interrato necessarie per l'interconnessione della cabina di raccolta e misura e la stazione elettrica di utente;
- una sezione di impianto elettrico comune con altri impianti produttori, necessaria per la condivisione dello stallo in alta tensione a 150 kV, assegnato dal gestore della rete di trasmissione nazionale (RTN) all'interno della futura stazione elettrica della RTN denominata "MONTECILFONE 380/150/36 kV";
- tutte le apparecchiature elettromeccaniche in alta tensione di competenza utente da installare all'interno della futura stazione elettrica della RTN "MONTECILFONE 380/150/36 kV", in corrispondenza dello stallo assegnato;
- una linea elettrica in alta tensione a 150 kV in cavo interrato per l'interconnessione della sezione di impianto comune e la futura stazione elettrica della RTN "MONTECILFONE 380/150/36 kV".

Titolare dell'iniziativa proposta è la società LE.RO.DA WIND S.r.l., avente sede legale in Piazza Alberico Gentili 6, 90143 Palermo, P.IVA 07121980820.

 LE.RO.DA. WIND	<b>RELAZIONE DI SHADOW- FLICKERING</b>	<b>CODICE</b>	<b>LWG02_SF01</b>
		<b>REVISIONE</b>	<b>00</b>
		<b>PAGINA</b>	<b>5 di 28</b>

# 1 DESCRIZIONE ED UBICAZIONE DELL'IMPIANTO

L'impianto eolico di progetto è situato tra i Comuni di Guglionesi (CB), Montenero di Bisaccia (CB), Termoli (CB) e Montecilfone (CB), e si costituisce di n. 7 aerogeneratori, denominati rispettivamente con il prefisso "WTG". Gli aerogeneratori di progetto hanno potenza nominale pari a 4.5 MW per una potenza complessiva di 31.5 MW, con altezza al mozzo 113 m e diametro di rotore di 163 m.



*Figura 1 – Inquadramento generale degli aerogeneratori di progetto e cavidotto su IGM 1:25.000.*

	<b>RELAZIONE DI SHADOW-FLICKERING</b>	<b>CODICE</b>	<b>LWG02_SF01</b>
		<b>REVISIONE</b>	<b>00</b>
		<b>PAGINA</b>	<b>6 di 28</b>

Si riportano di seguito Tabella 1 le coordinate degli aerogeneratori:

*Tabella 1 –Coordinate aerogeneratori di progetto.*

<b>ID WTG</b>	<b>UTM WGS-84 E</b>	<b>UTM WGS-84 N</b>	<b>LONGITUDINE</b>	<b>LATITUDINE</b>
WTG01	493117	4642625	14.916976°	41.935561°
WTG02	492934	4643092	14.914766°	41.939768°
WTG03	493015	4643583	14.915726°	41.944191°
WTG04	492964	4644220	14.915108°	41.949922°
WTG05	493264	4644637	14.918720°	41.953682°
WTG06	492432	4643690	14.908691°	41.945151°
WTG07	492685	4644728	14.911740°	41.954502°

e in Tabella 2 i riferimenti catastali:

*Tabella 2 – Riferimenti catastali aerogeneratori di progetto.*

<b>ID WTG</b>	<b>IDENTIFICAZIONE CATASTALE</b>
WTG01	GUGLIONESI (CB) Foglio: 44 Particella: 42
WTG02	GUGLIONESI (CB) Foglio: 43 Particella: 92
WTG03	GUGLIONESI (CB) Foglio: 30 Particella: 20
WTG04	GUGLIONESI (CB) Foglio: 30 Particella: 1
WTG05	GUGLIONESI (CB) Foglio: 21 Particella: 36
WTG06	GUGLIONESI (CB) Foglio: 29 Particella: 75
WTG07	GUGLIONESI (CB) Foglio: 20 Particella: 39

## 1.1 Caratteristiche tecniche e soluzione di connessione alla RTN

Lo schema di allacciamento alla RTN prevede che l'impianto venga collegato in antenna a 150 kV con una stazione di trasformazione 380/150 kV da inserire in entra-esce sulla linea a 380 kV "Larino-Gissi" denominata "Montecilfone".

## 1.2 Layout d'impianto

L'impianto eolico di progetto prevede la realizzazione di:

- n. 7 aerogeneratori;
- n. 7 cabine all'interno della torre di ogni aerogeneratore;
- n. 7 opere di fondazione su plinto per gli aerogeneratori;
- n. 7 piazzole di montaggio, con adiacenti piazzole temporanee di stoccaggio;
- opere temporanee per il montaggio del braccio gru;
- viabilità di progetto interna all'impianto e che conduce agli aerogeneratori;
- un cavidotto interrato interno, in media tensione, per il collegamento tra gli aerogeneratori;

	<b>RELAZIONE DI SHADOW- FLICKERING</b>	<b>CODICE</b>	<b>LWG02_SF01</b>
		<b>REVISIONE</b>	<b>00</b>
		<b>PAGINA</b>	<b>7 di 28</b>

- un cavidotto interrato esterno, in media tensione, per il collegamento del campo eolico alla futura stazione elettrica RTN.

### 1.2.1 Aerogeneratori

Per gli aerogeneratori di progetto si considera diametro di rotore 163 m e altezza al mozzo 113 m, assimilabili al modello Vestas V163, senza escludere la possibilità, nelle fasi successive della progettazione, la possibilità di variare la tipologia di aerogeneratore, ferme restando le caratteristiche dimensionali indicate nel presente elaborato. Gli aerogeneratori sono connessi tra loro per mezzo del cavidotto interno in media tensione e le cabine interne alle torri.

## 1.3 fenomeno dello shadow-flickering

Lo "shadow", ossia il fenomeno di ombreggiamento (dalla letterale traduzione inglese) ed il "flickering", ossia l'effetto di lampeggiamento risultante dal movimento rotatorio delle pale in determinate condizioni meteorologiche, sono fenomeni che si possono verificare singolarmente o simultaneamente quando i raggi solari, con la loro incidenza ed inclinazione, attraversano il rotore degli aerogeneratori.

Mentre lo "shadow" (fenomeno generato da qualsiasi elemento che si erge in altezza come ad es. tralicci elettrici, edifici ecc.) può presentarsi con una più elevata frequenza dettata ad es. dal particolare periodo dell'anno, il flickering si verifica solo in particolari condizioni di incidenza solare, contestualmente alla presenza di vento, ecc., coinvolgendo aree territoriali ristrette e poco estese nell'intorno di un singolo aerogeneratore o di un'intera wind farm. Tale fenomeno, tuttavia, potrebbe generare un effetto disturbante nei confronti delle strutture, dei loro residenti o degli ambienti esterni. Per tale motivo, sebbene ad oggi non esista una specifica normativa che individui dei riferimenti precisi o fissi dei limiti univoci per il disturbo generato da tali fenomeni, alcuni paesi della comunità europea ed extraeuropea individuano in circa 30 ore/anno di effettiva e reale incidenza nei confronti dei ricettori sollecitati, un valore soglia di riferimento nell'ottica di attribuire un grado di rilevanza al fenomeno. Non essendo previste classificazioni di tipo numerico, alcuni paesi valutano le incidenze più elevate con una particolare terminologia quale ad es. "*significant*" o "*unreasonable*". Ad ogni modo, si precisa che tale dato resta di fatto indicativo e non rappresenta una soglia limite di valutazione oggettiva del possibile disturbo. Vanno di fatto sempre valutate le specifiche condizioni di sito e le singole peculiarità dei ricettori al fine di determinare la rilevanza o

	<b>RELAZIONE DI SHADOW- FLICKERING</b>	<b>CODICE</b>	<b>LWG02_SF01</b>
		<b>REVISIONE</b>	<b>00</b>
		<b>PAGINA</b>	<b>8 di 28</b>

meno del fenomeno di ombreggiamento. Figura 2 è un'esemplificazione dell'ombreggiamento potenziale indotto da un aerogeneratore nei confronti di una struttura ricettiva.



*Figura 2 – Esempio grafico del potenziale effetto di ombreggiamento di un aerogeneratore nei confronti di un edificio*

Mentre il fenomeno dell'ombreggiamento può verificarsi con maggiore semplicità, perché il flickering si manifesti e produca effetti realmente percepibili, è necessario che sussistano simultaneamente alcune condizioni. In particolare, deve esserci un'intensità di vento sufficientemente sostenuta da generare il movimento rotatorio delle pale che sia classificabile come "non lento", deve esservi la condizione di "fondo chiaro" del cielo, l'asse del rotore della turbina deve essere posizionato lungo la linea di taglio rispetto al punto di vista dell'osservatore e deve verificarsi l'assenza di ostacoli tra il sole ed il punto di osservazione. Si precisa, la variazione dell'intensità luminosa prodotta dalla rotazione delle pale rispetto all'ombra in movimento deve essere superiore al livello di percezione dell'occhio umano affinché si verifichi che l'effetto prodotto possa essere davvero considerato come "effettivamente disturbante" (al di là della soggettiva valutazione). L'intensità del lampeggiamento/sfarfallio legato alla rotazione delle pale diminuisce con l'aumentare della distanza dalla sorgente (aerogeneratore) poiché con l'allontanarsi dalla turbina diminuisce la variabilità dell'intensità luminosa fin quando l'occhio umano non è più in grado di distinguerla, e quindi il fenomeno risulta pertanto non più percepibile. Come l'intensità delle ombre in prossimità di un qualsiasi ostacolo in altezza (turbina o altro) risulta più elevata e tende a dissiparsi e sfocarsi all'aumentare della distanza, allo stesso modo il flickering appare più intenso in prossimità della turbina poiché risulta più marcato ed evidente il movimento rotatorio ed il passaggio delle pale rispetto alla superficie del disco radiante del sole.

In linea generale, l'intensità dello "sfarfallio" delle ombre generate dalla rotazione delle pale si smorza notevolmente diventando poco percepibile all'occhio umano ad una distanza di circa 10

	<b>RELAZIONE DI SHADOW- FLICKERING</b>	<b>CODICE</b>	<b>LWG02_SF01</b>
		<b>REVISIONE</b>	<b>00</b>
		<b>PAGINA</b>	<b>9 di 28</b>

volte il diametro del rotore della turbina, anche in considerazione del fatto che porzioni sempre minori del disco radiante del sole risultano interessate dal passaggio delle pale.

L'ambiente nel quale è collocato l'osservatore gioca inoltre un ruolo determinante nella percezione del fenomeno poiché, laddove vi sono maggiori condizioni di luminosità (es. in ambiente esterno o vani abitativi ben esposti ed illuminati), l'occhio tende a percepire in modo meno marcato la differenza di intensità del flickering rispetto a quanto non faccia se inserito in un vano poco luminoso e rivolto in direzione della sorgente. Naturalmente l'intensità e la percezione del fenomeno è correlata anche alla velocità di rotazione delle pale e quindi al numero di giri/min del rotore, e di conseguenza, alla velocità del vento.

Un valore di rotazione indicativo che alcuni paesi esteri identificano come valore soglia, risulta essere 3 passaggi al secondo (limite per il flicker), corrispondenti ad una velocità del rotore pari a circa 60 rpm (rotazioni per minuto).

Per turbine di grande taglia (che sostanzialmente presentano altezze del mozzo più rilevanti e influenti per il fenomeno in oggetto) tali velocità sono difficilmente raggiungibili, attestandosi su valori che non superano i 20 rpm (gli attuali e più moderni modelli in commercio si attestano infatti su velocità comprese tra 12 e 16 rpm), mentre valori simili sono più probabili da ottenere per impianti di mini e micro eolico che però generalmente non presentano altezze del mozzo superiori i 37- 40 m s.l.t.

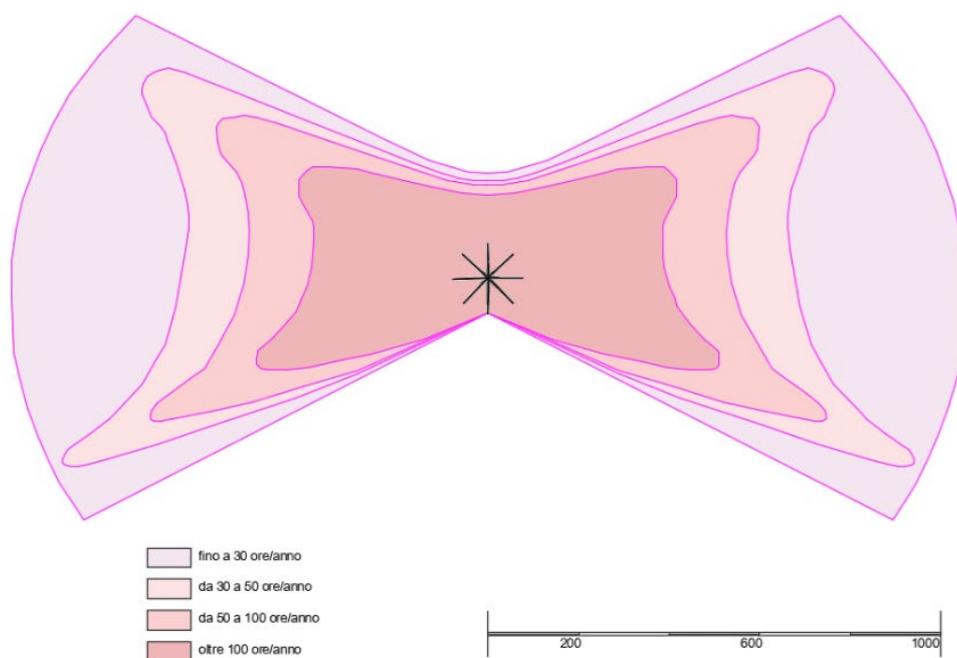
Nel corso degli anni diversi studi sono stati condotti al fine di verificare la potenziale correlazione tra il fenomeno di epilessia fotosensibile e la velocità di riproduzione del flickering, a tal proposito l'associazione Britannica di epilessia ritiene che frequenze inferiori i 3Hz non sono responsabili di tali insorgenze. Considerato che velocità di circa 20 rpm sono comparabili a valori di frequenza pari a 1Hz (ossia un ciclo al secondo), si deduce facilmente che il flickering prodotto dagli aerogeneratori attualmente in produzione, possono generare un senso di fastidio ma non possono costituire una minaccia per la salute umana e non sono responsabili di epilessia per fotosensibilità.

Gli attuali strumenti informatici ed i modelli fisici e matematici implementati in specifici software di settore, sono in grado oggi di prevedere e modellare il fenomeno del flickering con dettaglio anche dell'ora e del minuto in funzione dei dati di input quali: distanza e relazioni dimensionali tra aerogeneratori e strutture (ricettori), distribuzione spaziale, geografica e dimensionale degli elementi (latitudine, longitudine, quota altimetrica, geometria ed elevazione rispetto al suolo),

	<b>RELAZIONE DI SHADOW- FLICKERING</b>	<b>CODICE</b>	<b>LWG02_SF01</b>
		<b>REVISIONE</b>	<b>00</b>
		<b>PAGINA</b>	<b>10 di 28</b>

statistica della meteorologia locale e delle condizioni anemologiche caratteristiche dell'area oggetto di analisi.

L'elaborazione di tutti i dati in input porta a risultati di tipo numerico (in termini di numero di ore o minuti cui il fenomeno può manifestarsi) e di tipo grafico come nell'immagine proposta a seguire che individua la caratteristica distribuzione annuale dell'ombra generata da una turbina in uno scenario che viene individuato come "worst case", ossia la peggiore condizione possibile che prevede l'ipotesi della turbina disposta sempre in modo ortogonale al sole e con le pale in rotazione costante per tutti i giorni dell'anno (condizione di fatto impossibile a realizzarsi). Si riporta a carattere di esempio, in Figura 3 un'immagine relativa al tipico comportamento di ombreggiamento di un aerogeneratore.



**Figura 3 – Evoluzione annuale tipo dell'ombra di un aerogeneratore.**

Risulta evidente come, tanto il fattore di forma quanto il valore temporale dell'ombreggiamento generato dalla turbina, diminuisca proporzionalmente con l'aumentare della distanza dalla base della torre (individuata dall'asterisco di colore nero) posta al centro di quella che individua la tipica "forma a farfalla" che ne identifica l'evoluzione annuale. In alcuni casi, tuttavia, per quanto molto limitato nel tempo, il fenomeno potrebbe manifestarsi anche a distanze superiori a 1000 m dalla sorgente ma solo in particolari condizioni al contorno relativamente a posizione geografica e stagionalità (in funzione quindi del periodo dell'anno).

	<b>RELAZIONE DI SHADOW- FLICKERING</b>	<b>CODICE</b>	<b>LWG02_SF01</b>
		<b>REVISIONE</b>	<b>00</b>
		<b>PAGINA</b>	<b>11 di 28</b>

## 2 VALUTAZIONE DEGLI EFFETTI DELLO SHADOW- FLICKERING

La valutazione del fenomeno di shadow-flickering è stata effettuata utilizzando il software windPRO, utilizzando lo specifico modulo "SHADOW" capace di interpretare, a partire da specifiche condizioni iniziali e al contorno, l'effetto in oggetto.

Gli effetti del fenomeno sono stati verificati nei confronti di ricettori appositamente scelti tramite criteri di distribuzione territoriale e di posizionamento rispetto agli aerogeneratori di progetto e a quelli in iter di autorizzazione.

Per quanto raro e di improbabile casistica, il fenomeno dello shadow-flickering potrebbe manifestarsi anche a diversi chilometri di distanza dalle sorgenti sebbene, affinché questo possa accadere, debbano verificarsi contemporaneamente particolari condizioni legate alla posizione geografica (latitudine), all'assenza di copertura nuvolosa ed un particolare periodo dell'anno (stagionalità).

Per tale ragione sono state individuate in via preliminare tutte le strutture possibilmente impattate da tale fenomeno.

### 2.1 Scelta dei ricettori

Per poter effettuare le valutazioni previsionali degli impatti indotti dall'impianto eolico di progetto, sono stati individuati i ricettori nei confronti dei quali sono state condotte le analisi specialistiche. Per quanto riguarda i criteri di classificazione, la discriminante principale per la scelta dell'individuazione dei ricettori è legata alla categoria catastale e allo stato d'utilizzo e conservazione delle strutture. A tal proposito a sensi del DPCM 14/11/97 e della legge quadro n. 447/95, gli ambienti abitativi sono definiti come: *"ogni ambiente interno ad un edificio destinato alla permanenza di persone o di comunità ed utilizzato per le diverse attività umane, fatta eccezione per gli ambienti destinati ad attività produttive per i quali resta ferma la disciplina di cui al d.lgs. 15 agosto 1991, n. 277 (2), salvo per quanto concerne l'immissione di rumore da sorgenti sonore esterne ai locali in cui si svolgono le attività produttive"*.

Quindi, al fine di classificare le strutture sul territorio, interessate dai potenziali impatti dell'impianto eolico di progetto, come "ricettori" o "non ricettori", sono state condotte campagne di

	<b>RELAZIONE DI SHADOW-FLICKERING</b>	<b>CODICE</b>	<b>LWG02_SF01</b>
		<b>REVISIONE</b>	<b>00</b>
		<b>PAGINA</b>	<b>12 di 28</b>

indagine e sopralluoghi mirati all'identificazione delle caratteristiche di abitabilità delle strutture al di là della loro categoria catastale.

*Tabella 3 – Identificazione catastale ricettori parte 1.*

ID R	IDENTIFICAZIONE CATASTALE
R01	GUGLIONESI (CB) Foglio: 20 Particella: 123 Categoria: A0/C02/C06
R02	GUGLIONESI (CB) Foglio: 17 Particella: 86 Categoria: A07/C02/C06
R03	GUGLIONESI (CB) Foglio: 20 Particella: 122 Categoria: A04/D10
R04	GUGLIONESI (CB) Foglio: 28 Particella: 113 Categoria: A07/C02
R05	GUGLIONESI (CB) Foglio: 22 Particella: 96 Categoria: A07/C0/D02
R06	GUGLIONESI (CB) Foglio: 22 Particella: 96 Categoria: A07/C0/D02
R07	GUGLIONESI (CB) Foglio: 22 Particella: 96 Categoria: A07/C0/D02
R08	GUGLIONESI (CB) Foglio: 22 Particella: 70 Categoria: A03/C06
R09	GUGLIONESI (CB) Foglio: 22 Particella: 97 Categoria: A04/C02
R10	GUGLIONESI (CB) Foglio: 22 Particella: 98 Categoria: A04/C02
R11	GUGLIONESI (CB) Foglio: 28 Particella: 115 Categoria: A03
R12	GUGLIONESI (CB) Foglio: 28 Particella: 114 Categoria: A03
R13	GUGLIONESI (CB) Foglio: 30 Particella: 127 Categoria: A04/C06
R14	GUGLIONESI (CB) Foglio: 30 Particella: 126 Categoria: A04/D10
R15	GUGLIONESI (CB) Foglio: 30 Particella: 101 Categoria: A03/C02
R16	GUGLIONESI (CB) Foglio: 30 Particella: 123 Categoria: A04
R17	GUGLIONESI (CB) Foglio: 30 Particella: 104 Categoria: A04
R18	GUGLIONESI (CB) Foglio: 30 Particella: 104 Categoria: A04
R19	GUGLIONESI (CB) Foglio: 30 Particella: 104 Categoria: A04
R20	GUGLIONESI (CB) Foglio: 42 Particella: 63 Categoria: A04/C02
R21	GUGLIONESI (CB) Foglio: 45 Particella: 226 Categoria: A03
R22	GUGLIONESI (CB) Foglio: 56 Particella: 181 Categoria: A04/D10
R23	GUGLIONESI (CB) Foglio: 56 Particella: 181 Categoria: A04/D10
R24	GUGLIONESI (CB) Foglio: 56 Particella: 171 Categoria: A04/D10
R25	GUGLIONESI (CB) Foglio: 44 Particella: 136 Categoria: A02/C06

## 2.2 Metodologia di calcolo

Come precedentemente anticipato, per la valutazione degli effetti dello shadow-flickering è stato impiegato lo specifico software di settore windPRO considerato tra i più completi strumenti di analisi nel settore eolico. In particolare, il modulo di elaborazione preposto all'analisi del fenomeno in esame e denominato "SHADOW" opera le simulazioni e modellazioni attraverso una serie di dati in input quali:

1. caratteristiche orografiche (attraverso dati DTM – Digital Terrain Model sulla base del grid estrapolato in download dal satellite);

	<b>RELAZIONE DI SHADOW- FLICKERING</b>	<b>CODICE</b>	<b>LWG02_SF01</b>
		<b>REVISIONE</b>	<b>00</b>
		<b>PAGINA</b>	<b>13 di 28</b>

2. caratteristiche geometriche e meccaniche delle sorgenti (locazione degli aerogeneratori, dimensioni rotore ed altezza mozzo, caratteristiche tecniche di velocità di rotazione delle pale);
3. locazione e caratteristiche delle strutture recettive nei confronti delle quali eseguire le simulazioni (shadow receptor) con la possibilità di definizione della dimensione delle finestre (altezza/larghezza) ed orientamento rispetto al nord, e dell'eventuale angolo di inclinazione rispetto al piano (angolazione della finestra rispetto all'orizzontale). Modalità alternativa, di trattare i ricettori in esame, è quella di considerarli in "Green House Mode" ossia al pari di strutture prive di pareti a simboleggiare una calotta sferica totalmente trasparente esposta al fenomeno da ogni direzione.
4. caratteristiche meteorologiche di macroarea per la stima delle ore di soleggiamento locale (con l'utilizzo di dati di stazioni meteorologiche di riferimento e di lungo termine disponibili nel database del software);
5. caratteristiche anemologiche di sito (attraverso l'elaborazione di una wind statistic a partire dai dati satellitari disponibili in aree attigue, che permettono la valutazione del numero di ore/anno di funzionamento delle turbine, il loro orientamento per la valutazione della proiezione dell'ombra in funzione delle frequenze registrate per i diversi settori di direzione di provenienza del vento e la velocità di rotazione delle pale in base alla suddivisione in frequenza delle differenti classi di velocità del vento);
6. caratteristiche dimensionali di ostacoli (strutture non ricettive, siepi, alberature o altro simile) da poter considerare nel modello fisico per la simulazione (opzione ZVI).

Per l'elaborazione della propagazione dell'ombra dietro al disco descritto dal rotore dell'aerogeneratore, il modello di simulazione utilizza i seguenti parametri:

- il diametro del Sole,  $D$ : 1.390.000 km;
- la distanza dal Sole,  $d$ : 150.000.000 km;
- angolo di attacco: 0.531 gradi.

tenendo al contempo in conto di informazioni quali:

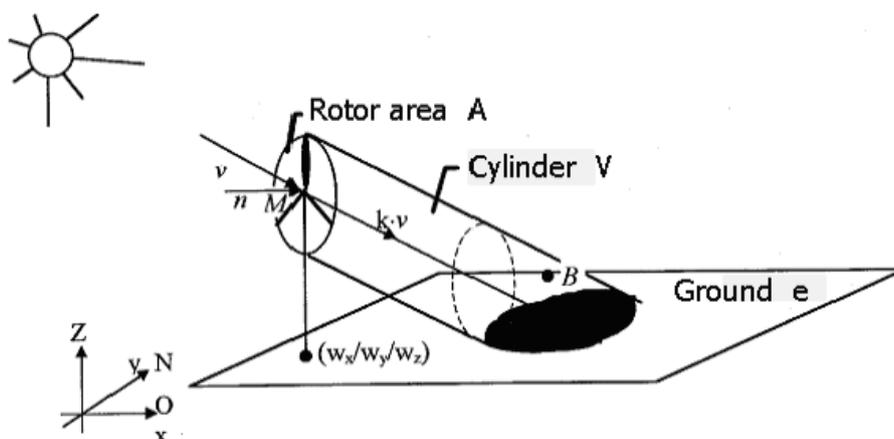
- posizione geografica (latitudine e longitudine);
- fuso orario ed ora legale del sito in esame;
- orbita rotazione terrestre rispetto alla posizione del sole.

 LE.RO.DA. WIND	<b>RELAZIONE DI SHADOW- FLICKERING</b>	<b>CODICE</b>	<b>LWG02_SF01</b>
		<b>REVISIONE</b>	<b>00</b>
		<b>PAGINA</b>	<b>14 di 28</b>

In linea teorica, per esempio, una turbina con diametro di rotore 45 m potrebbe proiettare l'ombra del rotore fino ad una distanza di quasi 5 km (4,8 km), ma nella realtà tale ipotesi non è plausibile a causa dell'effetto ottico dovuto alla presenza dell'atmosfera che incide in modo determinante poiché, quando l'altezza del sole diventa troppo bassa rispetto all'orizzonte, e la distanza della proiezione diventa troppo lunga, l'ombra generata tende a disperdersi prima di raggiungere il suolo (o una struttura recettiva).

Le immagini a seguire sintetizzano rispettivamente in sequenza:

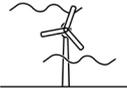
1. il modello di calcolo con evidenza dell'effetto della proiezione al suolo (o nei confronti di una struttura ricettiva) del disco descritto dal rotore dell'aerogeneratore;
2. finestra di scelta e impostazione dei parametri geometrici dei ricettori;
3. finestra di scelta opzione ZVI per considerazione di ostacoli nella simulazione



**Figura 4 – Schema di proiezione dell'ombra a valle del diametro di rotore**

Di fatto, risulta impossibile il configurarsi dello scenario "worst case", condizione che prevede l'ipotesi della turbina disposta sempre in modo ortogonale al sole e con le pale in costante rotazione per tutti i giorni dell'anno, le simulazioni saranno effettuate per lo scenario "real case", ossia in considerazione dell'aggregazione statistica dei dati satellitari disponibili in area attigua e rappresentativa della condizione locale, in aggiunta ad una stazione meteorologica per le informazioni relative al soleggiamento annuo e relative alla copertura nuvolosa.

Tale scelta fornisce pertanto il risultato più realistico possibile in termini di numero di ore di ombreggiamento stimato poiché basato su dati reali di ore di soleggiamento medio/annuo dell'area ed ore di funzionamento degli aerogeneratori in funzione di velocità e direzione del vento (tenendo

 LE.RO.DA. WIND	<b>RELAZIONE DI SHADOW- FLICKERING</b>	<b>CODICE</b>	<b>LWG02_SF01</b>
		<b>REVISIONE</b>	<b>00</b>
		<b>PAGINA</b>	<b>15 di 28</b>

quindi in considerazione anche l'orientamento dei rotori rispetto alla direzione di proiezione delle ombre).

Tuttavia, nell'ottica di porsi in condizioni precauzionali, sarà trascurata l'eventuale presenza di qualsiasi tipo di ostacolo (naturale o artificiale), infatti per l'analisi in oggetto non è stata considerata l'opzione ZVI ed inoltre non è stata considerata la posizione e geometria delle finestre presenti.

I risultati attesi dall'elaborazione saranno pertanto da considerarsi cautelativi rispetto alla reale condizione possibile.

	<b>RELAZIONE DI SHADOW- FLICKERING</b>	<b>CODICE</b>	<b>LWG02_SF01</b>
		<b>REVISIONE</b>	<b>00</b>
		<b>PAGINA</b>	<b>16 di 28</b>

## 2.3 Calibrazione del modello numerico

### 2.3.1 Modello digitale di terreno

Per le specifiche valutazioni di dettaglio è stato realizzato un modello orografico digitale che, sulla base del grid estrapolato in download dal satellite, georeferenziato e verificato con la sovrapposizione con le curve di livello della Carta Tecnica Regionale, descrive in modo del tutto fedele ed attendibile l'andamento altimetrico dell'area geografica di interesse. Il DTM è stato elaborato con uno step di 10 m.

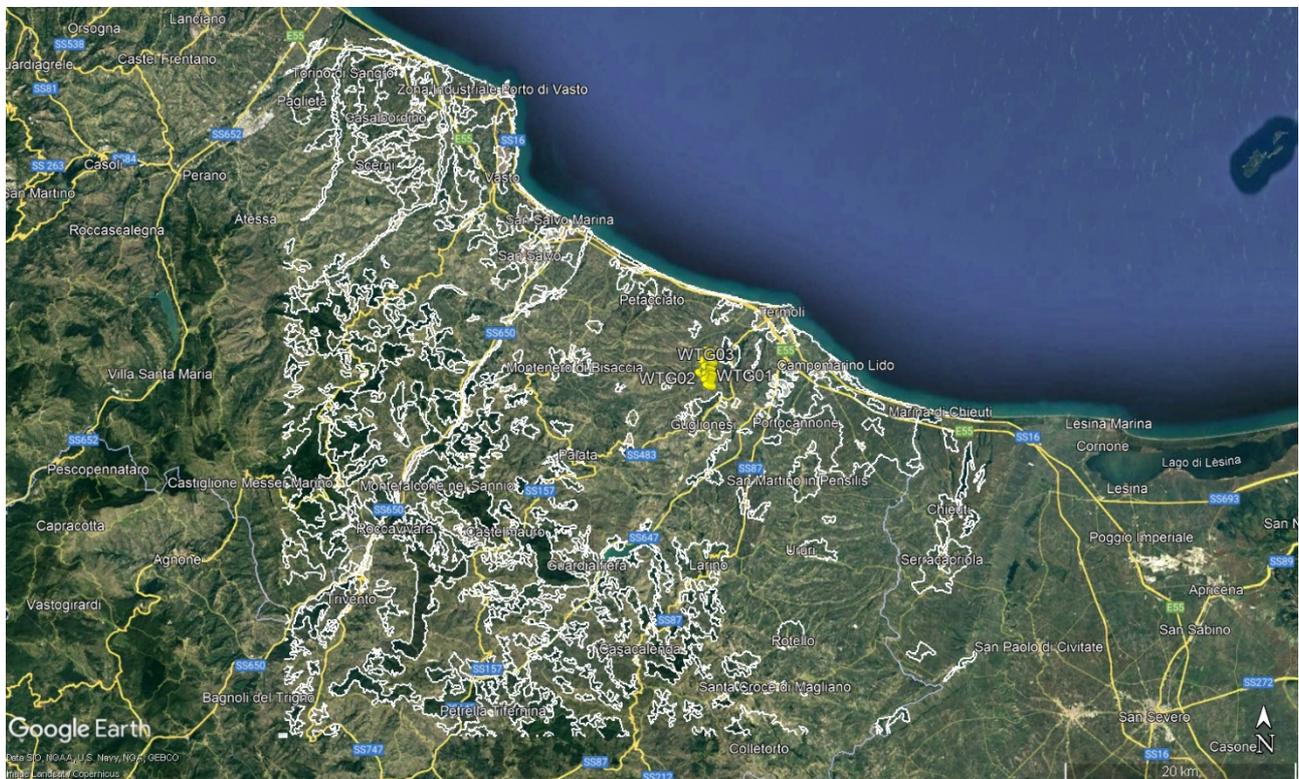


**Figura 5 – Rappresentazione modello di terreno digitale.**

	<b>RELAZIONE DI SHADOW- FLICKERING</b>	<b>CODICE</b>	<b>LWG02_SF01</b>
		<b>REVISIONE</b>	<b>00</b>
		<b>PAGINA</b>	<b>17 di 28</b>

### 2.3.2 Modello di rugosità superficiale

È stato predisposto il modello digitale che descrive la rugosità superficiale mediante le informazioni reperite dal progetto “Corine Land Cover 2018” che, con l’ausilio di satelliti, rende disponibili per l’elaborazione digitale, le informazioni specifiche per gran parte della superficie terrestre. Tali informazioni sono di fondamentale importanza per le analisi in quanto la rugosità superficiale terrestre, cioè la tipologia di suolo, la differente distribuzione ed altezza della copertura vegetazionale, gioca un ruolo fondamentale relativamente la frizione, la distorsione e la variabilità della velocità del vento.

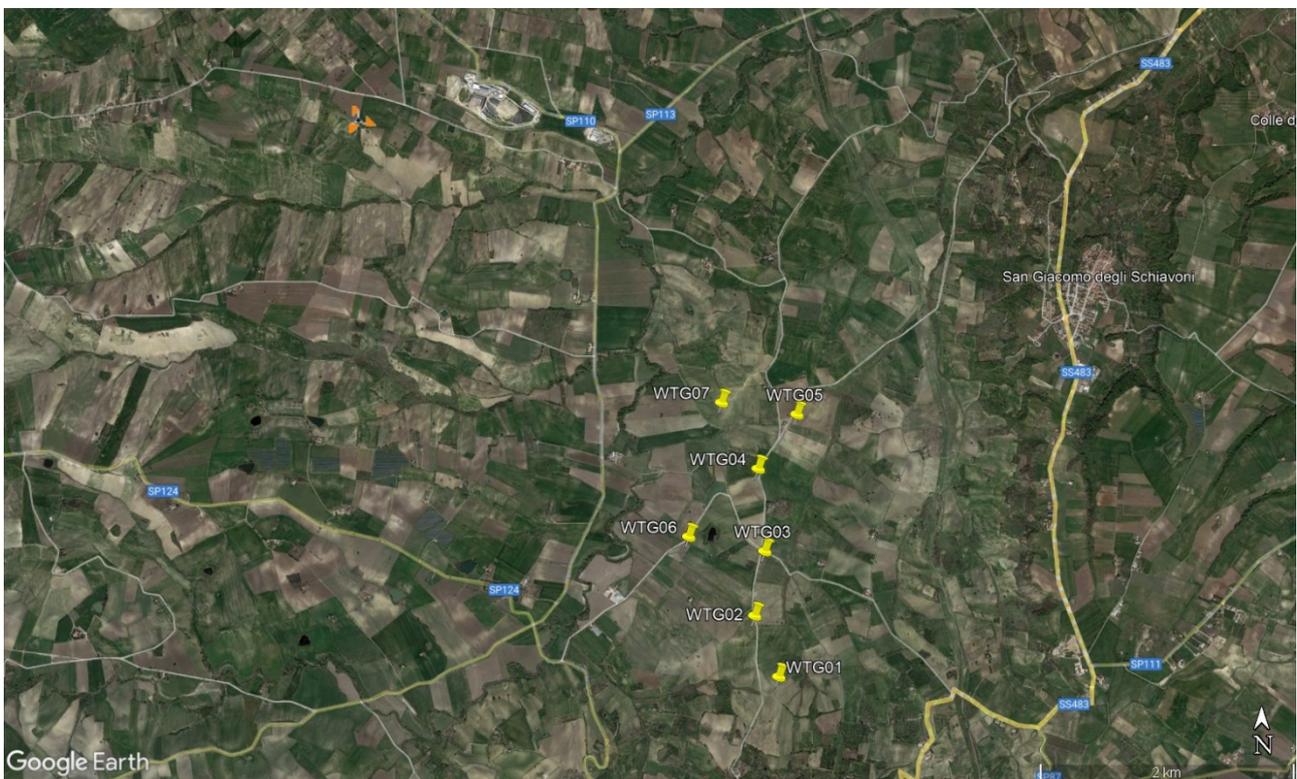


**Figura 6 – Rappresentazione modello di rugosità superficiale.**

 LE.RO.DA. WIND	<b>RELAZIONE DI SHADOW- FLICKERING</b>	<b>CODICE</b>	<b>LWG02_SF01</b>
		<b>REVISIONE</b>	<b>00</b>
		<b>PAGINA</b>	<b>18 di 28</b>

### 2.3.3 Modello di campo e flusso ventoso

Per la caratterizzazione anemologica dell'area di indagine e la valutazione dell'andamento del flusso e del campo di vento, sono stati considerati i dati anemologici riferiti ad una stazione di misura di altezza 50 m dotata di n. 3 sensori di velocità (50, 40 e 30 m) e n. 2 sensori di direzione (50 e 30 m) nonché n. 1 sensori di temperatura, posizionata all'interno della superficie descritta dal layout di impianto, avente database di 3 anni e 5 mesi (periodo di misura 02/11/2009-31/03/2013).



*Figura 7 – Individuazione della stazione anemometrica di misura.*

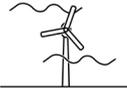
	<b>RELAZIONE DI SHADOW-FLICKERING</b>	<b>CODICE</b>	<b>LWG02_SF01</b>
		<b>REVISIONE</b>	<b>00</b>
		<b>PAGINA</b>	<b>19 di 28</b>

### 2.3.4 Shadow-receptor

Si riporta di seguito in Tabella 4 gli shadow-receptor considerati negli scenari di simulazione per i quali è stato calcolato il numero di ore di ombreggiamento previsto sia dall'apporto dei soli aerogeneratori di progetto, sia dal potenziale apporto dell'effetto cumulato con gli impianti di potenziale futura installazione più prossimi alle stesse:

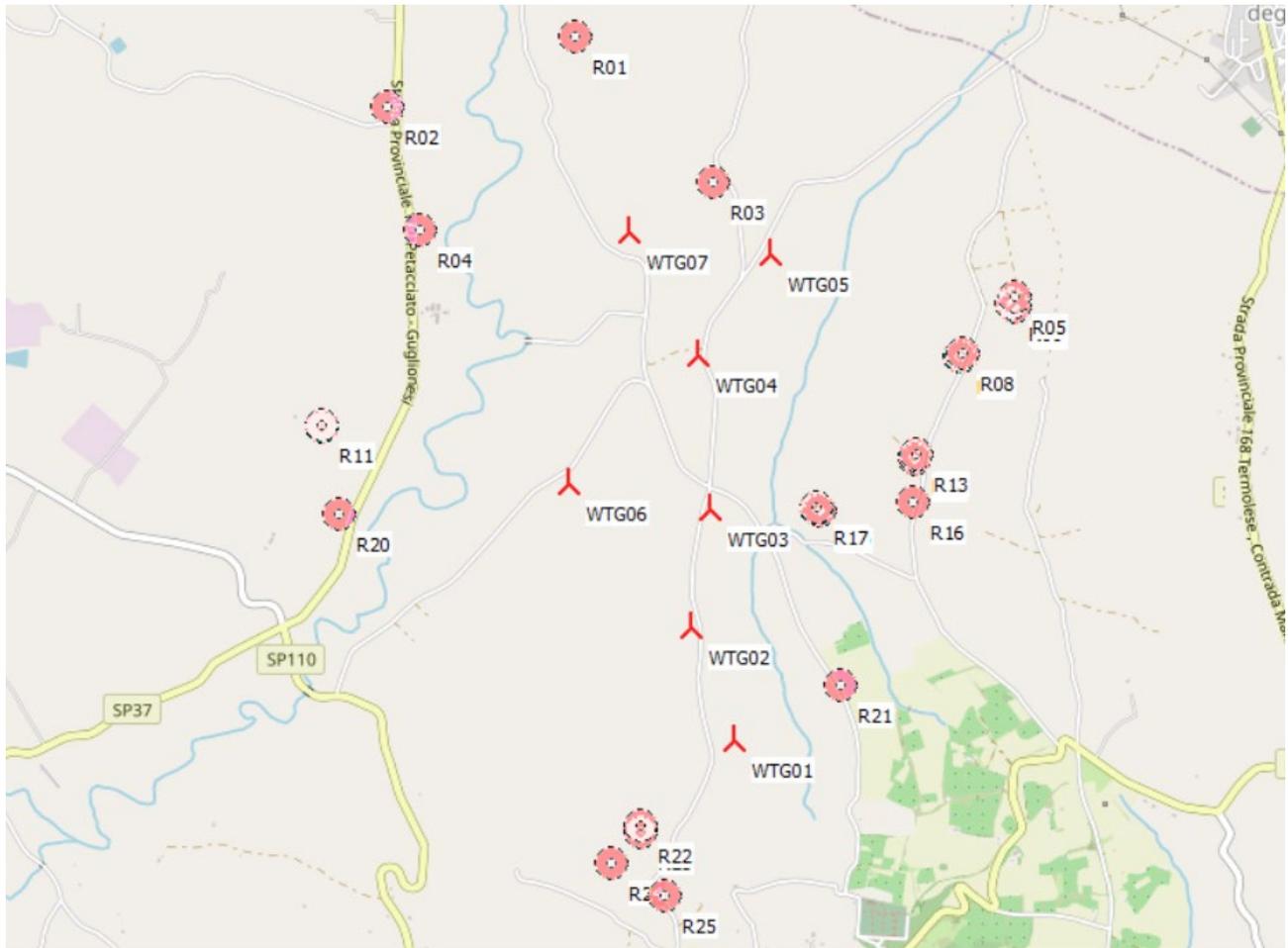
*Tabella 4 – Matrice delle interdistanze.*

ID R/ID WTG	WTG01	WTG02	WTG03	WTG04	WTG05	WTG06	WTG07
<b>R01</b>	2986	2491	2032	1411	1206	1848	840
<b>R02</b>	2986	2489	2128	1638	1689	1725	1123
<b>R03</b>	2314	1848	1355	721	380	1384	404
<b>R04</b>	2477	1985	1659	1253	1444	1211	863
<b>R05</b>	2169	1915	1537	1336	1031	2000	1617
<b>R06</b>	2138	1885	1508	1314	1017	1974	1603
<b>R07</b>	2133	1884	1512	1328	1037	1983	1622
<b>R08</b>	1860	1600	1230	1098	897	1717	1465
<b>R09</b>	1839	1581	1213	1091	900	1704	1465
<b>R10</b>	1835	1575	1207	1084	894	1697	1458
<b>R11</b>	2147	1737	1637	1575	1978	1045	1499
<b>R12</b>	2145	1736	1638	1579	1983	1046	1505
<b>R13</b>	1404	1179	886	996	1027	1444	1501
<b>R14</b>	1393	1167	874	988	1025	1433	1496
<b>R15</b>	1380	1160	874	1000	1043	1436	1510
<b>R16</b>	1226	1053	840	1082	1189	1425	1621
<b>R17</b>	1021	720	443	801	1067	1031	1377
<b>R18</b>	1015	716	442	805	1072	1030	1381
<b>R19</b>	1012	722	460	825	1085	1050	1400
<b>R20</b>	1879	1520	1525	1614	2074	951	1670
<b>R21</b>	496	667	910	1490	1807	1403	2068
<b>R22</b>	526	849	1346	1966	2428	1454	2461
<b>R23</b>	545	877	1374	1995	2456	1483	2490
<b>R24</b>	721	1033	1527	2138	2609	1590	2619
<b>R25</b>	703	1114	1611	2241	2689	1754	2750

 LE.RO.DA. WIND	<b>RELAZIONE DI SHADOW- FLICKERING</b>	<b>CODICE</b>	<b>LWG02_SF01</b>
		<b>REVISIONE</b>	<b>00</b>
		<b>PAGINA</b>	<b>20 di 28</b>

### 2.3.5 Scenario di simulazione

In Figura 8 invece, è raffigurata l'area di impianto con gli aerogeneratori di progetto, gli shadow-receptor e gli aerogeneratori considerati nella simulazione.



*Figura 8 – Scenario di simulazione.*

	<b>RELAZIONE DI SHADOW-FLICKERING</b>	<b>CODICE</b>	<b>LWG02_SF01</b>
		<b>REVISIONE</b>	<b>00</b>
		<b>PAGINA</b>	<b>21 di 28</b>

## 2.4 Risultati di calcolo

Sulla base dei dati di input indicati nei paragrafi precedente, sono di seguito riportati in Tabella 5 i risultati delle elaborazioni riportati per l'impianto eolico di progetto.

La simulazione è stata condotta nei confronti dei ricettori individuati per la condizione di "real case" ed il risultato è espresso in termini ore/anno in cui il fenomeno si manifesta nei confronti di ogni struttura analizzata.

*Tabella 5 – Risultati di calcolo.*

<b>ID R</b>	<b>SHADOW-FLICKERING [h/y]</b>
R01	00:00
R02	13:15
R03	75:01:00
R04	11:11
R05	08:21
R06	08:23
R07	07:58
R08	08:39
R09	07:52
R10	08:03
R11	10:32
R12	10:41
R13	15:25
R14	15:45
R15	16:13
R16	12:25
R17	35:19:00
R18	34:17:00
R19	31:07:00
R20	06:19
R21	24:36:00
R22	00:00
R23	00:00
R24	00:00
R25	00:00

I risultati numerici della valutazione degli effetti di shadow-flickering sono frutto di elaborazioni che utilizzano in input i dati anemologici di una stazione di misura di altezza 50 m dotata di n. 3 sensori di velocità (50, 40 e 30 m) e n. 2 sensori di direzione (50 e 30 m) nonché n. 1 sensori di temperatura, posizionata all'interno della superficie descritta dal layout di impianto, avente database di 3 anni e 5 mesi (periodo di misura 02/11/2009-31/03/2013), unitamente ai dati storici

	<b>RELAZIONE DI SHADOW- FLICKERING</b>	<b>CODICE</b>	<b>LWG02_SF01</b>
		<b>REVISIONE</b>	<b>00</b>
		<b>PAGINA</b>	<b>22 di 28</b>

di una stazione meteo rappresentativa di lungo termine che fornisce in modo piuttosto attendibile il soleggiamento medio mensile dell'area di indagine.

Con tali dati di input i risultati della simulazione portano a concludere che l'apporto fornito dagli aerogeneratori di progetto nei confronti dei ricettori analizzati presso i quali si genera il fenomeno di shadow-flickering risulta essere, in un solo caso, circa 75 ore/anno. In soli 3 casi tale valore risulta essere superiore le 30 ore/anno.

Come precedentemente anticipato, lo scenario di simulazione applicato (real case), pur nell'ottica della maggiore affidabilità, risulta in ogni caso eccessivamente cautelativo (non tenendo conto della reale copertura nuvolosa o la presenza di vegetazione e/o ostacoli naturali o di altro tipo). Si ribadisce che ad oggi non esiste una normativa specifica in merito al fenomeno.

Sebbene l'ombreggiamento possa interessare anche parziali e brevi tratti stradali di differente natura (SS/SP/SC), è comunque sempre importante sottolineare e rimarcare che nelle simulazioni non si è tenuto conto dell'eventuale presenza di alberature e/o siepi fiancheggianti le carreggiate e che in ogni caso, nella peggiore delle ipotesi, il fenomeno si potrebbe manifestare per un numero di ore/anno certamente trascurabili e poco significative (praticamente inferiore a 30 ore/anno). Considerando inoltre che i veicoli lungo le arterie stradali sono sostanzialmente da ipotizzarsi in movimento, il fenomeno (e quindi il potenziale fastidio che ne potrebbe conseguire) sarebbe eventualmente di limitata quanto temporanea entità e percezione.

	<b>RELAZIONE DI SHADOW- FLICKERING</b>	<b>CODICE</b>	<b>LWG02_SF01</b>
		<b>REVISIONE</b>	<b>00</b>
		<b>PAGINA</b>	<b>23 di 28</b>

### **3 CONCLUSIONI**

Attestate le particolari condizioni cautelative di calcolo del fenomeno, il cui valore elaborato è frutto di un calcolo effettuato considerando l'intero corpo della struttura al pari di una calotta totalmente trasparente, ed inoltre considerando che il modello di simulazione non tiene conto delle possibili attenuazioni legate alla presenza di alberi, ostacoli, siepi e quant'altro possa mitigare il fenomeno dell'evoluzione dell'ombra, i risultati della simulazione portano a concludere che l'apporto fornito dagli aerogeneratori di progetto nei confronti dei ricettori analizzati presso i quali si genera il fenomeno di shadow-flickering risulta essere, in un solo caso, circa 75 ore/anno. In soli 3 casi tale valore risulta essere superiore le 30 ore/anno.

Si precisa, il risultato è certamente sovrastimato, avendo considerato l'effetto potenziale cumulato prodotto considerando gli aerogeneratori di progetto e quelli soggetti a iter di valutazione, scenario tuttavia legato all'eventualità in cui la realizzazione di queste venga approvata, e comunque si attesterebbe su un valore certamente non problematico.

Pertanto, si conclude che il fenomeno di ombreggiamento non determina condizioni di particolare criticità rispetto al recettore e rispetto alle principali arterie viarie prossime all'impianto.

	<b>RELAZIONE DI SHADOW- FLICKERING</b>	<b>CODICE</b>	<b>LWG02_SF01</b>
		<b>REVISIONE</b>	<b>00</b>
		<b>PAGINA</b>	<b>24 di 28</b>

# 4 ALLEGATI

## SHADOW - Main Result

**Calculation:** \_Layout\_7WTG-V163-4.50MW-HUB113

### 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

Sunshine probability S (Average daily sunshine hours) [CAMPOBASSO]  
Jan Feb Mar Apr May Jun Jul Aug Sep Oct Nov Dec  
4.21 4.83 5.24 6.37 6.76 8.17 9.01 9.23 7.23 4.84 4.00 3.35

Operational hours are calculated from WTGs in calculation and wind distribution:  
C&C\_Molise\_CB\_Guglionesi\_50 m\_01

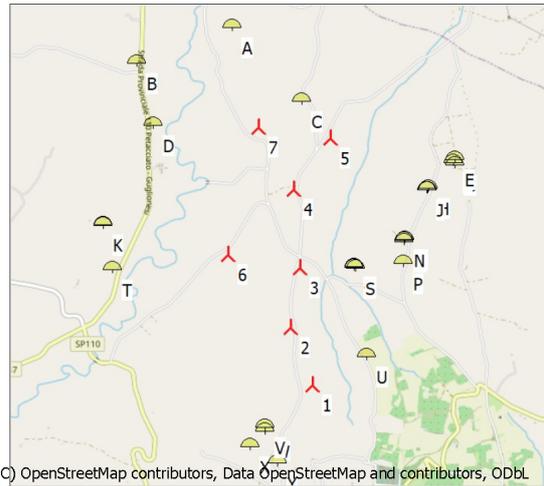
Operational time  
N NNE ENE E ESE SSE S SSW WSW W WNW NNW Sum  
457 414 388 224 254 463 719 691 559 923 1,656 806 7,554

Idle start wind speed: Cut in wind speed from power curve  
Line-of-sight calculation has been deactivated. This means that sheltering from obstacles, areas or hills are not taken into account.

All coordinates are in  
Geo [deg]-WGS84

### WTGs

	Longitude	Latitude	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
1	14.916976° E	41.935561° N	139.9	VESTAS V163-4.5 4500 163....Yes	VESTAS	V163-4.5-4,500	4,500	163.0	113.0	2,500	-	
2	14.914766° E	41.939768° N	138.2	VESTAS V163-4.5 4500 163....Yes	VESTAS	V163-4.5-4,500	4,500	163.0	113.0	2,500	-	
3	14.915726° E	41.944191° N	104.5	VESTAS V163-4.5 4500 163....Yes	VESTAS	V163-4.5-4,500	4,500	163.0	113.0	2,500	-	
4	14.915108° E	41.949922° N	110.0	VESTAS V163-4.5 4500 163....Yes	VESTAS	V163-4.5-4,500	4,500	163.0	113.0	2,500	-	
5	14.918720° E	41.953682° N	102.8	VESTAS V163-4.5 4500 163....Yes	VESTAS	V163-4.5-4,500	4,500	163.0	113.0	2,500	-	
6	14.908691° E	41.945151° N	61.6	VESTAS V163-4.5 4500 163....Yes	VESTAS	V163-4.5-4,500	4,500	163.0	113.0	2,500	-	
7	14.911740° E	41.954502° N	84.7	VESTAS V163-4.5 4500 163....Yes	VESTAS	V163-4.5-4,500	4,500	163.0	113.0	2,500	-	



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

Scale 1:50,000

▲ New WTG      ● Shadow receptor

### Shadow receptor-Input

No.	Name	Longitude	Latitude	Z	Width	Height	Elevation a.g.l.	Degrees from south cw	Slope of window	Direction mode	Eye height (ZVI) a.g.l.
					[m]	[m]	[m]	[°]	[°]		[m]
A	GUGLIONESI (CB) Foglio: 20 Particella: 123 Categoria: A0/C02/C06	14.909040° E	41.961795° N	91.0	1.0	1.0	1.0	0.0	90.0	Fixed direction	2.0
B	GUGLIONESI (CB) Foglio: 17 Particella: 86 Categoria: A07/C02/C06	14.899714° E	41.959168° N	53.5	1.0	1.0	1.0	0.0	90.0	Fixed direction	2.0
C	GUGLIONESI (CB) Foglio: 20 Particella: 122 Categoria: A04_D10	14.915910° E	41.956390° N	127.9	1.0	1.0	1.0	0.0	90.0	Fixed direction	2.0
D	GUGLIONESI (CB) Foglio: 28 Particella: 113 Categoria: A07/C02	14.901332° E	41.954572° N	55.6	1.0	1.0	1.0	0.0	90.0	Fixed direction	2.0
E	GUGLIONESI (CB) Foglio: 22 Particella: 96 Categoria: A07/C0/D02	14.930970° E	41.952066° N	91.1	1.0	1.0	1.0	0.0	90.0	Fixed direction	2.0
F	GUGLIONESI (CB) Foglio: 22 Particella: 96 Categoria: A07/C0/D02	14.930748° E	41.951847° N	95.5	1.0	1.0	1.0	0.0	90.0	Fixed direction	2.0
G	GUGLIONESI (CB) Foglio: 22 Particella: 96 Categoria: A07/C0/D02	14.930949° E	41.951689° N	94.5	1.0	1.0	1.0	0.0	90.0	Fixed direction	2.0
H	GUGLIONESI (CB) Foglio: 22 Particella: 70 Categoria: A03/C06	14.928355° E	41.950003° N	108.1	1.0	1.0	1.0	0.0	90.0	Fixed direction	2.0
I	GUGLIONESI (CB) Foglio: 22 Particella: 97 Categoria: A04/C02	14.928272° E	41.949820° N	108.2	1.0	1.0	1.0	0.0	90.0	Fixed direction	2.0
J	GUGLIONESI (CB) Foglio: 22 Particella: 98 Categoria: A04/C02	14.928181° E	41.949820° N	107.3	1.0	1.0	1.0	0.0	90.0	Fixed direction	2.0
K	GUGLIONESI (CB) Foglio: 28 Particella: 115 Categoria: A03	14.896423° E	41.947327° N	75.0	1.0	1.0	1.0	0.0	90.0	Fixed direction	2.0
L	GUGLIONESI (CB) Foglio: 28 Particella: 114 Categoria: A03	14.896391° E	41.947262° N	75.0	1.0	1.0	1.0	0.0	90.0	Fixed direction	2.0
M	GUGLIONESI (CB) Foglio: 30 Particella: 127 Categoria: A04/C06	14.926058° E	41.946230° N	120.0	1.0	1.0	1.0	0.0	90.0	Fixed direction	2.0
N	GUGLIONESI (CB) Foglio: 30 Particella: 126 Categoria: A04/D10	14.925928° E	41.946179° N	120.0	1.0	1.0	1.0	0.0	90.0	Fixed direction	2.0
O	GUGLIONESI (CB) Foglio: 30 Particella: 101 Categoria: A03/C02	14.925981° E	41.946013° N	120.0	1.0	1.0	1.0	0.0	90.0	Fixed direction	2.0
P	GUGLIONESI (CB) Foglio: 30 Particella: 123 Categoria: A04	14.925855° E	41.944396° N	120.0	1.0	1.0	1.0	0.0	90.0	Fixed direction	2.0
Q	GUGLIONESI (CB) Foglio: 30 Particella: 104 Categoria: A04	14.921064° E	41.944236° N	100.0	1.0	1.0	1.0	0.0	90.0	Fixed direction	2.0
R	GUGLIONESI (CB) Foglio: 30 Particella: 104 Categoria: A04	14.921053° E	41.944185° N	100.0	1.0	1.0	1.0	0.0	90.0	Fixed direction	2.0
S	GUGLIONESI (CB) Foglio: 30 Particella: 104 Categoria: A04	14.921273° E	41.944093° N	100.0	1.0	1.0	1.0	0.0	90.0	Fixed direction	2.0
T	GUGLIONESI (CB) Foglio: 42 Particella: 63 Categoria: A04/C02	14.897325° E	41.943994° N	68.3	1.0	1.0	1.0	0.0	90.0	Fixed direction	2.0
U	GUGLIONESI (CB) Foglio: 45 Particella: 226 Categoria: A03	14.922288° E	41.937623° N	130.0	1.0	1.0	1.0	0.0	90.0	Fixed direction	2.0
V	GUGLIONESI (CB) Foglio: 56 Particella: 181 Categoria: A04_D10	14.912316° E	41.932340° N	164.7	1.0	1.0	1.0	0.0	90.0	Fixed direction	2.0
W	GUGLIONESI (CB) Foglio: 56 Particella: 181 Categoria: A04_D10	14.912340° E	41.932076° N	167.4	1.0	1.0	1.0	0.0	90.0	Fixed direction	2.0
X	GUGLIONESI (CB) Foglio: 56 Particella: 171 Categoria: A04_D10	14.910891° E	41.930923° N	172.1	1.0	1.0	1.0	0.0	90.0	Fixed direction	2.0
Y	GUGLIONESI (CB) Foglio: 44 Particella: 136 Categoria: A02_C06	14.913542° E	41.929772° N	193.1	1.0	1.0	1.0	0.0	90.0	Fixed direction	2.0

Figura 9 – Main result parte 1

LE.RO.DA. WIND S.r.l. si riserva la proprietà di questo documento e ne vieta la riproduzione e la divulgazione a terzi se non espressamente autorizzati.

	<b>RELAZIONE DI SHADOW- FLICKERING</b>	<b>CODICE</b>	<b>LWG02_SF01</b>
		<b>REVISIONE</b>	<b>00</b>
		<b>PAGINA</b>	<b>25 di 28</b>

## SHADOW - Main Result

**Calculation:** \_Layout\_7WTG-V163-4.50MW-HUB113

### Calculation Results

Shadow receptor

No.	Name	Shadow, expected values Shadow hours per year [h/year]
A	GUGLIONESI (CB) Foglio: 20 Particella: 123 Categoria: A0/C02/C06	0:00
B	GUGLIONESI (CB) Foglio: 17 Particella: 86 Categoria: A07/C02/C06	13:15
C	GUGLIONESI (CB) Foglio: 20 Particella: 122 Categoria: A04_D10	75:01
D	GUGLIONESI (CB) Foglio: 28 Particella: 113 Categoria: A07/C02	11:11
E	GUGLIONESI (CB) Foglio: 22 Particella: 96 Categoria: A07/C0/D02	8:21
F	GUGLIONESI (CB) Foglio: 22 Particella: 96 Categoria: A07/C0/D02	8:23
G	GUGLIONESI (CB) Foglio: 22 Particella: 96 Categoria: A07/C0/D02	7:58
H	GUGLIONESI (CB) Foglio: 22 Particella: 70 Categoria: A03/C06	8:39
I	GUGLIONESI (CB) Foglio: 22 Particella: 97 Categoria: A04/C02	7:52
J	GUGLIONESI (CB) Foglio: 22 Particella: 98 Categoria: A04/C02	8:03
K	GUGLIONESI (CB) Foglio: 28 Particella: 115 Categoria: A03	10:32
L	GUGLIONESI (CB) Foglio: 28 Particella: 114 Categoria: A03	10:41
M	GUGLIONESI (CB) Foglio: 30 Particella: 127 Categoria: A04/C06	15:25
N	GUGLIONESI (CB) Foglio: 30 Particella: 126 Categoria: A04/D10	15:45
O	GUGLIONESI (CB) Foglio: 30 Particella: 101 Categoria: A03/C02	16:13
P	GUGLIONESI (CB) Foglio: 30 Particella: 123 Categoria: A04	12:25
Q	GUGLIONESI (CB) Foglio: 30 Particella: 104 Categoria: A04	35:19
R	GUGLIONESI (CB) Foglio: 30 Particella: 104 Categoria: A04	34:17
S	GUGLIONESI (CB) Foglio: 30 Particella: 104 Categoria: A04	31:07
T	GUGLIONESI (CB) Foglio: 42 Particella: 63 Categoria: A04/C02	6:19
U	GUGLIONESI (CB) Foglio: 45 Particella: 226 Categoria: A03	24:36
V	GUGLIONESI (CB) Foglio: 56 Particella: 181 Categoria: A04_D10	0:00
W	GUGLIONESI (CB) Foglio: 56 Particella: 181 Categoria: A04_D10	0:00
X	GUGLIONESI (CB) Foglio: 56 Particella: 171 Categoria: A04_D10	0:00
Y	GUGLIONESI (CB) Foglio: 44 Particella: 136 Categoria: A02_C06	0:00

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

No.	Name	Expected [h/year]
1	VESTAS V163-4.5 4500 163.0 IOI hub: 113.0 m (TOT: 194.5 m) (364)	30:27
2	VESTAS V163-4.5 4500 163.0 IOI hub: 113.0 m (TOT: 194.5 m) (365)	36:39
3	VESTAS V163-4.5 4500 163.0 IOI hub: 113.0 m (TOT: 194.5 m) (367)	39:28
4	VESTAS V163-4.5 4500 163.0 IOI hub: 113.0 m (TOT: 194.5 m) (368)	16:20
5	VESTAS V163-4.5 4500 163.0 IOI hub: 113.0 m (TOT: 194.5 m) (370)	41:43
6	VESTAS V163-4.5 4500 163.0 IOI hub: 113.0 m (TOT: 194.5 m) (366)	7:29
7	VESTAS V163-4.5 4500 163.0 IOI hub: 113.0 m (TOT: 194.5 m) (366)	50:29

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.

The calculation of the total expected values for a given receptor assumes a weighted average directional reduction for all WTGs contributing to shadow flicker within the same day. In the case where shadow flicker from different WTGs is not concurrent within the day, the total expected time at a given receptor may deviate marginally from the individual flicker time caused by each turbine separately.

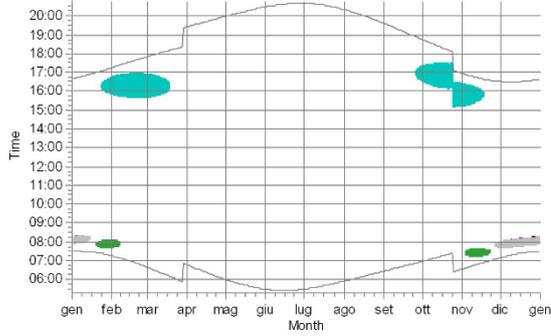
**Figura 10 – Main result parte 2**

	<b>RELAZIONE DI SHADOW- FLICKERING</b>	<b>CODICE</b>	<b>LWG02_SF01</b>
		<b>REVISIONE</b>	<b>00</b>
		<b>PAGINA</b>	<b>26 di 28</b>

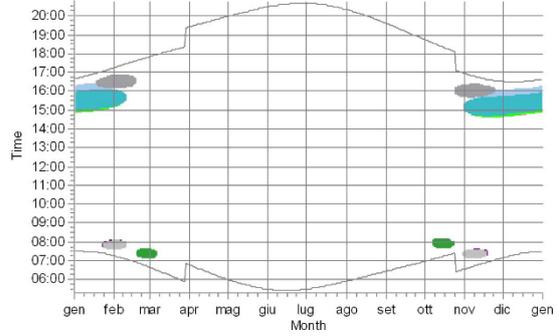
### SHADOW - Calendar per WTG, graphical

Calculation: \_Layout\_7WTG-V163-4.50MW-HUB113

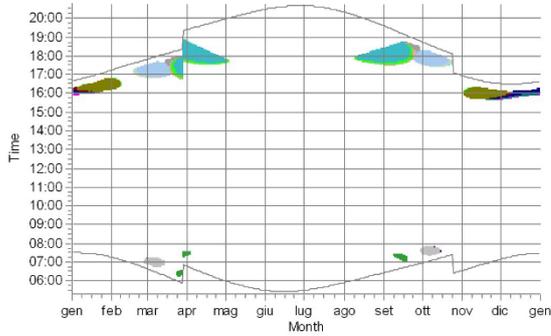
1: VESTAS V163-4.5 4500 163.0 IO! hub: 113.0 m (TOT: 194.5 m) (364)



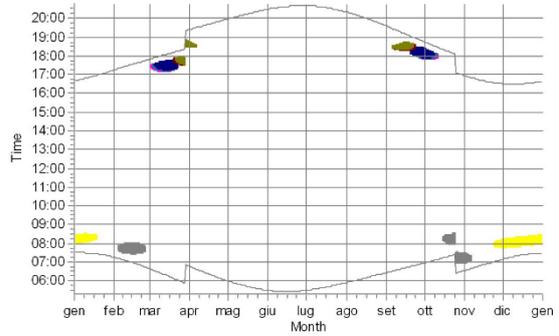
2: VESTAS V163-4.5 4500 163.0 IO! hub: 113.0 m (TOT: 194.5 m) (365)



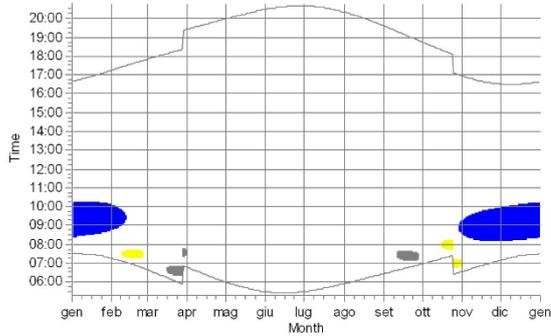
3: VESTAS V163-4.5 4500 163.0 IO! hub: 113.0 m (TOT: 194.5 m) (367)



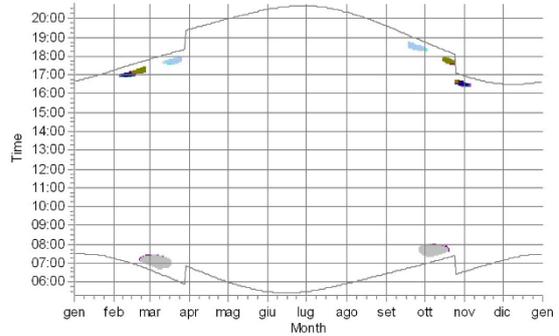
4: VESTAS V163-4.5 4500 163.0 IO! hub: 113.0 m (TOT: 194.5 m) (368)



5: VESTAS V163-4.5 4500 163.0 IO! hub: 113.0 m (TOT: 194.5 m) (370)



6: VESTAS V163-4.5 4500 163.0 IO! hub: 113.0 m (TOT: 194.5 m) (366)



Shadow receptors

B: GUGLIONESI (CB) Foglio: 17 Particella: 86 Categoria: A07/C02/C06	I: GUGLIONESI (CB) Foglio: 22 Particella: 97 Categoria: A04/C02	P: GUGLIONESI (CB) Foglio: 30 Particella: 123 Categoria: A04
C: GUGLIONESI (CB) Foglio: 20 Particella: 122 Categoria: A04/D10	J: GUGLIONESI (CB) Foglio: 22 Particella: 98 Categoria: A04/C02	Q: GUGLIONESI (CB) Foglio: 30 Particella: 104 Categoria: A04
D: GUGLIONESI (CB) Foglio: 28 Particella: 113 Categoria: A07/C02	K: GUGLIONESI (CB) Foglio: 28 Particella: 115 Categoria: A03	R: GUGLIONESI (CB) Foglio: 30 Particella: 104 Categoria: A04
E: GUGLIONESI (CB) Foglio: 22 Particella: 96 Categoria: A07/C0/D02	L: GUGLIONESI (CB) Foglio: 28 Particella: 114 Categoria: A03	S: GUGLIONESI (CB) Foglio: 42 Particella: 104 Categoria: A04
F: GUGLIONESI (CB) Foglio: 22 Particella: 96 Categoria: A07/C0/D02	M: GUGLIONESI (CB) Foglio: 30 Particella: 127 Categoria: A04/C06	T: GUGLIONESI (CB) Foglio: 42 Particella: 63 Categoria: A04/C02
G: GUGLIONESI (CB) Foglio: 22 Particella: 96 Categoria: A07/C0/D02	N: GUGLIONESI (CB) Foglio: 30 Particella: 126 Categoria: A04/D10	U: GUGLIONESI (CB) Foglio: 45 Particella: 226 Categoria: A03
H: GUGLIONESI (CB) Foglio: 22 Particella: 70 Categoria: A03/C06	O: GUGLIONESI (CB) Foglio: 30 Particella: 101 Categoria: A03/C02	

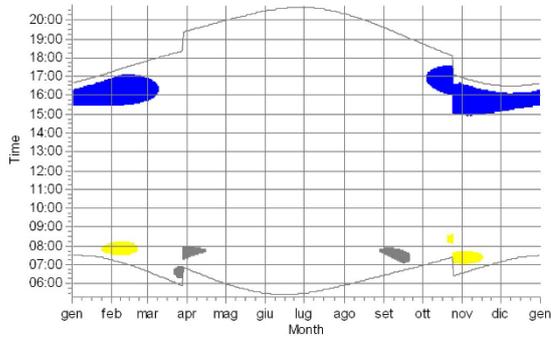
Figura 11 – Calendar per WTG, graphical parte 1.

	<b>RELAZIONE DI SHADOW- FLICKERING</b>	<b>CODICE</b>	<b>LWG02_SF01</b>
		<b>REVISIONE</b>	<b>00</b>
		<b>PAGINA</b>	<b>27 di 28</b>

### SHADOW - Calendar per WTG, graphical

Calculation: \_Layout\_7WTG-V163-4.50MW-HUB113

7: VESTAS V163-4.5 4500 163.0 IO! hub: 113.0 m (TOT: 194.5 m) (366)



Shadow receptors

B: GUGLIONESI (CB) Foglio: 17 Particella: 86 Categoria: A07/C02/C06

C: GUGLIONESI (CB) Foglio: 20 Particella: 122 Categoria: A04\_D10

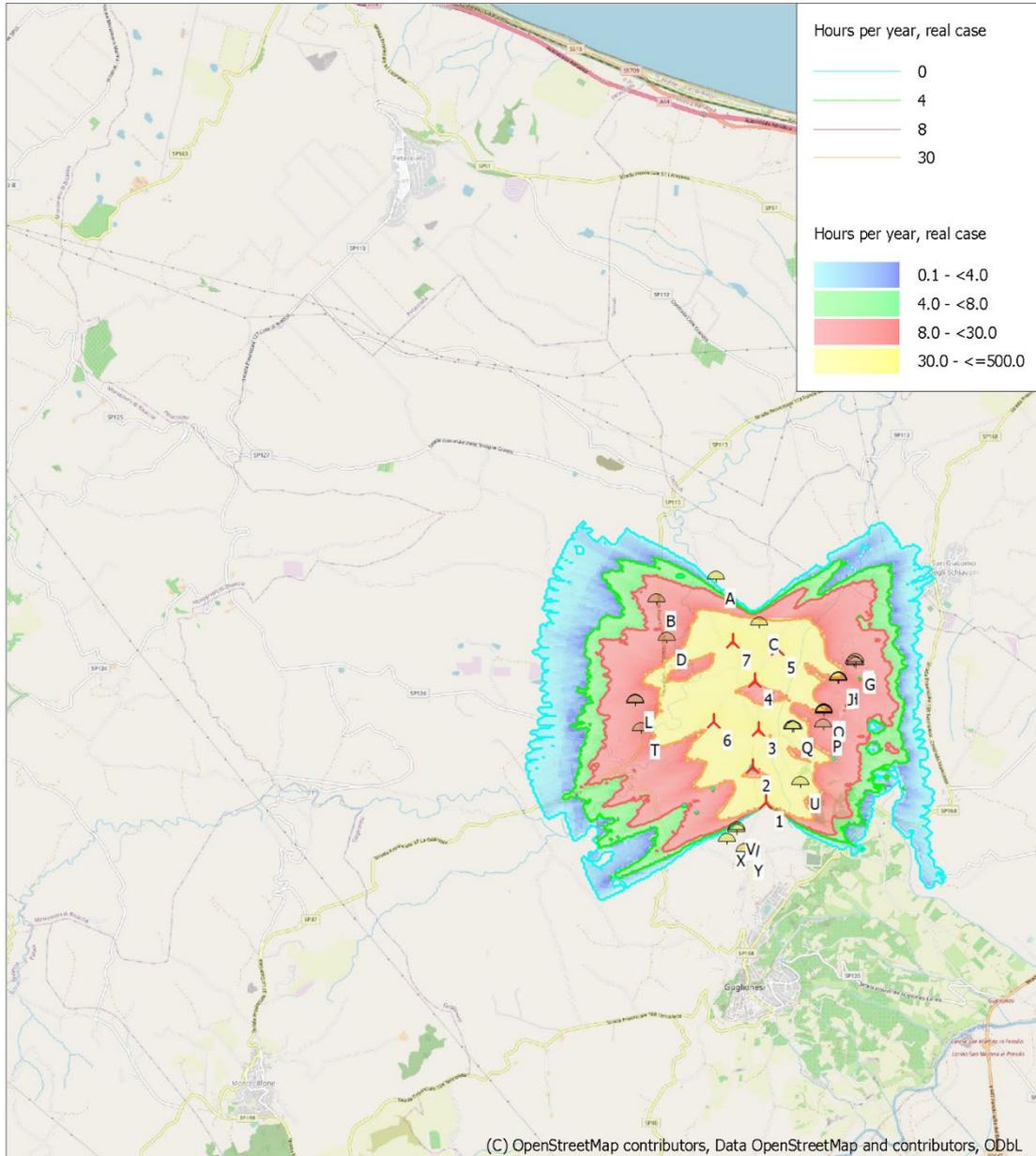
D: GUGLIONESI (CB) Foglio: 28 Particella: 113 Categoria: A07/C02

**Figura 12 – Calendar per WTG, graphical parte 2.**

	<b>RELAZIONE DI SHADOW- FLICKERING</b>	<b>CODICE</b>	<b>LWG02_SF01</b>
		<b>REVISIONE</b>	<b>00</b>
		<b>PAGINA</b>	<b>28 di 28</b>

**SHADOW - Map**

**Calculation:** \_Layout\_7WTG-V163-4.50MW-HUB113



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



Map: EMD OpenStreetMap , Print scale 1:75,000, Map center Geo WGS84 East: 14.878889° E North: 41.961672° N  
 ▲ New WTG      ● Shadow receptor  
 Flicker map level: Height Contours: CONTOURLINE\_ONLINEDATA\_0.wpo (10)  
 Time step: 4 minutes, Day step: 14 days, Map resolution: 30 m, Visibility resolution: 15 m, Eye height: 1.5 m

**Figura 13 – Map.**