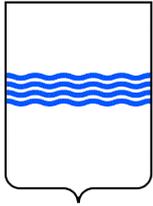


PROGETTO PER LA REALIZZAZIONE DI UN PARCO EOLICO E DELLE RELATIVE OPERE DI CONNESSIONE ALLA RTN

POTENZA NOMINALE 84 MW

REGIONE
BASILICATA



PROVINCIA
di POTENZA



ATELLA



AVIGLIANO



FILIANO



POTENZA



Località "Serradenti"

Scala:

Formato Stampa:

-

A4

PROGETTO DEFINITIVO

RELAZIONE

A.8

Relazione specialistica - Studio sugli effetti di shadow-flickering

Progettazione:

Committenza:



R.S.V. Design Studio S.r.l.

Piazza Carmine, 5 | 84077 Torre Orsaia (SA)
P.IVA 05885970656
Tel./fax: +39 0974 985490 | e-mail: info@rsv-ds.it



Ripawind S.r.l.

Via della Tecnica, 18 | 85100 Potenza (PZ)
P.IVA 01960620761
Indirizzo pec: ripawind@pec.it



Speranza Carmine Antonio



Quirino Vassalli

Catalogazione Elaborato

PZ_SRD_A8_RELAZIONE SPECIALISTICA - STUDIO SUGLI EFFETTI DI SHADOW FLICKERING.pdf
PZ_SRD_A8_ELAZIONE SPECIALISTICA - STUDIO SUGLI EFFETTI DI SHADOW FLICKERING.doc

Data	Motivo della revisione:	Redatto:	Controllato:	Approvato:
Settembre 2022	Prima emissione	FS	QV/AS	RSV

☐ ☐ _____ ☐ ☐

SOMMARIO

SOMMARIO	1
1. PREMESSA	2
2. INTRODUZIONE	3
3. NORMATIVA DI RIFERIMENTO	4
4. IL PROGETTO	4
4.1.1 INQUADRAMENTO TERRITORIALE E PROGETTUALE	4
4.1.2 RICETTORI INTERESSATI	6
5. ANALISI DELL'OMBRA SU STRADA	7
6. ANALISI DELLO SHADOW FLICKERING	8
6.1.1 METODOLOGIA DI ANALISI	10
6.1.2 DATI DI INPUT	13
6.1.3 DTM	14
6.1.4 SHADOW RECEPTORS	14
6.1.5 WTG	26
6.1.6 DATI VENTO	26
6.1.7 SITO METEREEOLOGICO	27
6.1.8 REAL CASE	27
7. RISULTATI	28
7.1.1 ANALISI RISULTATI	41
8. CONCLUSIONI	45

□ . . . □ . . . _____ . . . □ . . . □

1. PREMESSA

Questo documento riporta un'analisi dell'effetto di Shadow-Flickering del progetto eolico da realizzare nei comuni di Atella (PZ), Avigliano (PZ), Filiano (PZ) e Potenza della Regione Basilicata.

Lo “shadow flicker”, tradotto letteralmente come ombreggiamento intermittente, risulta dalla proiezione dell'ombra delle pale rotanti degli aerogeneratori sottoposte alla luce diretta del sole. Da tutto ciò deriva un effetto stroboscopico che vede un “taglio” intermittente della luce solare; tale intermittenza viene ad intensificarsi nelle ore vicine all'alba o al tramonto ossia quando la posizione del sole è in grado di generare delle ombre più consistenti.

Considerato che a lungo andare questa alternanza di luce-ombra potrebbe dare fastidio agli occupanti delle abitazioni rurali poste nelle vicinanze dell'impianto e le cui finestre risultano esposte al fenomeno stesso, è essenziale stimare le ore/anno di esposizione per ciascun “ricettore sensibile”.

L'impianto oggetto di studio, da realizzare nei comuni di Atella (PZ), Avigliano (PZ), Filiano (PZ) e Potenza, è costituito da 14 aerogeneratori della potenza individuale nominale di circa 6.0 MW per una potenza totale complessiva di circa 84 MW.

All'interno del presente documento, a seguito di una breve descrizione del fenomeno di Shadow Flickering, viene esposto il quadro generale e normativo riferito allo stesso; dopodiché si analizza il caso in esame facendo bene attenzione a descrivere:

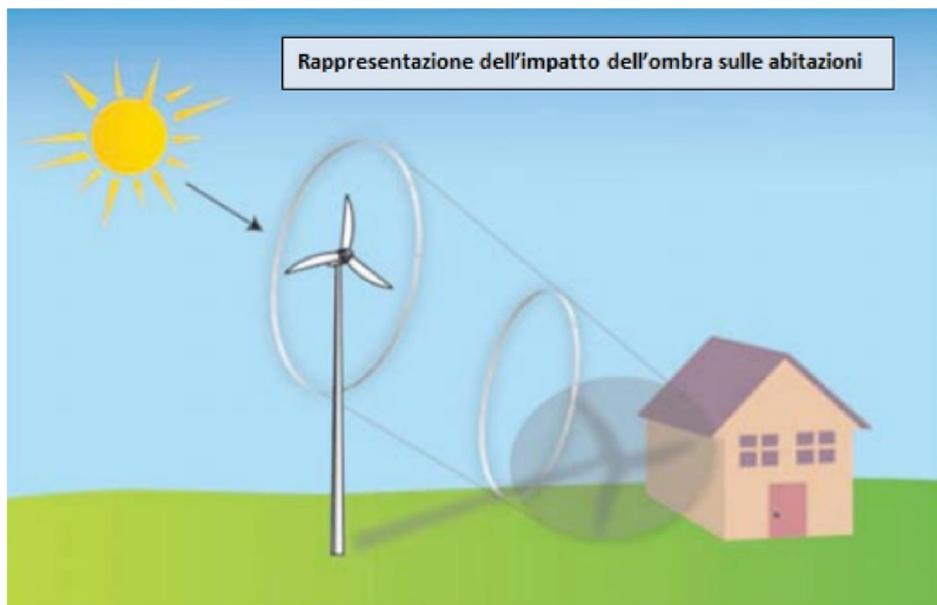
- Posizione e caratteristiche delle turbine;
- Shadow Receptor (SR) quali eventuali abitazioni rurali presenti in prossimità dell'area;
- Analisi del caso di studio;
- Esposizione dei risultati ottenuti.

Tutti gli aspetti sopra elencati vengono trattati dentro WindPRO, un software di simulazione specifico del campo eolico che viene incontrato in varie fasi della progettazione, incluso la quantificazione del fenomeno di Shadow Flickering mediante il modulo chiamato SHADOW.

□ . . . □ . . . _____ . . . □ . . . □

2. INTRODUZIONE

Un aerogeneratore è composto da un rotore, formato da tre pale, che ruota attorno al proprio asse. A causa di questa rotazione, l'ombra dal rotore intermittente, provoca un fenomeno, solitamente definito utilizzando il termine inglese "shadow-flickering", che può risultare di disturbo per gli esseri umani che si trovano all'interno della zona d'ombra intermittente. Nel valutare gli impatti dell'impianto eolico si devono pertanto considerare gli effetti dello shadow-flickering sui luoghi abitati siti nell'area di impianto. Dato che nei momenti della giornata in cui il sole è più prossimo all'orizzonte, l'angolo di incidenza della radiazione solare risulta molto basso, le ombre generate dagli aerogeneratori si allungano notevolmente e, sebbene per un periodo di tempo molto ristretto, interessano una porzione di terreno ampia. Sulla base dell'esperienza dei paesi del Nord Europea, ove il fenomeno è molto più sentito per l'effetto della minore altezza del sole sull'orizzonte (es. Danimarca, Germania...), la valutazione del fenomeno viene effettuata per singolo recettore, determinando il numero di ore in cui esso è affetto da questo fenomeno.



□ . . . □ . . . _____ . . . □ . . . □

3. NORMATIVA DI RIFERIMENTO

L'effetto Shadow-Flickering è più pronunciato nelle latitudini settentrionali durante i mesi invernali. Pertanto alcuni paesi hanno adottato dei limiti di legge relativi all'esposizione all'effetto in trattazione.

In Italia invece non esiste normativa nazionale specifica che regolamenti il fenomeno, e quindi alcune regioni, nella definizione dei propri regolamenti di settore, si sono regolate autonomamente.

La Regione Basilicata, nel Piano di Indirizzo Energetico Ambientale Regionale (PIEAR) stabilisce una "distanza minima di ogni aerogeneratore dalle abitazioni determinata in base".

La Regione Basilicata, nel Piano di Indirizzo Energetico Ambientale Regionale (PIEAR) richiede una "distanza minima di ogni aerogeneratore dalle abitazioni determinata in base ad una verifica di compatibilità acustica (relativi a tutte le frequenze emesse) di Shadow-Flickering e di sicurezza in caso di rottura accidentale degli organi rotanti. In ogni caso questa distanza non deve essere inferiore a 2,5 volte l'altezza massima della pala (altezza della torre più lunghezza della pala) o 300 metri". Non è previsto invece nella normativa regionale alcun limite in termine di tempo di esposizione al fenomeno. Tuttavia, allo scopo di fornire una valutazione del progetto anche in termini qualitativi, nella definizione del layout di progetto si è valutato anche questo aspetto e si è cercato di tenere l'esposizione di ogni ricettore allo shadow flickering al di sotto delle 30 ore annue, parametro considerato a livello internazionale come qualità.

4. IL PROGETTO

4.1.1 Inquadramento territoriale e progettuale

L'area interessata dalla realizzazione del progetto è prevalentemente destinata ad uso agricolo e si stanZIA al di fuori dei centri abitati di Atella (PZ), Avigliano (PZ), Filiano (PZ) e Potenza; essa presenta una variabilità topografica e altimetrica abbastanza omogenea attestandosi su circa 730 m slm.

La zona prevista per la realizzazione del parco eolico è ubicata a circa 2.5 km, in direzione S-O, dal centro abitato di Avigliano, a circa 2.4 Km in direzione N-E dal centro abitato di Filiano e a circa 3.1 km in direzione S-E da centro abitato di San Cataldo.

□ . . . □ . . . _____ . . . □ . . . □

L'impianto di progetto si costituisce di 14 aerogeneratori modello Vestas V150 della potenza nominale approssimativa di 6.0 MW per una potenza totale complessiva di circa 84 MW.

Il progetto prevede l'uso di aerogeneratori della più moderna tecnologia e di elevata potenza nominale unitaria, in modo da massimizzare la potenza dell'impianto e l'energia producibile, diminuendo così il numero di turbine e quindi l'impatto ambientale a parità di potenza installata.



Figura 1: inquadramento territoriale dell'area da destinare alla realizzazione del parco eolico

Nello studio del fenomeno di Shadow Flickering la fonte dell'ombreggiamento è data dagli aerogeneratori stessi: il modello ritenuto adatto per l'impianto in esame è il modello Vestas V150 con diametro del rotore di 150m e a altezza al mozzo di 105m.

✘ . . . ✘ . . . _____ . . . ✘ . . . ✘

Sebbene l'area oggetto di studio non è interessata dalla presenza di turbine afferenti ad altri impianti eolici già presenti o autorizzati non è possibile calcolare l'effetto cumulativo delle stesse con l'impianto in progetto sugli eventuali recettori esistenti.

Il calcolo di Shadow Flickering viene dunque svolto per le sole turbine dell'impianto in progetto e le cui coordinate sono contenute in Tabella 1.

	UTM WGS 84 Lon. Est [m]	UTM WGS84 Lat. Nord [m]	P [kW]	H slm [m]	H mozzo slt [m]	D rotore [m]
WTG01	556.944,45	4.514.955,46	6'000	846	105	150
WTG02	557.345,22	4.514.424,59		873		
WTG03	557.947,41	4.514.331,12		851		
WTG04	558.995,14	4.515.918,85		757		
WTG05	559.299,10	4.515.386,78		826		
WTG06	558.860,82	4.514.816,06		864		
WTG07	560.164,38	4.514.566,23		1.056		
WTG08	560.038,45	4.513.900,83		1.089		
WTG09	560.001,58	4.512.250,40		1.082		
WTG10	560.700,00	4.512.563,00		1.189		
WTG11	561.326,00	4.512.989,00		1.143		
WTG12	561.362,98	4.512.312,82		1.154		
WTG13	561.958,94	4.512.206,21		1.181		
WTG14	562.106,29	4.511.106,09		1.148		

Tabella 1: Coordinate aerogeneratori dell'impianto di progetto e caratteristiche salienti

4.1.2 Ricettori interessati

Poiché l'area è destinata alla realizzazione del progetto maggiormente ad uso agricolo e stanziata al di fuori dei centri abitati dei comuni di Atella (PZ), Avigliano (PZ), Filiano (PZ) e Potenza, la maggior parte dei fabbricati individuati nell'area sono di tipo produttivo, essendo capanni e depositi connessi ad attività agricole, ed adibite a ricovero per mezzi e materiali.

⌘ . . . ⌘ . . . _____ . . . ⌘ . . . ⌘

I fabbricati considerati nello studio sono prevalentemente ruderi non abitati in cui la presenza di persone è stata rilevata solo per brevi periodi e sono stati considerati i soli fabbricati abitativi, ubicati in un raggio di 2 km dagli aerogeneratori (oltre questa distanza, l'effetto si considera trascurabile).

È di seguito riportata la vista aerea dell'area insieme all'individuazione di tutti i recettori inseriti nel calcolo di shadow flickering; in seguito verrà riportato l'elenco dei recettori con le rispettive coordinate geografiche esposte nel sistema di riferimento UTM WGS84 Tabella 1.

5. ANALISI DELL'OMBRA SU STRADA

In Italia il problema dell'ombra provocata dagli aerogeneratori su strada e la conseguente formazione di ghiaccio è strettamente legata ai territori montani o appenninici di alcune regioni, per cui si tratta di un fenomeno marginale trascurato dalla normativa nazionale.

Tuttavia, per una progettazione attenta ad evitare che si verifichino possibili permanenze di ghiaccio sulle strade in prossimità dell'area interessata dal progetto, si tiene in considerazione il fatto che l'ombra su strada che potrebbe generare ghiaccio è quella della torre compresa di navicella, questo perché è quella che persiste per più tempo, mentre quella delle pale durante la rotazione può essere considerata marginale (il fenomeno non produce nessun danno in quanto verrà percepito per brevi istanti oltreché in movimento).

Pertanto l'ombra che si prende in considerazione per questo studio è la massima ombra proiettata della torre di una turbina esclusa di pale. Dal momento che ogni turbina è posta ad una distanza minima di 220 m da strade provinciali e statali (per limiti imposti dalla normativa regionale) è ragionevole escludere il rischio del fenomeno di formazione di ghiaccio su strada. Per un'ulteriore tesi a corredo di tale analisi, si analizza lo storico del clima dei territori comunali interessati dal progetto, con il fine di mettere in evidenza che le temperature medie giornaliere e medie mensili sono molto distanti dalle temperature per le quali vi è pericolo di formazione di ghiaccio. In conclusione si può asserire che sussistono le condizioni affinché il fenomeno si verifichi.

□ . . . □ . . . _____ . . . □ . . . □

6. ANALISI DELLO SHADOW FLICKERING

Lo Shadow flickering o effetto di “taglio” intermittente della luce solare è dovuto al sole che incontrando la rotazione delle pale produce la proiezione dell’ombra della turbina stessa sull’area strettamente afferente al parco eolico.

Questo fenomeno è più evidente nelle latitudini a nord durante i mesi invernali (Es. Danimarca), a causa dell’angolo del sole, ma l’ombreggiamento intermittente si può verificare in qualunque breve momento tra l’alba ed il tramonto e cambiando la posizione del sole per tutto il giorno e per tutto l’anno cambierà anche l’area interessata dall’ombra.

Ovviamente devono persistere condizioni tali da creare il fenomeno quali appunto:

- Turbina in funzione;
- Cielo aperto e sgombro da copertura nuvolosa;
- Posizione del rotore della turbina lungo la linea di vista e senza ostacoli dal recettore al sole.

Le condizioni sopra elencate rappresentano anche il caso peggiore (worst case) che non identificano soltanto il fenomeno di ombreggiamento ma ne permettono anche una sovrastima poiché nella realtà (real case) il fenomeno si verifica con minor “frequenza” a causa di una serie di fattori che interviene sulla percettibilità del medesimo andando a ridurre quella che è l’entità dell’impatto calcolato. Più precisamente i fattori in questione sono:

- Posizione del ricettore relativamente alla turbina;
- Caratteristiche del vento (la direzione determina l’orientamento del rotore; l’intensità determina l’attivazione);
- Dimensioni dell’aerogeneratore;
- Periodo dell’anno;
- Momento della giornata;
- Condizioni meteorologiche (ad es. presenza di copertura nuvolosa o foschia vanno a mitigare il fenomeno).

Il fenomeno è infatti meno intenso quando:

☐ . . . ☐ . . . _____ . . . ☐ . . . ☐

- aumenta la distanza turbina-recettore, se essa è maggiore di 10 volte il diametro del rotore si ha una diminuzione dell'intensità del tremolio dell'ombra che sarà meno percepibile dall'occhio umano;
- 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 del sole.

Da non trascurare le condizioni di illuminazione ambientale le quali vanno ad influenzare 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.

Il fastidio e il disturbo che il fenomeno di flickering può provocare all'uomo è fortemente legato alla frequenza o alla velocità del tremolio dell'ombra a loro volta correlate alla velocità del rotore e al numero di lame sulla turbina: alcune linee guida di paesi esteri raccomandano una velocità di flicker non maggiore di 3 "tagli" al secondo; per la classica turbina tripala questo effetto corrisponde ad una completa rotazione del rotore in un secondo, equivalente a 60 giri al minuto (60 RPM). Il valore di 60 RPM è tipico di aerogeneratori di piccola taglia con piccoli rotori (circa 20 m) che avranno di conseguenza più elevata velocità di rotazione. Le turbine attualmente in commercio di grande taglia hanno una velocità di rotazione ben inferiore a tali valori, con una velocità del rotore che si attesta intorno ai 20 RPM. Ciò si traduce in bande che passano frequenze inferiori a 1 Hz o 1 ciclo al secondo: a tali basse frequenze, lo sfarfallio potrebbe essere causa di fastidio, ma non costituisce una minaccia per la salute.

Il fenomeno di Flickering può esser modellato e previsto semplicemente con un dettaglio del minuto essendo in possesso di alcune informazioni, ossia:

- localizzazioni geografiche (turbine e recettori);
- elevazioni del suolo (turbine e recettori);
- geometria delle turbine (diametro del rotore e altezza al mozzo).

Da quanto risulta da tutto ciò sarà possibile disporre le turbine di modo che il numero di ore all'anno per ogni recettore sensibile non superi una certa soglia massima.

Da quanto si evince da una stima eseguita su base annuale le ore di ombra sono minori all'aumentare della distanza del pilone secondo una particolare geometria dettata dalla

□ . . . □ . . . _____ . . . □ . . . □

posizione geografica; come è osservabile dalla Figura 2 l'ombra arriva a proiettarsi anche sino ad una distanza di 1 km, anche se per la durata di pochi minuti all'anno.

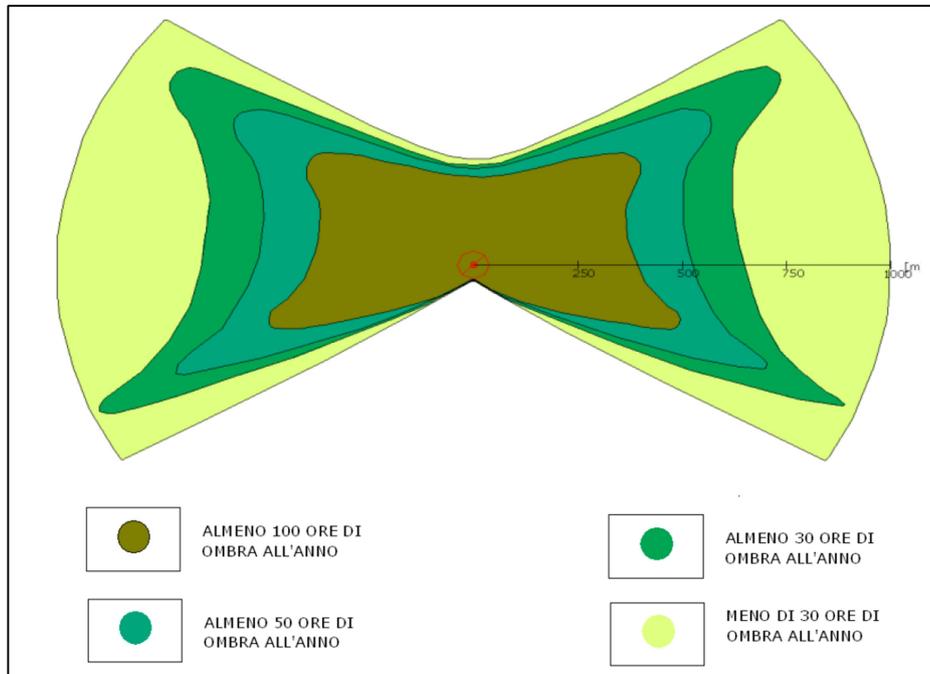


Figura 2: schema rappresentativo dell'evoluzione annuale tipo dell'ombra di un aerogeneratore

In Italia non esiste una normativa specifica ma vi sono delle regolamentazioni locali che stabiliscono una soglia specifica, al di sotto della quale bisogna tenersi, oltre la quale il fenomeno potrebbe divenire “relevant”, “significant” o addirittura “unreasonable”.

6.1.1 Metodologia di analisi

Allo scopo di ottenere i risultati si è fatto uso di un software specifico per la progettazione eolica WindPRO che, composto da una serie di moduli, è in grado di simulare una moltitudine di aspetti legati all'operatività del parco. Il modulo che viene in soccorso per la stima del fenomeno di ombreggiamento è SHADOW.

Quelli che seguono sono i dati utilizzati come input, ovvero:

- ▲ Il modello DTM del terreno;
- ▲ Per gli aerogeneratori:

☒ . . . ☒ . . . _____ . . . ☒ . . . ☒

- posizione geografica;
- modello;
- caratteristiche dimensionali;
- ▲ definizione di aree sensibili o recettori con relative:
 - posizione geografica;
 - caratteristiche dimensionali dell'area disturbata (finestra, patio, area esterna);
- ▲ caratteristiche anemologiche dell'area (funzionali al calcolo di *real case* basato sulla effettiva distribuzione statistica dei dati del vento in relazione alle ore di funzionamento ed al posizionamento della navicella per la proiezione del rotore);
- ▲ definizione di dati meteorologici storici di una stazione di riferimento per il calcolo probabilistico delle ore di soleggiamento.

Per la definizione del recettore o “finestra” nel modello bisogna definirne attentamente (Figura 3):

- La posizione sopra il livello del suolo e la sua dimensione (altezza e larghezza);
- L'inclinazione rispetto all'orizzontale (si può scegliere tra finestra verticale, orizzontale e tetto [45°]).
- L'orientamento direzionale rispetto al sud (in gradi, positivi, a ovest).

In alternativa è possibile optare per la modalità “Green house” dando al recettore le caratteristiche di una “serra” il quale riceve ombra da qualsivoglia direzione in quanto totalmente esposto al fenomeno dell'ombra intermittente.

Shadow Receptor Data (R02_d (video))

Position | Layers | Window

Single direction mode

"Green house" mode, window is perpendicular to all WTGs

Degrees from south clockwise

Height of window m

Width of window m

Bottom line height above ground m

Slope of window

User defined slope °

Ok

Cancel

Prev

Next

Figura 3: finestra di input delle caratteristiche del recettore

□ . . . □ . . . _____ . . . □ . . . □

In Figura 4 è riportato lo schema di calcolo del modulo SHADOW.

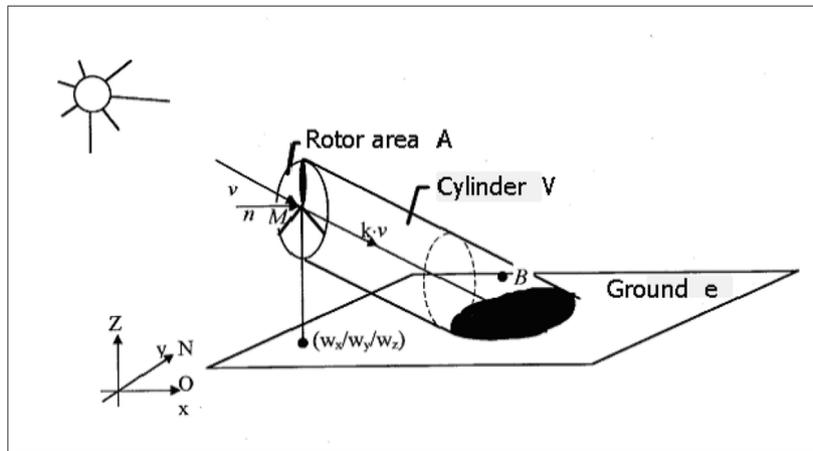


Figura 4: schema di calcolo del modulo SHADOW

Inoltre bisogna considerare che il software tiene anche conto della presenza di eventuali elementi digitalizzati come “ostacoli” e che vanno dunque a ridurre l’intensità del fenomeno (Figura 5).

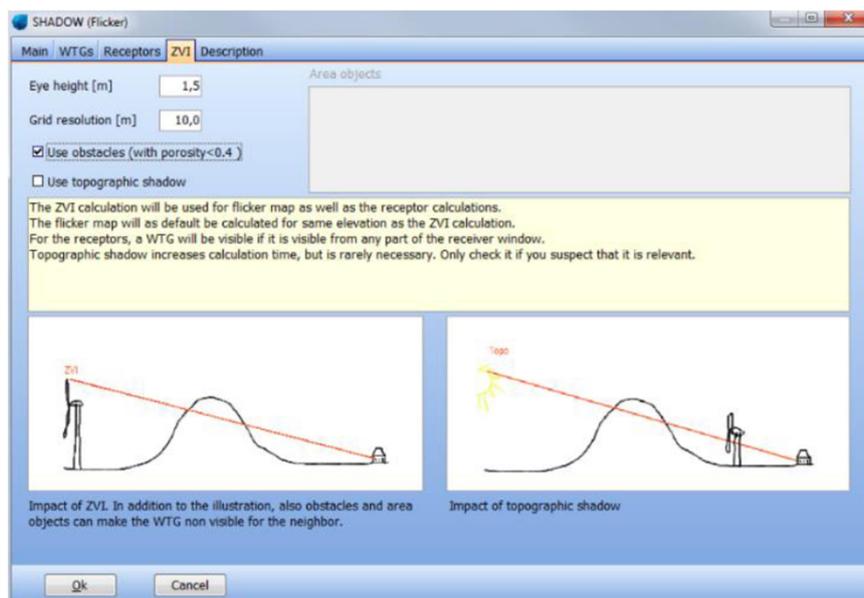


Figura 5: opzione ZVI disponibile per gli ostacoli naturali ed artificiali digitalizzati nel modello

α α _____ α α

Naturalmente alla base del calcolo vengono assunte come condizioni quelle rappresentative del *worst case* descritto in precedenza e che omette:

- Aerogeneratore sempre in funzione;
- Sole splendente dall'alba al tramonto (altezza minima sull'orizzonte pari almeno a 3° affinché produca il fenomeno di ombreggiamento);
- Aerogeneratore che "insegue" il sole ossia piano di rotazione delle pale sempre perpendicolare alla direttrice sole-aerogeneratore.

Al fine di una massimizzazione del fenomeno già sovrastimato (worst case) si procede con:

- Ciascun recettore digitalizzato in "Green house" mode per cui nel calcolo ciascuna parete dello stesso risulterà esposto al fenomeno;
- Trascurare la presenza eventuale di ostacoli e/o alberi che intercettano le ombre diminuendo o annullando l'intensità del fenomeno.

I risultati derivanti dal worst case si confrontano poi con quelli del *real case* il quale permette di ricavare un numero di ore di ombreggiamento più realistico tenendo conto di:

- Reale presenza del sole;
- Ore di funzionamento della turbina nell'arco di un anno in funzione della direzione del vento che influisce sull'orientamento delle pale rispetto al sole e di conseguenza sull'ombra proiettata sui recettori.

6.1.2 Dati di Input

Il modello per la simulazione dell'impianto con il modulo SHADOW è stato impostato inserendo nel software:

- Il modello digitale del terreno (**DTM**) per tener conto dell'orografia funzionale nella mascheratura fisica dell'impatto dell'ombra;
- **Posizione** geografica dei **recettori** con relativo *dettaglio dimensionale* delle aree più esposte (come illustrato in Figura);
- **Posizioni** geografiche dei **generatori** di turbine eoliche e loro *caratteristiche dimensionali*;
- **Dati vento** di una *stazione di misura locale* per il calcolo dell'energia funzionale alla stima delle ore operative e delle probabilità associate alle diverse direzioni del vento;

☒ . . . ☒ . . . _____ . . . ☒ . . . ☒

- Dati provenienti da una *stazione meteo nazionale* per il calcolo della probabilità mensile della presenza del sole;
- Assenza di ostacoli naturali e/o artificiali.

Vediamoli di seguito nel dettaglio.

6.1.3 DTM

Il modello digitale del terreno è stato direttamente estrapolato dai dati disponibili online assicurandosi che combaciasse con le curve di livello tracciate e visibili su carta IGM 1:25'000 (Figura 6).

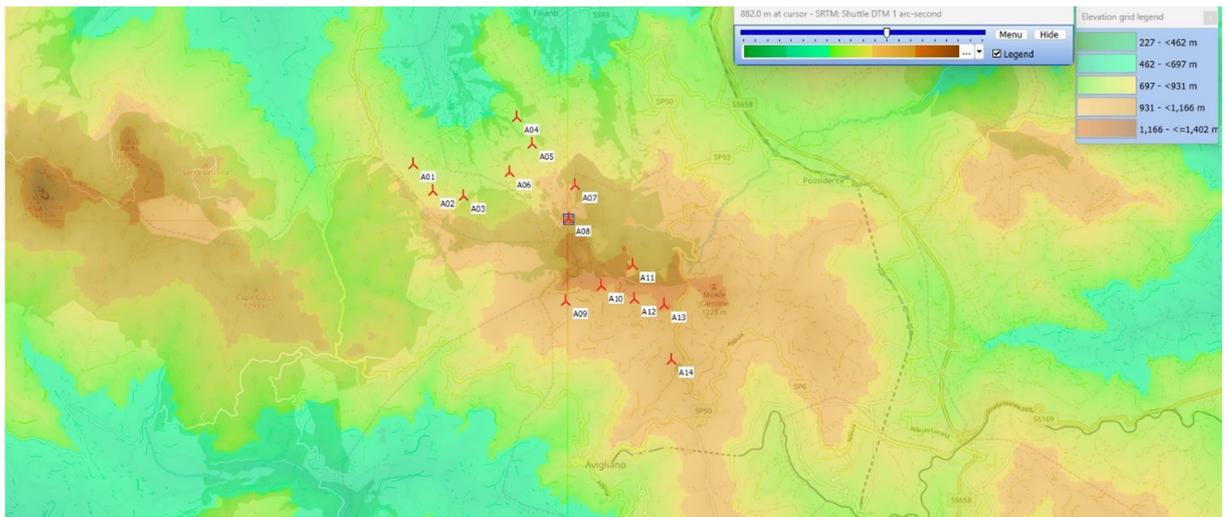


Figura 6: modello digitale del terreno (DTM) per l'area di realizzazione del parco

6.1.4 SHADOW RECEPTORS

Le coordinate di tutti gli Shadow Receptors raffigurati in Figura 6 sono riportate in Tabella 2 assieme alle caratteristiche dimensionali delle stesse (digitalizzate in base alle modalità espone in Figura 6). Si chiarisce che sono tutti stati acquisiti in modalità “Green house” così da porsi a vantaggi di sicurezza, non considerando dunque la singola finestra soggetta al fenomeno di ombreggiamento ma eventualmente anche l'area antistante le abitazioni rurali dove comunque vi è la possibilità che vi siano esseri umani sensibili al fenomeno.

α α _____ α α

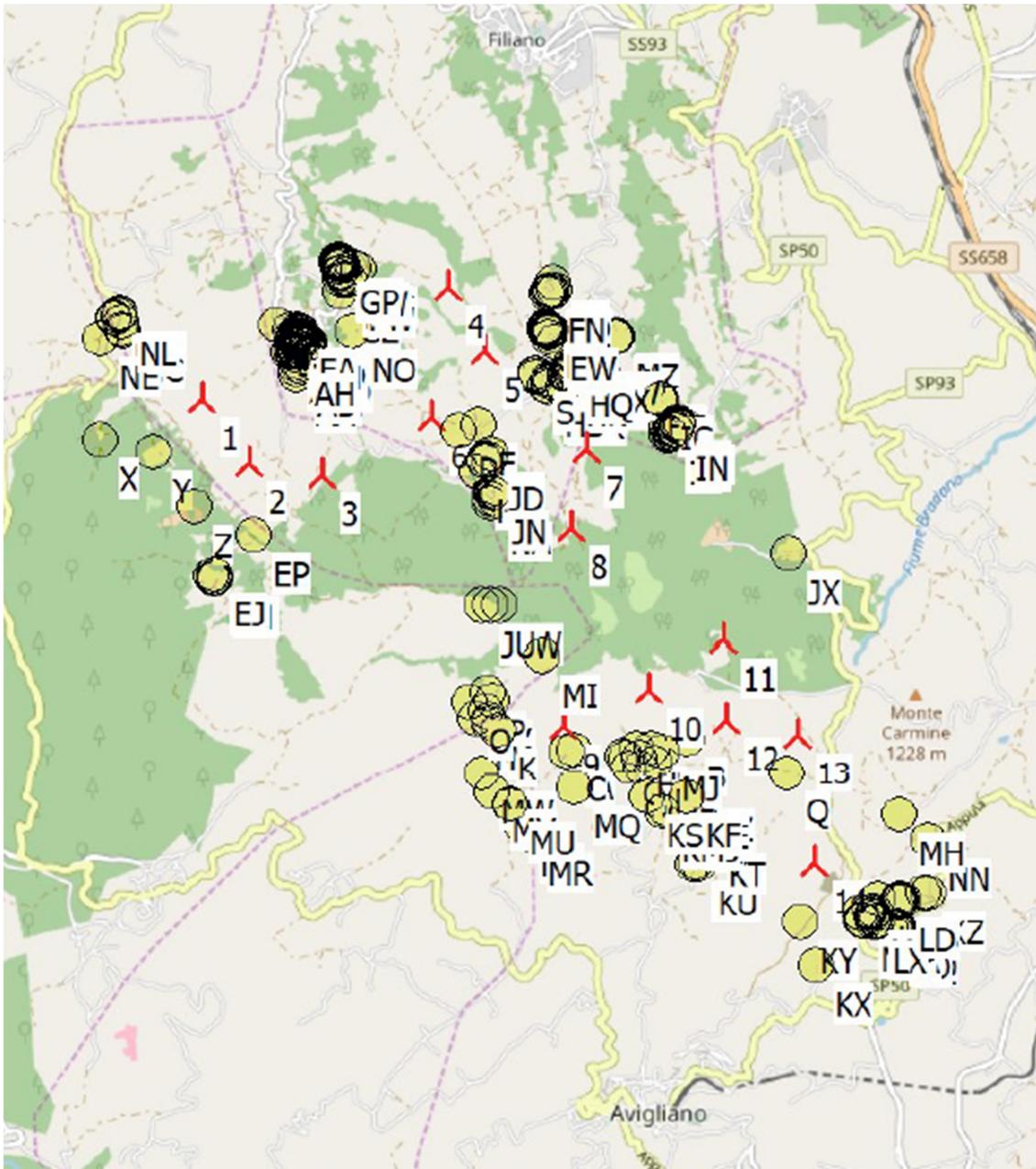


Figura 7: rappresentazione delle WTG e degli Shadow Receptor (WindPRO)

□ . . . □ . . . _____ . . . □ . . . □

No. Name	Easting	Northing	Z [m]	Width [m]	Height [m]	Elevation a.g.l. [m]	Slope of window [°]	Direction mode	Eye height (ZVI) a.g.l. [m]
A	560.081	4.512.060	1.032,2	1.2	1.4	1	90	Shadow Receptor	2.4
B	561.031	4512153	1.120,2	1.2	1.4	1	90	Shadow Receptor	2.4
C	560.024	4512046	1.038,5	1.2	1.4	1	90	Shadow Receptor	2.4
D	559.096	4514710	898,2	1.2	1.4	1	90	Shadow Receptor	2.4
E	559.268	4514767	916	1.2	1.4	1	90	Shadow Receptor	2.4
F	559.268	4514756	917,3	1.2	1.4	1	90	Shadow Receptor	2.4
G	560.488	4512008	1.069,7	1.2	1.4	1	90	Shadow Receptor	2.4
H	560.609	4512077	1.086,7	1.2	1.4	1	90	Shadow Receptor	2.4
I	560.608	4512073	1.086,5	1.2	1.4	1	90	Shadow Receptor	2.4
J	560.736	4512076	1.107,6	1.2	1.4	1	90	Shadow Receptor	2.4
K	559.440	4512204	1.080,3	1.2	1.4	1	90	Shadow Receptor	2.4
L	559.372	4512282	1.084	1.2	1.4	1	90	Shadow Receptor	2.4
M	559.369	4512289	1.083,9	1.2	1.4	1	90	Shadow Receptor	2.4
N	559.264	4512314	1.065,5	1.2	1.4	1	90	Shadow Receptor	2.4
O	559.192	4512449	1.044,5	1.2	1.4	1	90	Shadow Receptor	2.4
P	559.362	4512522	1.066,1	1.2	1.4	1	90	Shadow Receptor	2.4
Q	561.864	4511865	1.118,3	1.2	1.4	1	90	Shadow Receptor	2.4
R	559.729	4515198	892,4	1.2	1.4	1	90	Shadow Receptor	2.4
S	559.740	4515194	893,8	1.2	1.4	1	90	Shadow Receptor	2.4
T	559.755	4515177	895,9	1.2	1.4	1	90	Shadow Receptor	2.4
U	559.722	4515168	897,6	1.2	1.4	1	90	Shadow Receptor	2.4
V	559.403	4512467	1.085,4	1.2	1.4	1	90	Shadow Receptor	2.4
W	559.345	4512380	1.084,6	1.2	1.4	1	90	Shadow Receptor	2.4
X	556.093	4514615	869,5	1.2	1.4	1	90	Shadow Receptor	2.4
Y	556.542	4514517	917	1.2	1.4	1	90	Shadow Receptor	2.4
Z	556.886	4514047	896,9	1.2	1.4	1	90	Shadow Receptor	2.4
AA	557.728	4515171	755,3	1.2	1.4	1	90	Shadow Receptor	2.4
AB	557.729	4515207	750,6	1.2	1.4	1	90	Shadow Receptor	2.4
AC	557.792	4515229	742,6	1.2	1.4	1	90	Shadow Receptor	2.4
AD	557.748	4515245	743,3	1.2	1.4	1	90	Shadow Receptor	2.4
AE	557.752	4515274	739,5	1.2	1.4	1	90	Shadow Receptor	2.4
AF	557.667	4515357	727,9	1.2	1.4	1	90	Shadow Receptor	2.4
AG	557.691	4515357	728,8	1.2	1.4	1	90	Shadow Receptor	2.4

☐ ☐ _____ ☐ ☐

AH	557.709	4515325	731,4	1.2	1.4	1	90	Shadow Receptor	2.4
AI	557.722	4515361	730,8	1.2	1.4	1	90	Shadow Receptor	2.4
AJ	557.713	4515364	729,9	1.2	1.4	1	90	Shadow Receptor	2.4
AK	557.702	4515372	728,5	1.2	1.4	1	90	Shadow Receptor	2.4
AL	557.700	4515381	727,8	1.2	1.4	1	90	Shadow Receptor	2.4
AM	557.721	4515376	729,8	1.2	1.4	1	90	Shadow Receptor	2.4
AN	557.726	4515391	729,3	1.2	1.4	1	90	Shadow Receptor	2.4
AO	557.762	4515368	731,5	1.2	1.4	1	90	Shadow Receptor	2.4
AP	557.773	4515376	730,5	1.2	1.4	1	90	Shadow Receptor	2.4
AQ	557.799	4515385	727,6	1.2	1.4	1	90	Shadow Receptor	2.4
AR	557.773	4515402	727,8	1.2	1.4	1	90	Shadow Receptor	2.4
AS	557.728	4515440	721,3	1.2	1.4	1	90	Shadow Receptor	2.4
AT	557.750	4515437	724	1.2	1.4	1	90	Shadow Receptor	2.4
AU	557.758	4.515.441	723,3	1.2	1.4	1	90	Shadow Receptor	2.4
AV	557.757	4.515.432	724,5	1.2	1.4	1	90	Shadow Receptor	2.4
AW	557.755	4.515.428	725,1	1.2	1.4	1	90	Shadow Receptor	2.4
AX	557.755	4.515.419	726,3	1.2	1.4	1	90	Shadow Receptor	2.4
AY	557.753	4.515.411	727,4	1.2	1.4	1	90	Shadow Receptor	2.4
AZ	557.751	4.515.406	728,2	1.2	1.4	1	90	Shadow Receptor	2.4
BA	557.758	4.515.415	726,7	1.2	1.4	1	90	Shadow Receptor	2.4
BB	557.761	4.515.418	726,3	1.2	1.4	1	90	Shadow Receptor	2.4
BC	557.864	4.515.323	735,2	1.2	1.4	1	90	Shadow Receptor	2.4
BD	557.858	4.515.337	733,5	1.2	1.4	1	90	Shadow Receptor	2.4
BE	557.843	4.515.351	731,6	1.2	1.4	1	90	Shadow Receptor	2.4
BF	557.827	4.515.368	728,8	1.2	1.4	1	90	Shadow Receptor	2.4
BG	557.832	4.515.378	727,8	1.2	1.4	1	90	Shadow Receptor	2.4
BH	557.851	4.515.362	730,6	1.2	1.4	1	90	Shadow Receptor	2.4
BI	557.823	4.515.410	724,5	1.2	1.4	1	90	Shadow Receptor	2.4
BJ	557.816	4.515.420	723,5	1.2	1.4	1	90	Shadow Receptor	2.4
BK	557.813	4.515.411	724,4	1.2	1.4	1	90	Shadow Receptor	2.4
BL	557.783	4.515.438	723,1	1.2	1.4	1	90	Shadow Receptor	2.4
BM	557.786	4.515.412	725,3	1.2	1.4	1	90	Shadow Receptor	2.4
BN	557.780	4.515.417	725,2	1.2	1.4	1	90	Shadow Receptor	2.4
BO	557.775	4.515.424	724,7	1.2	1.4	1	90	Shadow Receptor	2.4
BP	557.771	4.515.421	725,5	1.2	1.4	1	90	Shadow Receptor	2.4
BQ	557.717	4.515.493	714,4	1.2	1.4	1	90	Shadow Receptor	2.4
BR	557.709	4.515.501	713,6	1.2	1.4	1	90	Shadow Receptor	2.4
BS	557.815	4.515.441	722	1.2	1.4	1	90	Shadow Receptor	2.4

⌘ ⌘ _____ ⌘ ⌘

BT	557.796	4.515.478	720,5	1.2	1.4	1	90	Shadow Receptor	2.4
BU	557.788	4.515.482	720,3	1.2	1.4	1	90	Shadow Receptor	2.4
BV	557.699	4.515.484	714,1	1.2	1.4	1	90	Shadow Receptor	2.4
BW	557.714	4.515.479	715,1	1.2	1.4	1	90	Shadow Receptor	2.4
BX	557.723	4.515.472	716,2	1.2	1.4	1	90	Shadow Receptor	2.4
BY	557.708	4.515.491	714	1.2	1.4	1	90	Shadow Receptor	2.4
BZ	557.736	4.515.470	718,2	1.2	1.4	1	90	Shadow Receptor	2.4
CA	557.747	4.515.464	720,2	1.2	1.4	1	90	Shadow Receptor	2.4
CB	557.745	4.515.476	718,7	1.2	1.4	1	90	Shadow Receptor	2.4
CC	557.747	4.515.481	718,4	1.2	1.4	1	90	Shadow Receptor	2.4
CD	557.729	4.515.461	718,1	1.2	1.4	1	90	Shadow Receptor	2.4
CE	557.723	4.515.461	717,3	1.2	1.4	1	90	Shadow Receptor	2.4
CF	557.741	4.515.455	720,3	1.2	1.4	1	90	Shadow Receptor	2.4
CG	557.684	4.515.546	710,7	1.2	1.4	1	90	Shadow Receptor	2.4
CH	557.785	4.515.448	722,4	1.2	1.4	1	90	Shadow Receptor	2.4
CI	557.785	4.515.454	722,1	1.2	1.4	1	90	Shadow Receptor	2.4
CJ	557.774	4.515.456	721,9	1.2	1.4	1	90	Shadow Receptor	2.4
CK	557.775	4.515.451	722,4	1.2	1.4	1	90	Shadow Receptor	2.4
CL	557.777	4.515.466	721,3	1.2	1.4	1	90	Shadow Receptor	2.4
CM	557.769	4.515.464	721,3	1.2	1.4	1	90	Shadow Receptor	2.4
CN	557.766	4.515.467	720,9	1.2	1.4	1	90	Shadow Receptor	2.4
CO	557.769	4.515.470	720,9	1.2	1.4	1	90	Shadow Receptor	2.4
CP	557.763	4.515.475	720,2	1.2	1.4	1	90	Shadow Receptor	2.4
CQ	557.765	4.515.478	720,1	1.2	1.4	1	90	Shadow Receptor	2.4
CR	557.776	4.515.469	721,1	1.2	1.4	1	90	Shadow Receptor	2.4
CS	557.773	4.515.473	720,8	1.2	1.4	1	90	Shadow Receptor	2.4
CT	557.771	4.515.476	720,7	1.2	1.4	1	90	Shadow Receptor	2.4
CU	557.770	4.515.478	720,5	1.2	1.4	1	90	Shadow Receptor	2.4
CV	557.769	4.515.481	720,2	1.2	1.4	1	90	Shadow Receptor	2.4
CW	557.768	4.515.483	720	1.2	1.4	1	90	Shadow Receptor	2.4
CX	557.766	4.515.486	719,7	1.2	1.4	1	90	Shadow Receptor	2.4
CY	557.773	4.515.484	720,1	1.2	1.4	1	90	Shadow Receptor	2.4
CZ	557.778	4.515.483	720,2	1.2	1.4	1	90	Shadow Receptor	2.4
DA	557.782	4.515.478	720,5	1.2	1.4	1	90	Shadow Receptor	2.4
DB	557.784	4.515.489	719,7	1.2	1.4	1	90	Shadow Receptor	2.4
DC	557.802	4.515.472	720,5	1.2	1.4	1	90	Shadow Receptor	2.4
DD	557.794	4.515.489	719,6	1.2	1.4	1	90	Shadow Receptor	2.4
DE	557.767	4.515.493	719,1	1.2	1.4	1	90	Shadow Receptor	2.4

⌘ ⌘ _____ ⌘ ⌘

DF	557.732	4.515.508	715,4	1.2	1.4	1	90	Shadow Receptor	2.4
DG	557.738	4.515.506	716,3	1.2	1.4	1	90	Shadow Receptor	2.4
DH	557.734	4.515.503	715,8	1.2	1.4	1	90	Shadow Receptor	2.4
DI	557.570	4.515.589	715,7	1.2	1.4	1	90	Shadow Receptor	2.4
DJ	557.736	4.515.537	714,4	1.2	1.4	1	90	Shadow Receptor	2.4
DK	557.774	4.515.504	718,1	1.2	1.4	1	90	Shadow Receptor	2.4
DL	557.772	4.515.509	717,7	1.2	1.4	1	90	Shadow Receptor	2.4
DM	557.771	4.515.516	717	1.2	1.4	1	90	Shadow Receptor	2.4
DN	557.770	4.515.520	716,8	1.2	1.4	1	90	Shadow Receptor	2.4
DO	557.762	4.515.519	716,8	1.2	1.4	1	90	Shadow Receptor	2.4
DP	557.763	4.515.509	717,6	1.2	1.4	1	90	Shadow Receptor	2.4
DQ	557.767	4.515.502	718,3	1.2	1.4	1	90	Shadow Receptor	2.4
DR	557.762	4.515.502	718,1	1.2	1.4	1	90	Shadow Receptor	2.4
DS	557.760	4.515.501	718,1	1.2	1.4	1	90	Shadow Receptor	2.4
DT	557.773	4.515.533	715,9	1.2	1.4	1	90	Shadow Receptor	2.4
DU	557.769	4.515.534	715,9	1.2	1.4	1	90	Shadow Receptor	2.4
DV	557.766	4.515.531	716,1	1.2	1.4	1	90	Shadow Receptor	2.4
DW	557.763	4.515.529	716,2	1.2	1.4	1	90	Shadow Receptor	2.4
DX	557.762	4.515.534	715,9	1.2	1.4	1	90	Shadow Receptor	2.4
DY	557.759	4.515.533	715,9	1.2	1.4	1	90	Shadow Receptor	2.4
DZ	557.760	4.515.529	716,2	1.2	1.4	1	90	Shadow Receptor	2.4
EA	557.757	4.515.530	716,2	1.2	1.4	1	90	Shadow Receptor	2.4
EB	557.743	4.515.545	714,7	1.2	1.4	1	90	Shadow Receptor	2.4
EC	557.741	4.515.548	714,2	1.2	1.4	1	90	Shadow Receptor	2.4
ED	557.740	4.515.547	714,2	1.2	1.4	1	90	Shadow Receptor	2.4
EE	557.834	4.515.436	723,3	1.2	1.4	1	90	Shadow Receptor	2.4
EF	557.806	4.515.438	722,4	1.2	1.4	1	90	Shadow Receptor	2.4
EG	557.822	4.515.424	723,3	1.2	1.4	1	90	Shadow Receptor	2.4
EH	557.828	4.515.418	724	1.2	1.4	1	90	Shadow Receptor	2.4
EI	557.832	4.515.425	723,6	1.2	1.4	1	90	Shadow Receptor	2.4
EJ	557.055	4.513.487	915,8	1.2	1.4	1	90	Shadow Receptor	2.4
EK	557.030	4.513.473	914,3	1.2	1.4	1	90	Shadow Receptor	2.4
EL	557.070	4.513.465	916,5	1.2	1.4	1	90	Shadow Receptor	2.4
EM	557.067	4.513.463	916,3	1.2	1.4	1	90	Shadow Receptor	2.4
EN	557.065	4.513.457	916,2	1.2	1.4	1	90	Shadow Receptor	2.4
EO	557.062	4.513.452	916,1	1.2	1.4	1	90	Shadow Receptor	2.4
EP	557.388	4.513.821	977,9	1.2	1.4	1	90	Shadow Receptor	2.4
EQ	559.895	4.515.465	875,7	1.2	1.4	1	90	Shadow Receptor	2.4

⌘ ⌘ _____ ⌘ ⌘

ER	559.834	4.515.501	872,1	1.2	1.4	1	90	Shadow Receptor	2.4
ES	559.868	4.515.544	870,8	1.2	1.4	1	90	Shadow Receptor	2.4
ET	559.851	4.515.542	871,2	1.2	1.4	1	90	Shadow Receptor	2.4
EU	559.845	4.515.540	871,5	1.2	1.4	1	90	Shadow Receptor	2.4
EV	559.835	4.515.536	871,8	1.2	1.4	1	90	Shadow Receptor	2.4
EW	559.848	4.515.558	869,9	1.2	1.4	1	90	Shadow Receptor	2.4
EX	559.843	4.515.568	869,4	1.2	1.4	1	90	Shadow Receptor	2.4
EY	559.856	4.515.565	868,9	1.2	1.4	1	90	Shadow Receptor	2.4
EZ	559.832	4.515.552	870,8	1.2	1.4	1	90	Shadow Receptor	2.4
FA	559.825	4.515.560	870,2	1.2	1.4	1	90	Shadow Receptor	2.4
FB	559.817	4.515.556	870,2	1.2	1.4	1	90	Shadow Receptor	2.4
FC	559.807	4.515.545	869,8	1.2	1.4	1	90	Shadow Receptor	2.4
FD	559.812	4.515.566	869,9	1.2	1.4	1	90	Shadow Receptor	2.4
FE	559.804	4.515.578	869,2	1.2	1.4	1	90	Shadow Receptor	2.4
FF	559.831	4.515.576	869,6	1.2	1.4	1	90	Shadow Receptor	2.4
FG	559.817	4.515.593	869,1	1.2	1.4	1	90	Shadow Receptor	2.4
FH	559.845	4.515.580	868,6	1.2	1.4	1	90	Shadow Receptor	2.4
FI	559.813	4.515.576	869,6	1.2	1.4	1	90	Shadow Receptor	2.4
FJ	559.817	4.515.569	869,9	1.2	1.4	1	90	Shadow Receptor	2.4
FK	559.821	4.515.573	869,7	1.2	1.4	1	90	Shadow Receptor	2.4
FL	559.826	4.515.573	869,7	1.2	1.4	1	90	Shadow Receptor	2.4
FM	559.864	4.515.862	834,2	1.2	1.4	1	90	Shadow Receptor	2.4
FN	559.837	4.515.882	833,5	1.2	1.4	1	90	Shadow Receptor	2.4
FO	559.817	4.515.867	836,4	1.2	1.4	1	90	Shadow Receptor	2.4
FP	559.849	4.515.898	831,6	1.2	1.4	1	90	Shadow Receptor	2.4
FQ	559.866	4515.897	830,4	1.2	1.4	1	90	Shadow Receptor	2.4
FR	559.869	4.515.887	831,1	1.2	1.4	1	90	Shadow Receptor	2.4
FS	559.889	4.515.889	828,5	1.2	1.4	1	90	Shadow Receptor	2.4
FT	559.873	4.515.945	820,1	1.2	1.4	1	90	Shadow Receptor	2.4
FU	558.238	4.516.057	676,2	1.2	1.4	1	90	Shadow Receptor	2.4
FV	558.218	4.516.071	674,6	1.2	1.4	1	90	Shadow Receptor	2.4
FW	558.177	4.515.962	688,6	1.2	1.4	1	90	Shadow Receptor	2.4
FX	558.133	4.515.962	688,7	1.2	1.4	1	90	Shadow Receptor	2.4
FY	558.126	4.515.978	686,2	1.2	1.4	1	90	Shadow Receptor	2.4
FZ	558.092	4.515.962	683,6	1.2	1.4	1	90	Shadow Receptor	2.4
GA	558.121	4.516.002	684,3	1.2	1.4	1	90	Shadow Receptor	2.4
GB	558.116	4.516.035	682,5	1.2	1.4	1	90	Shadow Receptor	2.4
GC	558.103	4.516.028	682,4	1.2	1.4	1	90	Shadow Receptor	2.4

□ . . . □ . . . _____ . . . □ . . . □

GD	558.093	4.516.044	681,9	1.2	1.4	1	90	Shadow Receptor	2.4
GE	558.082	4.516.065	679,9	1.2	1.4	1	90	Shadow Receptor	2.4
GF	558.108	4.516.090	678,1	1.2	1.4	1	90	Shadow Receptor	2.4
GG	558.114	4.516.085	678,1	1.2	1.4	1	90	Shadow Receptor	2.4
GH	558.090	4.516.135	675,3	1.2	1.4	1	90	Shadow Receptor	2.4
GI	558.067	4.516.134	676,1	1.2	1.4	1	90	Shadow Receptor	2.4
GJ	558.075	4.516.131	676,2	1.2	1.4	1	90	Shadow Receptor	2.4
GK	558.078	4.516.136	675,6	1.2	1.4	1	90	Shadow Receptor	2.4
GL	558.074	4.516.126	676,8	1.2	1.4	1	90	Shadow Receptor	2.4
GM	558.063	4.516.112	677,4	1.2	1.4	1	90	Shadow Receptor	2.4
GN	558.074	4.516.115	677,8	1.2	1.4	1	90	Shadow Receptor	2.4
GO	558.072	4.516.111	678,3	1.2	1.4	1	90	Shadow Receptor	2.4
GP	558.094	4.516.116	676,9	1.2	1.4	1	90	Shadow Receptor	2.4
GQ	558.093	4.516.111	677,4	1.2	1.4	1	90	Shadow Receptor	2.4
GR	558.095	4.516.104	678	1.2	1.4	1	90	Shadow Receptor	2.4
GS	558.101	4.516.097	678	1.2	1.4	1	90	Shadow Receptor	2.4
GT	558.093	4.516.094	678,7	1.2	1.4	1	90	Shadow Receptor	2.4
GU	558.087	4.516.103	678,4	1.2	1.4	1	90	Shadow Receptor	2.4
GV	558.091	4.516.105	678,1	1.2	1.4	1	90	Shadow Receptor	2.4
GW	558.082	4.516.090	679	1.2	1.4	1	90	Shadow Receptor	2.4
GX	558.083	4.516.112	677,8	1.2	1.4	1	90	Shadow Receptor	2.4
GY	558.083	4.516.115	677,5	1.2	1.4	1	90	Shadow Receptor	2.4
GZ	558.096	4.515.871	686,4	1.2	1.4	1	90	Shadow Receptor	2.4
HA	559.842	4.515.090	905	1.2	1.4	1	90	Shadow Receptor	2.4
HB	559.855	4.515.117	902,9	1.2	1.4	1	90	Shadow Receptor	2.4
HC	559.842	4.515.144	900,6	1.2	1.4	1	90	Shadow Receptor	2.4
HD	559.812	4.515.099	903,2	1.2	1.4	1	90	Shadow Receptor	2.4
HE	559.874	4.515.138	902,4	1.2	1.4	1	90	Shadow Receptor	2.4
HF	559.864	4.515.132	902,3	1.2	1.4	1	90	Shadow Receptor	2.4
HG	559.968	4.515.089	913,4	1.2	1.4	1	90	Shadow Receptor	2.4
HH	559.984	4.515.199	903,3	1.2	1.4	1	90	Shadow Receptor	2.4
HI	559.988	4.515.190	904,4	1.2	1.4	1	90	Shadow Receptor	2.4
HJ	560.000	4.515.199	904,7	1.2	1.4	1	90	Shadow Receptor	2.4
HK	560.002	4.515.194	905,4	1.2	1.4	1	90	Shadow Receptor	2.4
HL	560.033	4.515.192	907,9	1.2	1.4	1	90	Shadow Receptor	2.4
HM	560.019	4.515.219	902,4	1.2	1.4	1	90	Shadow Receptor	2.4
HN	560.014	4.515.229	900,8	1.2	1.4	1	90	Shadow Receptor	2.4
HO	560.038	4.515.228	901,6	1.2	1.4	1	90	Shadow Receptor	2.4

☐ ☐ _____ ☐ ☐

HP	560.028	4.515.245	900,1	1.2	1.4	1	90	Shadow Receptor	2.4
HQ	560.012	4.515.261	898,4	1.2	1.4	1	90	Shadow Receptor	2.4
HR	559.968	4.515.089	913,4	1.2	1.4	1	90	Shadow Receptor	2.4
HS	560.294	4.515.221	915,9	1.2	1.4	1	90	Shadow Receptor	2.4
HT	560.266	4.515.242	914,1	1.2	1.4	1	90	Shadow Receptor	2.4
HU	560.215	4.515.298	903,7	1.2	1.4	1	90	Shadow Receptor	2.4
HV	560.205	4.515.347	898,4	1.2	1.4	1	90	Shadow Receptor	2.4
HW	560.208	4.515.360	896,8	1.2	1.4	1	90	Shadow Receptor	2.4
HX	560.201	4.515.294	903,4	1.2	1.4	1	90	Shadow Receptor	2.4
HY	560.657	4.515.100	908,5	1.2	1.4	1	90	Shadow Receptor	2.4
HZ	560.672	4.515.077	909,8	1.2	1.4	1	90	Shadow Receptor	2.4
IA	560.767	4.514.991	897,9	1.2	1.4	1	90	Shadow Receptor	2.4
IB	560.790	4.515.010	897,4	1.2	1.4	1	90	Shadow Receptor	2.4
IC	560.785	4.514.991	898,2	1.2	1.4	1	90	Shadow Receptor	2.4
ID	560.932	4.514.807	909,9	1.2	1.4	1	90	Shadow Receptor	2.4
IE	560.929	4.514.802	911	1.2	1.4	1	90	Shadow Receptor	2.4
IF	560.927	4.514.795	912,3	1.2	1.4	1	90	Shadow Receptor	2.4
IG	560.926	4.514.788	913,6	1.2	1.4	1	90	Shadow Receptor	2.4
IH	560.938	4.514.771	916,1	1.2	1.4	1	90	Shadow Receptor	2.4
II	560.958	4.514.779	913,6	1.2	1.4	1	90	Shadow Receptor	2.4
IJ	560.957	4.514.774	914,3	1.2	1.4	1	90	Shadow Receptor	2.4
IK	560.950	4.514.766	915,6	1.2	1.4	1	90	Shadow Receptor	2.4
IL	560.947	4.514.754	916,8	1.2	1.4	1	90	Shadow Receptor	2.4
IM	560.932	4.514.757	917,9	1.2	1.4	1	90	Shadow Receptor	2.4
IN	560.924	4.514.739	920,5	1.2	1.4	1	90	Shadow Receptor	2.4
IO	560.921	4.514.723	922,2	1.2	1.4	1	90	Shadow Receptor	2.4
IP	560.920	4.514.719	922,7	1.2	1.4	1	90	Shadow Receptor	2.4
IQ	560.908	4.514.722	923,4	1.2	1.4	1	90	Shadow Receptor	2.4
IR	560.895	4.514.739	922,1	1.2	1.4	1	90	Shadow Receptor	2.4
IS	560.891	4.514.731	923,3	1.2	1.4	1	90	Shadow Receptor	2.4
IT	560.884	4.514.728	923,6	1.2	1.4	1	90	Shadow Receptor	2.4
IU	560.882	4.514.700	928,2	1.2	1.4	1	90	Shadow Receptor	2.4
IV	560.865	4.514.715	924,6	1.2	1.4	1	90	Shadow Receptor	2.4
IW	560.864	4.514.708	925,3	1.2	1.4	1	90	Shadow Receptor	2.4
IX	560.864	4.514.697	929,1	1.2	1.4	1	90	Shadow Receptor	2.4
IY	560.861	4.514.693	930,5	1.2	1.4	1	90	Shadow Receptor	2.4
IZ	560.852	4.514.688	932,3	1.2	1.4	1	90	Shadow Receptor	2.4
JA	560.847	4.514.741	922,9	1.2	1.4	1	90	Shadow Receptor	2.4

☐ ☐ _____ ☐ ☐

JB	560.866	4.514.751	922	1.2	1.4	1	90	Shadow Receptor	2.4
JC	559370	4.514.516	922,4	1.2	1.4	1	90	Shadow Receptor	2.4
JD	559.349	4.514.471	918,1	1.2	1.4	1	90	Shadow Receptor	2.4
JE	559.316	4.514.477	917,5	1.2	1.4	1	90	Shadow Receptor	2.4
JF	559.309	4.514.465	917,1	1.2	1.4	1	90	Shadow Receptor	2.4
JG	559.321	4.514.454	917,1	1.2	1.4	1	90	Shadow Receptor	2.4
JH	559.316	4.514.466	917,3	1.2	1.4	1	90	Shadow Receptor	2.4
JI	559.395	4.514.223	921,3	1.2	1.4	1	90	Shadow Receptor	2.4
JJ	559.424	4.514.182	924	1.2	1.4	1	90	Shadow Receptor	2.4
JK	559.406	4.514.174	922,6	1.2	1.4	1	90	Shadow Receptor	2.4
JL	559.397	4.514.149	924,2	1.2	1.4	1	90	Shadow Receptor	2.4
JM	559.371	4.514.136	923,5	1.2	1.4	1	90	Shadow Receptor	2.4
JN	559.382	4.514.189	921,3	1.2	1.4	1	90	Shadow Receptor	2.4
JO	559.375	4.514.204	921	1.2	1.4	1	90	Shadow Receptor	2.4
JP	559.383	4.514.204	921,4	1.2	1.4	1	90	Shadow Receptor	2.4
JQ	559.392	4.514.199	921,7	1.2	1.4	1	90	Shadow Receptor	2.4
JR	559.400	4.514.195	922,1	1.2	1.4	1	90	Shadow Receptor	2.4
JS	559.402	4.514.195	922,2	1.2	1.4	1	90	Shadow Receptor	2.4
JT	559.398	4.514.202	922	1.2	1.4	1	90	Shadow Receptor	2.4
JU	559.292	4.513.244	1.053,3	1.2	1.4	1	90	Shadow Receptor	2.4
JV	559.378	4.513.249	1.068,5	1.2	1.4	1	90	Shadow Receptor	2.4
JW	559.453	4.513.254	1.088,3	1.2	1.4	1	90	Shadow Receptor	2.4
JX	561.863	4.513.695	1.044,5	1.2	1.4	1	90	Shadow Receptor	2.4
JY	561.130	4.511.701	1.044,2	1.2	1.4	1	90	Shadow Receptor	2.4
JZ	561.162	4.511.705	1.046,3	1.2	1.4	1	90	Shadow Receptor	2.4
KA	561.032	4.511.675	1.037,3	1.2	1.4	1	90	Shadow Receptor	2.4
KB	561.040	4.511.666	1.036,7	1.2	1.4	1	90	Shadow Receptor	2.4
KC	561.067	4.511.639	1.035,3	1.2	1.4	1	90	Shadow Receptor	2.4
KD	561.087	4.511.650	1.036,7	1.2	1.4	1	90	Shadow Receptor	2.4
KE	561.085	4.511.647	1.036,4	1.2	1.4	1	90	Shadow Receptor	2.4
KF	561.031	4.511.653	1.033,9	1.2	1.4	1	90	Shadow Receptor	2.4
KG	561.023	4.511.659	1.033,6	1.2	1.4	1	90	Shadow Receptor	2.4
KH	561.105	4.511.515	1.010	1.2	1.4	1	90	Shadow Receptor	2.4
KI	561.060	4.511.500	1.010,6	1.2	1.4	1	90	Shadow Receptor	2.4
KJ	561.050	4.511.524	1.012,7	1.2	1.4	1	90	Shadow Receptor	2.4
KK	561.034	4.511.513	1.011,3	1.2	1.4	1	90	Shadow Receptor	2.4
KL	560.826	4.511.573	1.009,6	1.2	1.4	1	90	Shadow Receptor	2.4
KM	560.832	4.511.530	1.002,4	1.2	1.4	1	90	Shadow Receptor	2.4

☐ ☐ _____ ☐ ☐

KN	560.843	4.511.527	1.002	1.2	1.4	1	90	Shadow Receptor	2.4
KO	560.844	4.511.553	1.005,8	1.2	1.4	1	90	Shadow Receptor	2.4
KP	560.863	4.511.551	1.004,5	1.2	1.4	1	90	Shadow Receptor	2.4
KQ	560.846	4.511.576	1.009,1	1.2	1.4	1	90	Shadow Receptor	2.4
KR	560.850	4.511.592	1.011,6	1.2	1.4	1	90	Shadow Receptor	2.4
KS	560.703	4.511.659	1.047,4	1.2	1.4	1	90	Shadow Receptor	2.4
KT	561.228	4.511.328	994,6	1.2	1.4	1	90	Shadow Receptor	2.4
KU	561.133	4.511.089	969,9	1.2	1.4	1	90	Shadow Receptor	2.4
KV	561.105	4.511.098	968,4	1.2	1.4	1	90	Shadow Receptor	2.4
KW	561.094	4.511.087	967,4	1.2	1.4	1	90	Shadow Receptor	2.4
KX	562.122	4.510.241	1.035,7	1.2	1.4	1	90	Shadow Receptor	2.4
KY	561.998	4.510.607	1.092,7	1.2	1.4	1	90	Shadow Receptor	2.4
KZ	563.062	4.510.855	1.025,6	1.2	1.4	1	90	Shadow Receptor	2.4
LA	563.016	4.510.860	1.030,3	1.2	1.4	1	90	Shadow Receptor	2.4
LB	562.863	4.510.798	1.037,8	1.2	1.4	1	90	Shadow Receptor	2.4
LC	562.809	4.510.790	1.037,6	1.2	1.4	1	90	Shadow Receptor	2.4
LD	562.816	4.510.798	1.039,1	1.2	1.4	1	90	Shadow Receptor	2.4
LE	562.825	4.510.804	1.040,1	1.2	1.4	1	90	Shadow Receptor	2.4
LF	562.827	4.510.806	1.040,2	1.2	1.4	1	90	Shadow Receptor	2.4
LG	562.834	4.510.810	1.040,5	1.2	1.4	1	90	Shadow Receptor	2.4
LH	562.831	4.510.809	1.040,4	1.2	1.4	1	90	Shadow Receptor	2.4
LI	562.833	4.510.796	1.038,2	1.2	1.4	1	90	Shadow Receptor	2.4
LJ	562.835	4.510.792	1.037,5	1.2	1.4	1	90	Shadow Receptor	2.4
LK	562.838	4.510.789	1.037	1.2	1.4	1	90	Shadow Receptor	2.4
LL	562.832	4.510.791	1.037,5	1.2	1.4	1	90	Shadow Receptor	2.4
LM	562.821	4.510.779	1.035,2	1.2	1.4	1	90	Shadow Receptor	2.4
LN	562.749	4.510.568	1.047,4	1.2	1.4	1	90	Shadow Receptor	2.4
LO	562.776	4.510.561	1.043,6	1.2	1.4	1	90	Shadow Receptor	2.4
LP	562.791	4.510.564	1.041,9	1.2	1.4	1	90	Shadow Receptor	2.4
LQ	562.815	4.510.562	1.039,6	1.2	1.4	1	90	Shadow Receptor	2.4
LR	562.808	4.510.572	1.039,3	1.2	1.4	1	90	Shadow Receptor	2.4
LS	562.795	4.510.553	1.041,4	1.2	1.4	1	90	Shadow Receptor	2.4
LT	562.806	4.510.567	1.040,2	1.2	1.4	1	90	Shadow Receptor	2.4
LU	562.785	4.510.558	1.042,5	1.2	1.4	1	90	Shadow Receptor	2.4
LV	562.483	4.510.684	1.090,2	1.2	1.4	1	90	Shadow Receptor	2.4
LW	562.648	4.510.809	1.068,7	1.2	1.4	1	90	Shadow Receptor	2.4
LX	562.606	4.510.616	1.071,7	1.2	1.4	1	90	Shadow Receptor	2.4
LY	562.622	4.510.643	1.065,9	1.2	1.4	1	90	Shadow Receptor	2.4

□ □ _____ □ □

LZ	562.607	4.510.676	1.067,1	1.2	1.4	1	90	Shadow Receptor	2.4
MA	562.633	4.510.625	1.065,8	1.2	1.4	1	90	Shadow Receptor	2.4
MB	562.635	4.510.640	1.064	1.2	1.4	1	90	Shadow Receptor	2.4
MC	562.589	4.510.659	1.071,9	1.2	1.4	1	90	Shadow Receptor	2.4
MD	562.511	4.510.632	1.089,3	1.2	1.4	1	90	Shadow Receptor	2.4
ME	562.507	4.510.638	1.090,2	1.2	1.4	1	90	Shadow Receptor	2.4
MF	562.621	4.510.699	1.065,1	1.2	1.4	1	90	Shadow Receptor	2.4
MG	562.573	4.510.703	1.072,5	1.2	1.4	1	90	Shadow Receptor	2.4
MH	562.814	4.511.516	1.052,6	1.2	1.4	1	90	Shadow Receptor	2.4
MI	559.820	4.512.828	1.158	1.2	1.4	1	90	Shadow Receptor	2.4
MJ	560.825	4.512.042	1.113,5	1.2	1.4	1	90	Shadow Receptor	2.4
MK	560.772	4.511.947	1.098,8	1.2	1.4	1	90	Shadow Receptor	2.4
ML	560.771	4.511.942	1.098,1	1.2	1.4	1	90	Shadow Receptor	2.4
MM	560.637	4.511.990	1.090,1	1.2	1.4	1	90	Shadow Receptor	2.4
MN	560.525	4.511.987	1.073,8	1.2	1.4	1	90	Shadow Receptor	2.4
MO	560.549	4.511.904	1.060,7	1.2	1.4	1	90	Shadow Receptor	2.4
MP	560.656	4.511.903	1.079,3	1.2	1.4	1	90	Shadow Receptor	2.4
MQ	560.081	4.511.720	982,2	1.2	1.4	1	90	Shadow Receptor	2.4
MR	559.721	4.511.327	934,6	1.2	1.4	1	90	Shadow Receptor	2.4
MS	559.642	4.511.401	958,6	1.2	1.4	1	90	Shadow Receptor	2.4
MT	559.555	4.511.561	979,3	1.2	1.4	1	90	Shadow Receptor	2.4
MU	559.556	4.511.573	979,5	1.2	1.4	1	90	Shadow Receptor	2.4
MV	559.412	4.511.676	979,2	1.2	1.4	1	90	Shadow Receptor	2.4
MW	559.300	4.511.854	995,1	1.2	1.4	1	90	Shadow Receptor	2.4
MX	560.413	4.515.524	865,1	1.2	1.4	1	90	Shadow Receptor	2.4
MY	560.411	4.515.512	865,7	1.2	1.4	1	90	Shadow Receptor	2.4
MZ	560.417	4.515.505	866,1	1.2	1.4	1	90	Shadow Receptor	2.4
NA	559.369	4.514.093	930	1.2	1.4	1	90	Shadow Receptor	2.4
NB	559.260	4.514.379	913,3	1.2	1.4	1	90	Shadow Receptor	2.4
NC	556.273	4.515.519	832,1	1.2	1.4	1	90	Shadow Receptor	2.4
ND	556.259	4.515.529	832,3	1.2	1.4	1	90	Shadow Receptor	2.4
NE	556.084	4.515.460	857	1.2	1.4	1	90	Shadow Receptor	2.4
NF	556.092	4.515.462	856,4	1.2	1.4	1	90	Shadow Receptor	2.4
NG	556.268	4.515.608	828,8	1.2	1.4	1	90	Shadow Receptor	2.4
NH	556.203	4.515.622	840,2	1.2	1.4	1	90	Shadow Receptor	2.4
NI	556.225	4.515.642	835,2	1.2	1.4	1	90	Shadow Receptor	2.4
NJ	556.205	4.515.632	838,9	1.2	1.4	1	90	Shadow Receptor	2.4
NK	556.227	4.515.653	833,9	1.2	1.4	1	90	Shadow Receptor	2.4

☒ ☒ _____ ☒ ☒

NL	556.245	4.515.662	830,9	1.2	1.4	1	90	Shadow Receptor	2.4
NM	556.241	4.515.670	831,2	1.2	1.4	1	90	Shadow Receptor	2.4
NN	563.057	4.511.298	1.027,4	1.2	1.4	1	90	Shadow Receptor	2.4
NO	558.199	4.515.530	722,4	1.2	1.4	1	90	Shadow Receptor	2.4

Tabella 2: coordinate geografiche nel sistema UTM WGS84 e caratteristiche dimensionali dei singoli ricettori (SR - Shadow Receptor)

6.1.5 WTG

Le coordinate geografiche degli aerogeneratori nel sistema UTM WGS84 sono contenute dalla Tabella 1.

6.1.6 DATI VENTO

I dati vento adottati per il calcolo dello Shadow Flickering sono direttamente reperibili su WindPRO e sono afferenti ai dati vento raccolti dal satellite **ERA-5** (Distribuzione di Weibull riportata in Figura 8) dove l’altezza di riferimento della stazione è circa 20 m s.l.t. e i dati vento raccolti vanno dal 1 gennaio 1991 al 29 agosto 2019.

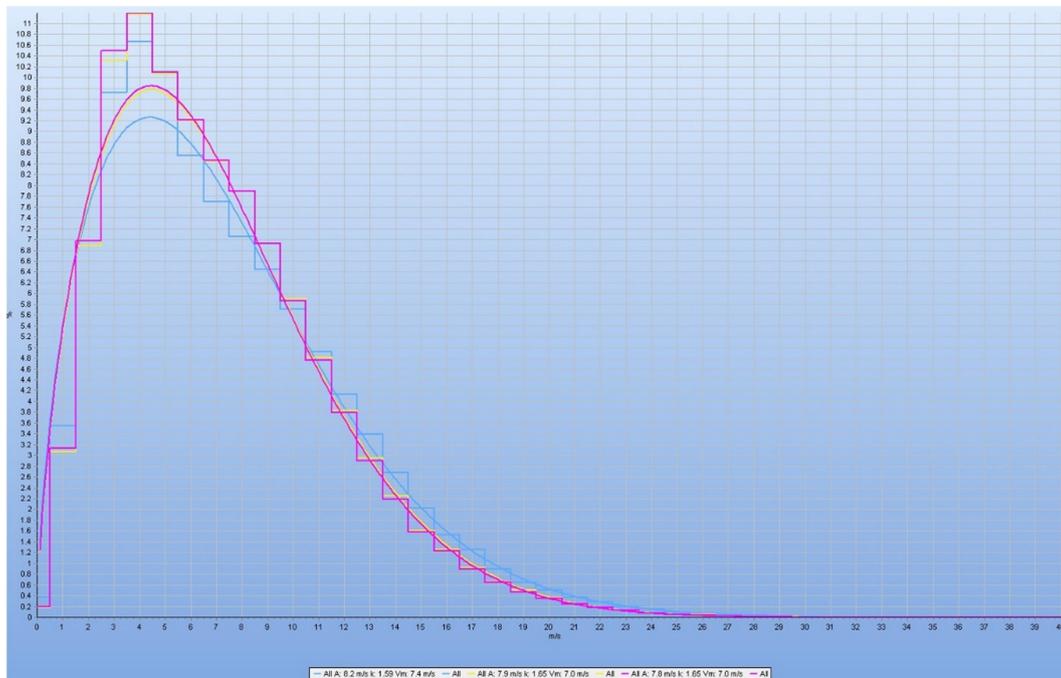


Figura 8: caratteristiche anemologiche della stazione ERA-5 (Weibull distribution)

☒ ☒ _____ ☒ ☒

6.1.7 SITO METEOROLOGICO

Il sito utilizzato per la conoscenza climatica dell'area è anch'esso direttamente scelto dal software WindPRO ed è in questo caso afferente al sito di Potenza con distanza di circa 18 km dall'area di progetto, le cui caratteristiche sono riportate in Figura 9.

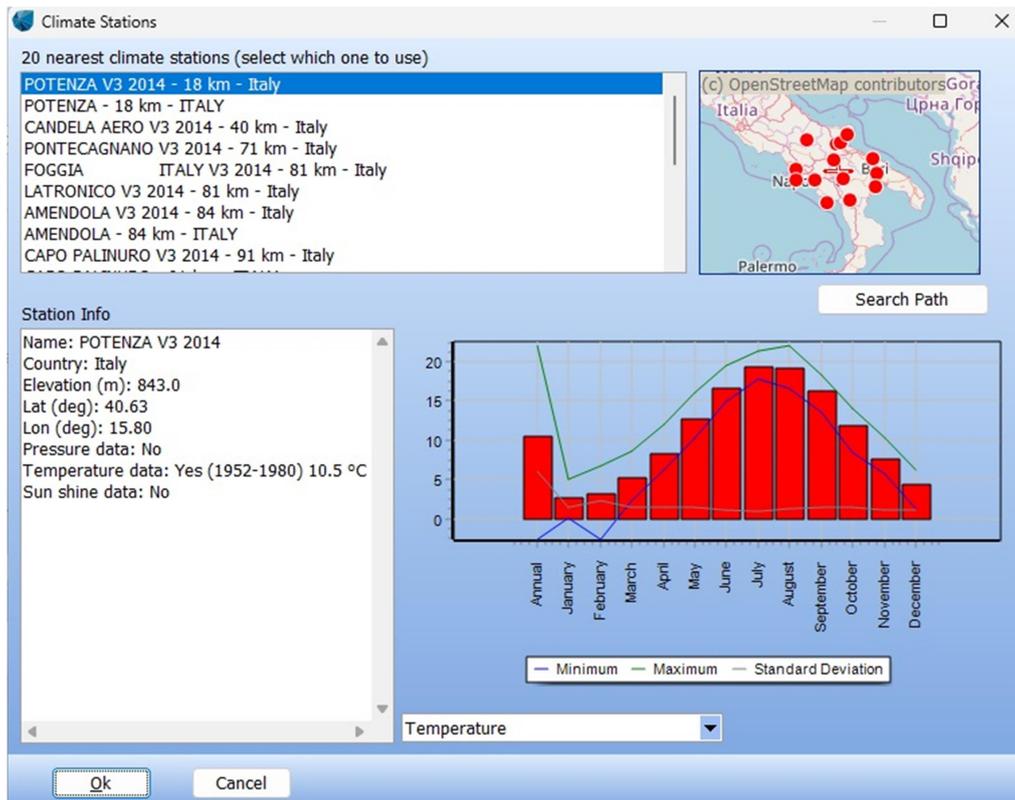


Figura 9: info sulla stazione meteo di Alghero utilizzata come *Climate Station*

6.1.8 Real Case

Il software WindPRO permette l'analisi di due casi distinti: il worst case e il real case.

Il worst case rappresenta il considerare la coesistenza di tutti quei fattori (WTG sempre in funzione, assenza di copertura nuvolosa e aerogeneratore che "insegue" il sole) i quali tendono a sovrastimare le ore di ombreggiamento sui recettori esistenti nell'area come già esposto in dettaglio nel paragrafo "I METODOLOGICA DI ANALISI".

Per effettuare il calcolo del real case si considerano invece le condizioni reali esistenti per cui, accanto ai dati vento che permettono di analizzare il fenomeno di Shadow Flickering, è essenziale tener conto anche delle condizioni meteorologiche che permettono di dare un peso al fenomeno analizzato avendo una stima delle ore solari reali. Nel caso specifico si è

☒ ☒ _____ ☒ ☒

tenuto conto delle condizioni meteo raccolte dal sito di Potenza (Figura 9) che seppur distante dall'area di realizzazione del parco di circa 18 km, è quello che meglio si appresta in quanto in possesso di un ampio database oltre che avente caratteristiche morfologiche e climatiche totalmente simili all'area di riferimento.

7. RISULTATI

Di seguito vengono riportati i risultati ottenuti, nel dettaglio sono poste a confronto le ore di ombreggiamento ottenute nel worst case con quelle del real case (Tabella 3).

SHADOW - Main Result

Calculation Results

No.	Shadow, worst case		Shadow, expected values
	Shadow hours per year [h/year]	Shadow days per year [h/year]	Shadow hours per year [h/year]
A	19:17	27	6:21
B	81:27:00	63	28:20
C	13:35	26	4:31
D	214:52:00	115	63:20
E	167:31:00	77	47:56
F	175:32:00	77	47:56
G	101:02:00	85	50:20
H	159:30:00	94	33:05
I	158:59:00	94	51:52
J	127:47:00	59	41:14
K	48:14:00	42	15:34
L	07:13	12	2:07
M	03:29	8	1:01
N	05:40	11	1:36

☐ ☐ _____ ☐ ☐

O	00:00	0	0:00
P	00:00	0	0:00
Q	01:28	7	0:26
R	147:45:00	53	40:31
S	144:46:00	52	39:41
T	135:26:00	48	36:30
U	127:47:00	47	33:28
V	00:00	0	0:00
W	00:00	0	0:00
X	41:34:00	33	15:02
Y	06:20	14	1:43
Z	00:00	0	0:00
AA	54:22:00	62	15:25
AB	58:42:00	64	17:07
AC	55:50:00	60	16:04
AD	62:29:00	63	18:37
AE	67:12:00	64	20:22
AF	71:21:00	67	21:52
AG	74:20:00	66	23:00
AH	75:37:00	66	23:31
AI	75:54:00	65	23:34
AJ	75:13:00	66	23:18
AK	73:08:00	66	22:31
AL	70:49:00	66	21:37
AM	74:43:00	66	23:04
AN	72:07:00	65	22:03
AO	77:09:00	63	24:00
AP	77:47:00	63	24:10
AQ	78:53:00	61	24:31
AR	77:14:00	63	23:51

□ . . . □ . . . _____ . . . □ . . . □

AS	68:17:00	64	20:21
AT	69:35:00	64	20:50
AU	70:03:00	63	20:58
AV	70:38:00	63	21:14
AW	70:42:00	63	21:18
AX	71:35:00	64	21:41
AY	72:23:00	64	22:01
AZ	72:45:00	64	22:12
BA	72:26:00	63	22:02
BB	72:36:00	63	22:04
BC	67:22:00	55	20:13
BD	70:40:00	57	21:28
BE	74:31:00	58	22:54
BF	77:23:00	59	23:59
BG	78:21:00	59	24:18
BH	75:43:00	57	23:19
BI	80:40:00	59	25:01
BJ	80:18:00	60	24:49
BK	80:00:00	60	24:48
BL	72:50:00	62	22:01
BM	77:54:00	61	24:02
BN	76:46:00	62	23:36
BO	74:00:00	63	22:32
BP	73:52:00	63	22:30
BQ	66:34:00	64	19:24
BR	66:12:00	63	19:14
BS	78:44:00	60	24:06
BT	70:25:00	61	20:46
BU	69:32:00	61	20:27
BV	66:13:00	64	19:22

□ . . . □ . . . _____ . . . □ . . . □

BW	66:42:00	64	19:33
BX	67:00:00	64	19:43
BY	66:31:00	63	19:25
BZ	67:41:00	63	19:56
CA	68:11:00	64	20:08
CB	67:37:00	63	19:52
CC	67:39:00	63	19:50
CD	67:39:00	63	20:00
CE	67:21:00	64	19:54
CF	68:24:00	64	20:17
CG	66:44:00	62	19:00
CH	71:47:00	61	21:32
CI	71:14:00	61	21:17
CJ	70:04:00	62	20:51
CK	70:42:00	62	21:08
CL	69:43:00	62	20:39
CM	69:11:00	63	20:29
CN	68:52:00	62	20:22
CO	69:00:00	62	20:22
CP	68:32:00	63	20:10
CQ	68:14:00	63	20:04
CR	69:34:00	62	20:34
CS	68:58:00	62	20:20
CT	68:51:00	63	20:16
CU	68:43:00	62	20:12
CV	68:41:00	62	20:10
CW	68:33:00	62	20:06
CX	68:18:00	62	20:01
CY	68:35:00	63	20:07
CZ	68:47:00	62	20:12

☐ ☐ _____ ☐ ☐

DA	69:16:00	62	20:23
DB	69:09:00	61	20:15
DC	71:26:00	60	21:11
DD	69:53:00	61	20:29
DE	67:54:00	62	19:49
DF	66:36:00	63	19:18
DG	66:48:00	63	19:23
DH	66:37:00	63	19:21
DI	80:41:00	47	22:18
DJ	66:48:00	63	19:07
DK	68:10:00	62	19:50
DL	67:57:00	62	19:43
DM	67:30:00	61	19:31
DN	67:32:00	62	19:30
DO	67:34:00	62	19:30
DP	67:31:00	62	19:34
DQ	67:50:00	63	19:43
DR	67:22:00	62	19:36
DS	67:30:00	63	19:38
DT	67:48:00	62	19:26
DU	67:33:00	62	19:22
DV	67:29:00	61	19:22
DW	67:12:00	62	19:19
DX	67:26:00	61	19:19
DY	67:23:00	62	19:19
DZ	67:20:00	62	19:21
EA	67:17:00	62	19:19
EB	67:05:00	62	19:07
EC	66:54:00	62	19:03
ED	66:56:00	62	19:04

☐ ☐ _____ ☐ ☐

EE	81:07:00	58	24:59
EF	77:45:00	61	23:47
EG	80:20:00	60	24:50
EH	80:48:00	59	25:00
EI	81:35:00	59	25:13
EJ	00:00	0	0:00
EK	00:00	0	0:00
EL	00:00	0	0:00
EM	00:00	0	0:00
EN	00:00	0	0:00
EO	00:00	0	0:00
EP	00:00	0	0:00
EQ	54:43:00	45	15:21
ER	77:09:00	53	21:19
ES	67:39:00	49	18:18
ET	70:50:00	51	19:11
EU	72:18:00	51	19:36
EV	74:35:00	53	20:14
EW	71:50:00	52	19:30
EX	72:20:00	52	19:40
EY	70:11:00	51	19:03
EZ	74:44:00	53	20:18
FA	75:58:00	54	20:41
FB	78:22:00	55	21:22
FC	82:29:00	57	22:33
FD	78:25:00	56	21:24
FE	78:30:00	56	21:31
FF	73:24:00	54	20:00
FG	73:31:00	55	20:11
FH	71:13:00	52	19:24

□ . . . □ . . . _____ . . . □ . . . □

FI	76:50:00	55	21:00
FJ	76:56:00	55	20:59
FK	75:38:00	55	20:38
FL	74:42:00	54	20:21
FM	54:44:00	44	15:05
FN	54:47:00	50	14:57
FO	56:26:00	51	15:26
FP	50:50:00	48	13:52
FQ	53:03:00	47	14:29
FR	52:38:00	44	14:26
FS	46:24:00	39	12:48
FT	16:13	23	4:33
FU	67:11:00	44	17:23
FV	64:04:00	42	16:26
FW	64:17:00	41	17:36
FX	62:04:00	40	16:58
FY	60:53:00	39	16:29
FZ	59:15:00	38	16:10
GA	58:52:00	39	15:45
GB	55:45:00	38	14:41
GC	54:56:00	38	14:32
GD	52:07:00	38	13:39
GE	48:34:00	37	12:33
GF	49:08:00	38	12:29
GG	50:15:00	38	12:48
GH	41:23:00	37	10:09
GI	38:06:00	36	9:21
GJ	39:20:00	36	9:40
GK	39:24:00	36	9:39
GL	40:09:00	36	9:55

□ . . . □ . . . _____ . . . □ . . . □

GM	40:18:00	36	10:05
GN	41:18:00	36	10:18
GO	41:41:00	36	10:26
GP	44:04:00	37	10:59
GQ	44:14:00	37	11:04
GR	45:26:00	37	11:25
GS	47:11:00	37	11:55
GT	46:30:00	37	11:47
GU	44:27:00	37	11:11
GV	44:58:00	37	11:18
GW	45:38:00	37	11:36
GX	42:58:00	37	10:44
GY	42:38:00	37	10:38
GZ	57:04:00	38	16:23
HA	114:41:00	56	28:37
HB	120:04:00	55	31:19
HC	123:57:00	53	33:12
HD	113:12:00	54	28:03
HE	121:09:00	55	32:37
HF	121:34:00	54	32:23
HG	111:35:00	62	29:38
HH	60:21:00	46	16:19
HI	62:35:00	48	16:52
HJ	55:20:00	45	14:57
HK	56:18:00	46	15:12
HL	48:27:00	44	13:09
HM	45:03:00	39	12:24
HN	43:08:00	37	11:58
HO	38:41:00	34	10:47
HP	34:26:00	28	9:44

□ . . . □ . . . _____ . . . □ . . . □

HQ	32:06:00	27	9:11
HR	111:35:00	62	29:38
HS	12:08	26	3:27
HT	06:45	11	1:56
HU	10:53	15	3:09
HV	12:50	18	3:40
HW	12:57	18	3:42
HX	11:34	16	3:21
HY	58:17:00	47	16:33
HZ	49:10:00	47	14:03
IA	32:58:00	45	9:47
IB	31:48:00	43	9:24
IC	32:05:00	44	9:31
ID	29:30:00	41	8:32
IE	29:37:00	41	8:34
IF	29:48:00	41	8:37
IG	30:01:00	41	8:40
IH	30:05:00	41	8:41
II	29:00:00	40	8:20
IJ	29:29:00	40	8:30
IK	29:43:00	40	8:36
IL	29:56:00	41	8:43
IM	30:35:00	41	8:53
IN	31:11:00	42	9:09
IO	31:38:00	42	9:20
IP	31:34:00	42	9:19
IQ	32:16:00	43	9:32
IR	32:19:00	43	9:29
IS	32:38:00	44	9:36
IT	33:06:00	44	9:46

☐ ☐ _____ ☐ ☐

IU	34:12:00	45	10:13
IV	33:48:00	45	10:02
IW	34:01:00	46	10:08
IX	35:13:00	46	10:33
IY	35:34:00	46	10:41
IZ	36:09:00	47	10:53
JA	34:03:00	46	9:59
JB	33:19:00	45	9:43
JC	89:17:00	42	24:10
JD	69:27:00	42	19:15
JE	63:50:00	40	17:35
JF	63:21:00	39	17:40
JG	65:53:00	40	18:33
JH	64:26:00	40	17:56
JI	39:32:00	44	10:13
JJ	37:10:00	47	9:14
JK	35:54:00	46	9:00
JL	36:03:00	46	9:10
JM	34:26:00	45	8:50
JN	34:07:00	44	8:30
JO	34:54:00	44	8:47
JP	33:53:00	44	8:21
JQ	34:24:00	45	8:30
JR	35:12:00	45	8:43
JS	35:17:00	45	8:44
JT	34:51:00	45	8:35
JU	01:18	6	0:18
JV	00:32	3	0:07
JW	06:05	16	1:21
JX	37:45:00	54	10:25

□ . . . □ . . . _____ . . . □ . . . □

JY	30:47:00	31	7:39
JZ	37:59:00	32	9:41
KA	16:31	29	3:45
KB	16:44	29	3:49
KC	17:13	30	3:57
KD	18:21	31	4:12
KE	18:09	31	4:09
KF	16:09	29	3:43
KG	15:59	29	3:40
KH	17:17	32	4:05
KI	16:06	31	3:49
KJ	15:41	30	3:43
KK	15:22	30	3:38
KL	11:13	26	2:39
KM	11:11	26	2:39
KN	11:23	26	2:42
KO	11:22	26	2:41
KP	11:40	26	2:46
KQ	11:31	26	2:43
KR	11:32	26	2:44
KS	31:33:00	27	10:21
KT	22:05	37	5:39
KU	21:55	35	6:57
KV	20:20	33	6:24
KW	20:11	33	6:24
KX	00:00	0	0:00
KY	00:00	0	0:00
KZ	41:38:00	35	12:57
LA	46:12:00	35	14:21
LB	26:45:00	37	8:23

□ □ _____ □ □

LC	07:08	19	2:12
LD	14:12	27	4:26
LE	20:56	33	6:34
LF	22:29	34	7:03
LG	26:52:00	37	8:25
LH	25:05:00	36	7:52
LI	17:53	31	5:36
LJ	15:49	29	4:57
LK	14:47	28	4:37
LL	14:53	28	4:39
LM	03:33	13	1:05
LN	00:00	0	0:00
LO	00:00	0	0:00
LP	00:00	0	0:00
LQ	00:00	0	0:00
LR	00:00	0	0:00
LS	00:00	0	0:00
LT	00:00	0	0:00
LU	00:00	0	0:00
LV	00:00	0	0:00
LW	00:00	0	0:00
LX	00:00	0	0:00
LY	00:00	0	0:00
LZ	00:00	0	0:00
MA	00:00	0	0:00
MB	00:00	0	0:00
MC	00:00	0	0:00
MD	00:00	0	0:00
ME	00:00	0	0:00
MF	00:00	0	0:00

□ . . . □ . . . _____ . . . □ . . . □

MG	00:00	0	0:00
MH	33:15:00	42	9:33
MI	00:00	0	0:00
MJ	91:15:00	54	28:08
MK	91:39:00	44	27:22
ML	90:50:00	44	27:11
MM	118:39:00	90	38:05
MN	93:54:00	84	30:40
MO	09:08	21	2:01
MP	41:55:00	33	12:12
MQ	03:06	9	1:09
MR	00:00	0	0:00
MS	00:00	0	0:00
MT	00:00	0	0:00
MU	00:00	0	0:00
MV	00:00	0	0:00
MW	00:00	0	0:00
MX	02:17	9	0:39
MY	02:02	8	0:35
MZ	02:09	8	0:37
NA	35:36:00	46	9:20
NB	64:46:00	38	19:16
NC	43:45:00	43	8:40
ND	42:01:00	42	8:19
NE	24:03:00	30	5:10
NF	24:00:00	31	5:10
NG	18:13	32	3:25
NH	18:55	31	5:10
NI	11:31	25	03:25
NJ	16:02	29	3:02

α α _____ α α

NK	08:26	22	1:34
NL	03:42	15	0:41
NM	01:48	10	0:20
NN	20:06	35	5:47
NO	104:06:00	40	28:37

Tabella 3: risultati dal calcolo eseguito con WindPRO, con riportate le ore di ombreggiamento con il worst case e il real case.

7.1.1 Analisi risultati

Secondo quanto illustrato in Tabella 3 è possibile vedere come alcuni degli Shadow Receptor, come ad esempio quelli identificati con R-D, R-E, R-F siano quelli più interessati dal fenomeno di ombreggiamento per cui il valore di ombreggiamento supera le 30 h nel real case.

Anche se è vero che per i recettori appena elencati il valore qualitativo individuato di 30 h/anno viene superato, bisogna tener conto il fatto che i casolari/abitazioni rurali tenuti in conto nel calcolo sono essenzialmente adibiti al deposito eventuale di macchinari e/o attrezzi agricoli motivo per cui non sono interessati dalla presenza costante di persone, elementi sensibili al fenomeno.

E' inoltre da tener conto il fatto che il real case seppur realistico esegue una sovrastima del fenomeno di ombreggiamento, sebbene con entità minore rispetto al worst case, in quanto non tiene conto della copertura nuvolosa e della vegetazione ad alto fusto ma solo eventualmente degli ostacoli digitalizzati motivo per cui anche il valore di shadow flickering maggiore e pari a 214:52 h/anno (riferito al ricettore R-D che si colloca nelle vicinanze della A06) è in realtà un valore di gran lunga sovrastimato.

Da quanto riportato nei dati di CALENDAR si può osservare l'evoluzione del fenomeno di ombreggiamento nel corso dei 12 mesi, ora per ora e giorno per giorno; si unisce uno spaccato riferito al ricettore R-D nella Figura 10 dal quale si evince che il fenomeno di ombreggiamento nel giorno 1° Luglio si è verificato per 112 minuti (dalle 18:16 alle 20:01) a carico della A06 riportata in parentesi.

□ . . . □ . . . _____ . . . □ . . . □

Operational time

N	NNE	ENE	E	ESE	SSE	S	SSW	WSW	W	WNW	NNW	Sum
1,238	461	260	253	265	217	255	850	2,338	613	317	839	7,905

Idle start wind speed: Cut in wind speed from power curve

	July	August	September	October	November	December					
				06:53	18:09 (2)	06:27	07:02	08:11 (8)			
				18:41	10 18:19 (2)	16:55	16:31	21 08:32 (8)			
				06:54	18:07 (2)	06:28	07:03	08:12 (8)			
				18:40	10 18:17 (2)	16:54	16:31	20 08:32 (8)			
				06:55	18:06 (2)	06:29	07:04	08:13 (8)			
				18:38	9 18:15 (2)	16:53	16:31	19 08:32 (8)			
				06:56	18:05 (2)	06:31	07:05	08:14 (8)			
				18:36	9 18:14 (2)	16:52	16:30	17 08:31 (8)			
				06:57	18:04 (2)	06:32	07:06	08:15 (8)			
				18:35	8 18:12 (2)	16:50	16:30	16 08:31 (8)			
				07:52 (7)	06:58	18:04 (2)	06:33	07:07	08:16 (8)		
				08:02 (7)	18:33	6 18:10 (2)	16:49	16:30	14 08:30 (8)		
				07:49 (7)	06:59	18:03 (2)	06:34	08:13 (8)	07:08	08:18 (8)	
				08:05 (7)	18:32	5 18:08 (2)	16:48	5 08:18 (8)	16:30	12 08:30 (8)	
				07:46 (7)	07:00	18:04 (2)	06:35	08:09 (8)	07:08	08:19 (8)	
				08:06 (7)	18:30	3 18:07 (2)	16:47	13 08:22 (8)	16:30	10 08:29 (8)	
				07:45 (7)	07:01	18:05 (2)	06:36	08:08 (8)	07:09	08:21 (8)	
				08:08 (7)	18:28	1 18:06 (2)	16:46	16 08:24 (8)	16:30	7 08:28 (8)	
10	05:55	18:19 (6)	06:02	18:49 (6)	06:52	07:43 (7)	07:03	06:38	08:06 (8)	07:10	08:25 (8)
	20:31	107 20:06 (6)	20:04	52 19:41 (6)	19:17	26 08:09 (7)	18:27	16:45	20 08:26 (8)	16:30	1 08:26 (8)
11	05:35	18:20 (6)	06:03	18:52 (6)	06:33	07:42 (7)	07:04	06:39	08:05 (8)	07:11	
	20:30	106 20:06 (6)	20:03	48 19:40 (6)	19:15	27 08:09 (7)	18:25	16:44	22 08:27 (8)	16:30	
12	05:36	18:20 (6)	06:04	18:53 (6)	06:34	07:41 (7)	07:05	06:40	08:04 (8)	07:12	
	20:30	106 20:06 (6)	20:01	45 19:38 (6)	19:13	29 08:10 (7)	18:24	16:43	24 08:28 (8)	16:30	
13	05:37	18:20 (6)	06:05	18:56 (6)	06:35	07:40 (7)	07:06	06:41	08:04 (8)	07:13	
	20:29	104 20:04 (6)	20:00	41 19:37 (6)	19:12	30 08:10 (7)	18:22	16:42	25 08:29 (8)	16:30	
14	05:38	18:21 (6)	06:06	19:00 (6)	06:36	07:40 (7)	07:07	17:44 (3)	06:42	08:04 (8)	07:13
	20:29	103 20:04 (6)	19:59	35 19:35 (6)	19:10	30 08:10 (7)	18:20	6 17:50 (3)	16:41	26 08:30 (8)	16:30
15	05:38	18:22 (6)	06:07	19:04 (6)	06:37	07:38 (7)	07:08	17:40 (3)	06:44	08:03 (8)	07:14
	20:28	102 20:04 (6)	19:57	30 19:34 (6)	19:08	31 08:09 (7)	18:19	14 17:54 (3)	16:40	27 08:30 (8)	16:31
16	05:39	18:22 (6)	06:08	19:10 (6)	06:38	07:38 (7)	07:09	17:37 (3)	06:45	08:03 (8)	07:15

Figura 10: spaccato di CALENDAR relativo allo Shadow Receptor R-D.

In seguito è riportato un esempio (Figura 11) raffigurante i ricettori R-E ed R-F nel CALENDAR grafico, il quale consente di individuare più facilmente e a colpo d'occhio quanto già riportato nel CALENDAR appena menzionato ossia quale delle A (dal colore) sia maggiormente responsabile del fenomeno: sono infatti visibili sul grafico quando (mese) e per quanto tempo (fascia oraria) si manifesta il fenomeno.

Prendendo come esempio il ricettore R-D è possibile osservare come per lo stesso il fenomeno sia più intenso nei mesi estivi, da maggio a settembre a carico della A06 (indicata nella colorazione in blu acqua), dalle 18:00 alle 20:00.

☐ . . . ☐ . . . _____ . . . ☐ . . . ☐

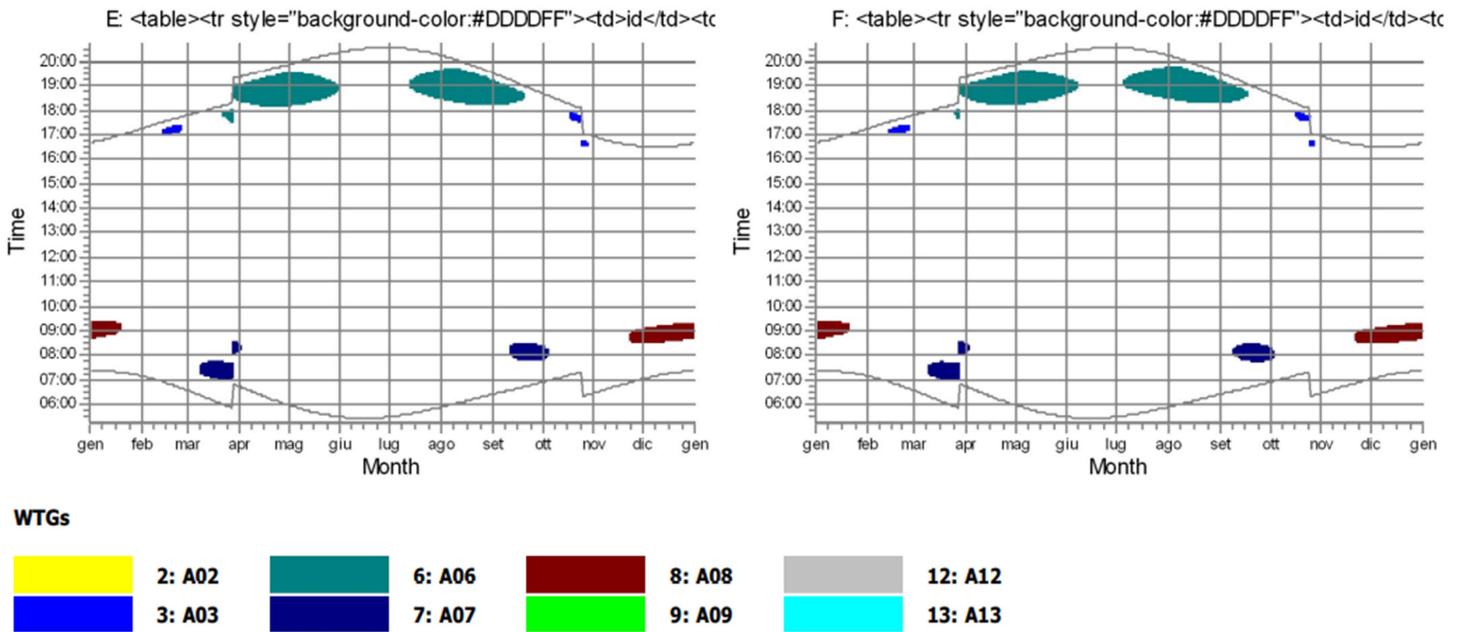


Figura 11: riquadro preso dal CALENDAR grafico e relativo ai ricettori R-E ed R-F

E' anche possibile osservare il CALENDAR espresso in funzione non del ricettore ma della turbina, per cui, per ciascuna A sarà possibile vedere sempre in relazione al giorno e al mese l'estensione del fenomeno e su quale ricettore si esplica.

Nel riquadro afferente alla A06 è possibile notare, ad esempio, come la A in esame il giorno 1° Luglio sia stata responsabile del fenomeno di ombreggiamento dalle 18:16 alle 20:08.

□ . . . □ . . . □ . . . □ . . . □

SHADOW - Calendar per WTG

WTG: 6 - A06

Assumptions for shadow calculations

Sunshine probability S (Average daily sunshine hours) [AMENDOLA]

Jan	Feb	Mar	Apr	May	Jun	Jul	Aug	Sep	Oct	Nov	Dec
4.12	4.66	5.30	6.72	8.25	9.35	10.16	9.45	7.64	5.82	4.65	3.82

Operational time

N	NNE	ENE	E	ESE	SSE	S	SSW	WSW	W	WNW	NNW	Sum
1,238	461	260	253	265	217	255	850	2,338	613	317	839	7,905

Idle start wind speed: Cut in wind speed from power curve

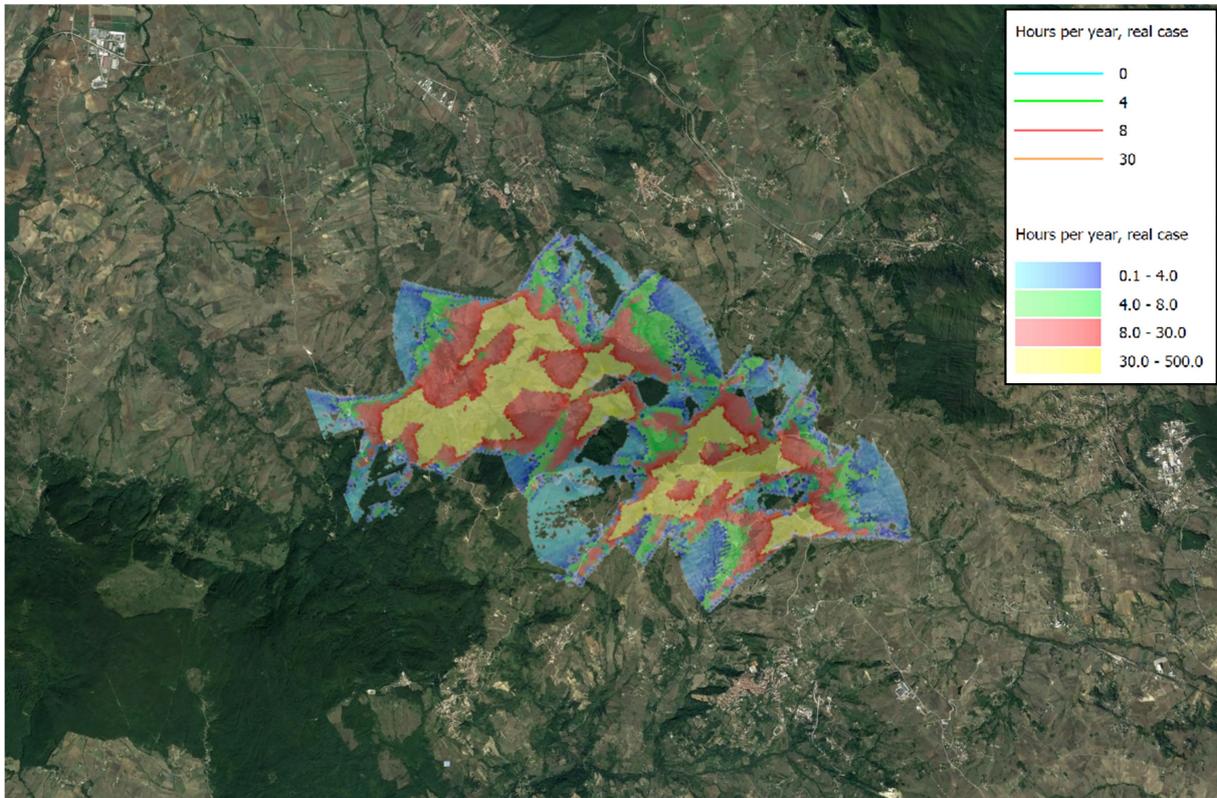
	July	August	er	November	December
1			07:55-08:10/15	06:27 16:05-16:31/26	07:02 08:26-09:02/36
2	05:30 18:16-20:08/112	05:53 18:31-19:51/80	07:53-08:12/19	16:55 07:16-07:56/40	16:31 15:32-16:06/34
3	20:33	20:14		06:28 16:06-16:31/25	07:03 08:26-09:03/37
4	05:30 18:15-20:07/112	05:54 18:30-19:50/80	07:51-08:13/22	16:54 07:17-07:56/39	16:31 15:32-16:06/34
5	20:33	20:13		06:29 16:06-16:29/23	07:04 08:26-09:03/37
6	05:31 18:16-20:08/112	05:55 18:30-19:49/79	16:53 07:18-07:57/39	17:58-18:06/8	16:31 15:32-16:05/33
7	20:33	20:12		06:31 16:06-16:28/22	07:05 08:27-09:04/37
8	05:31 18:17-20:08/111	05:56 18:29-19:48/79	07:50-08:14/24	16:52 07:19-07:58/39	16:30 15:31-16:05/34
9	20:33	20:11		17:49-18:09/20	07:06 08:27-09:04/37
10			07:48-08:19/31	16:50 07:22-07:59/37	16:30 15:32-16:05/34
11			17:45-18:10/25	06:33 16:07-16:26/19	07:07 08:27-09:04/37
12			07:47-08:22/35	16:49 07:23-07:59/36	16:30 15:31-16:05/34
13			17:42-18:08/26	06:34 07:22-07:59/37	07:08 08:28-09:05/37
14			07:47-08:23/36	16:48 16:08-16:24/16	16:30 15:32-16:05/33
			17:40-18:07/27	06:35 07:22-07:59/37	07:08 08:28-09:05/37
			18:30 07:47-08:25/38	16:47 16:08-16:23/15	16:30 15:32-16:05/33
9	05:34 18:19-20:07/108	06:01 18:25-19:42/77	07:01 17:39-18:06/27	06:36 15:55-16:06/11	16:10-16:23/13
10	20:31	20:05	18:28 07:47-08:26/39	16:46 07:25-08:00/35	16:30 15:32-16:05/33
11	05:35 18:20-20:06/106	06:03 18:24-19:40/76	07:03 17:37-18:04/27	06:38 15:53-16:09/16	16:11-16:21/10
12	20:31	20:04	18:27 07:46-08:27/41	16:45 07:26-07:59/33	16:30 15:32-16:05/33
13	05:36 18:20-20:06/106	06:04 18:22-19:38/76	07:04 17:35-18:03/28	06:39 15:51-16:10/19	16:12-16:20/8
14	20:30	20:03	18:25 07:46-08:27/41	16:44 07:28-07:59/31	16:30 15:33-16:05/32
			07:05 17:34-18:01/27	06:40 15:50-16:11/21	16:13-16:19/6
			18:24 07:47-08:27/40	16:43 07:29-07:59/30	16:30 15:32-16:04/32
			07:06 17:32-17:59/27	06:41 15:49-16:13/24	16:16-16:19/3
			18:22 07:49-08:28/39	16:42 07:31-07:59/28	16:30 15:33-16:05/32
			07:07 17:31-17:57/26	06:43 08:23-08:45/13	07:33-07:50/26
			18:23 07:48-08:27/38	16:43 08:23-08:45/13	07:33-07:50/26

Figura 12: riquadro preso dal CALENDAR per WTG in questo caso in riferimento alla A06

La medesima cosa è possibile osservarla graficamente con il *CALENDAR grafico per WTG* in cui è possibile per fascia oraria e per mese, in base al colore, vedere quale ricettore è interessato dal fenomeno di ombreggiamento a carico della turbina in esame.

Viene infine illustrata sull'ultima pagina di SHADOW una mappa (Figura 13) in cui è osservabile la condizione di real case per cui è possibile, a colpo d'occhio, mediante una legenda di colori risalire alle ore/anno cui è sottoposto ciascun ricettore e al contempo individuare l'area più critica in cui si verifica il fenomeno ossia l'area in giallo in cui le ore di Shadow Flickering ammontano ad un valore superiore di 30 h/anno.

⌘ ⌘ _____ ⌘ ⌘

Figura 2: mappa del *real case*

8. CONCLUSIONI

Considerata l'assenza di prescrizioni a livello nazionale, il layout dell'impianto è stato impostato in modo tale da rispettare i requisiti di sicurezza della normativa regionale anche in riferimento allo Shadow Flickering. La normativa in oggetto non prevede limiti circa l'esposizione al fenomeno tuttavia, il proponente ha elaborato il presente studio al fine di quantificare l'esposizione in termini di ore all'anno e poterla mettere a confronto con quella considerata in letteratura come accettabile.

Lo studio è stato eseguito in maniera cautelativa, scartando tutti quei fattori variabili (illustrati in precedenza) che di fatto portano ad una riduzione del fenomeno.

⌘ . . . ⌘ . . . _____ . . . ⌘ . . . ⌘

I parametri sono stati considerati facendo riferimento all'esperienza internazionale e, più dettagliatamente, a quella Tedesca che stabilisce un parametro di qualità pari a **30 ore annue**.

Nel caso in questione, vi sono 3 ricettori che superano il parametro di qualità, tra cui quello più gravoso è a carico del ricettore R-D, rimarcando l'entità sovrastimata del fenomeno (dato che non si sono considerati quegli elementi quali alberi, siepi e arbusti vari che possono andare ad ammortizzare l'entità del fenomeno), fa in modo che esso possa identificarsi come fenomeno dall'entità modesta e poco intensa.

Naturalmente può darsi che anche le strade comunali e provinciali esistenti possano essere interessate dal fenomeno di ombreggiamento ma in tal caso il fenomeno non produce nessun danno in quanto verrà percepito per brevi istanti oltreché in movimento, al passaggio delle auto.

Si sarebbe anche tenuto conto nel calcolo di altre turbine nel caso in cui fossero state presenti in quanto avrebbero rappresentato un'entità cumulativa per la valutazione dell'entità del fenomeno.

Considerando dunque le ipotesi cautelative appena esposte, porta a concludere che non solo la distanza tra gli aerogeneratori ed i ricettori rispetta le previsioni del PIEAR, ma l'impatto complessivo del fenomeno risulta in termini assoluti minimizzato ed in linea con la best practice di settore.