

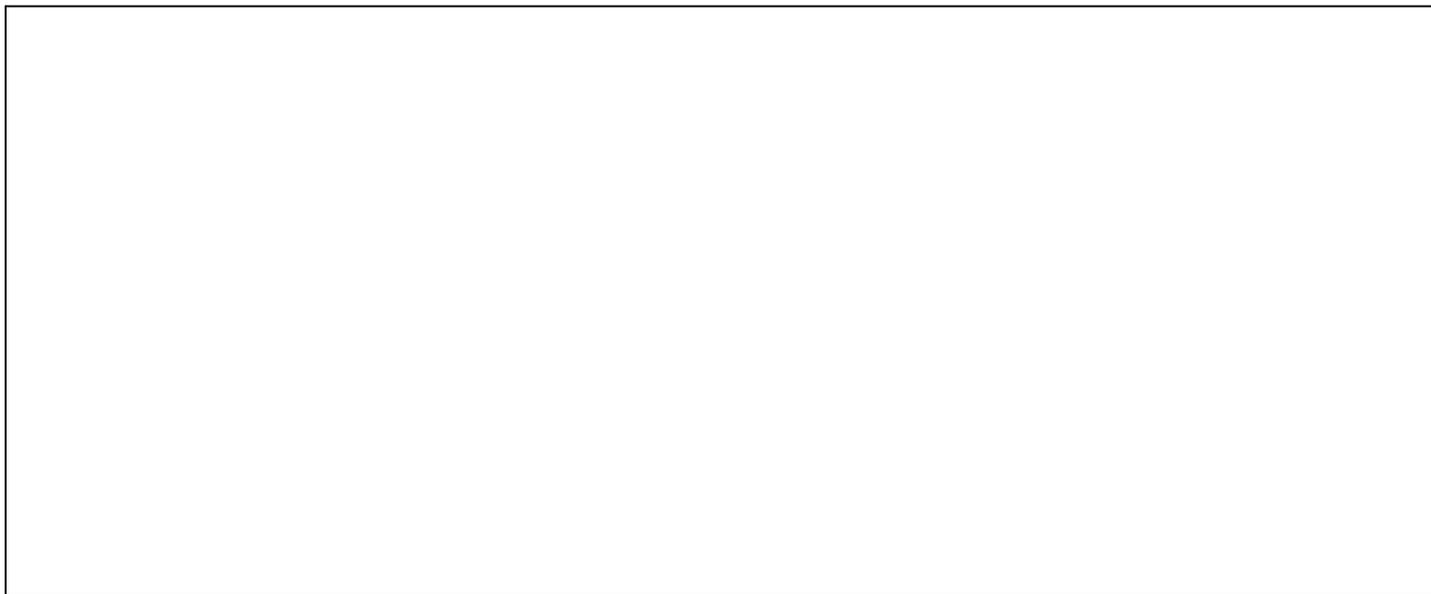
Comune
di Venosa



Regione Basilicata



Comune
di Maschito



Committente:



E.ON CLIMATE & RENEWABLES ITALIA S.R.L.
via A. Vespucci, 2 - 20124 Milano
P.IVA/C.F. 06400370968
pec: e.onclimateerenewablesitaliasrl@legalmail.it

Titolo del Progetto:

PARCO EOLICO "VENUSIA"

Documento:

PROGETTO DEFINITIVO

Richiesta Autorizzazione Unica ai sensi del D. Lgs. 387 del 29/09/2003

N° Documento:

PEVE-A.8

ID PROGETTO:	PEVE	DISCIPLINA:	P	TIPOLOGIA:	R	FORMATO:	A4
--------------	------	-------------	---	------------	---	----------	----

Elaborato:

STUDIO SUGLI EFFETTI DI SHADOW FLICKERING

FOGLIO:	SCALA:	Nome file:	PEVE_A.8- Studio sugli effetti di shadow flickering.pdf
---------	--------	------------	---

Progettazione:



NEW DEVELOPMENTS S.r.l.s.
piazza Europa, 14
87100 Cosenza (CS)

Progettisti:



dott. ing. Giovanni Guzzo Foliaro



dott. Ing. Amedeo Costabile



dott. ing. Francesco Meringolo

Rev:	Data Revisione	Descrizione Revisione	Redatto	Controllato	Approvato
00	12/02/2019	PRIMA EMISSIONE	New Dev.	ECRI	ECRI

Sommario

Premessa	1
A.8.1 Criterio di stima dell'effetto shadow flinckering	1
A.8.2 Analisi del fenomeno e stima delle interferenze	6
Conclusioni	9

Premessa

Lo shadow flickering (sfarfallio dell'ombra) è il verificarsi di cambiamenti periodici nell'intensità luminosa dovuti all'ombra di una pala di una turbina eolica che passa su un punto di interesse (ricevitore sensibile). Detto cambiamento periodico della luce in prossimità dei ricevitori sensibili viene determinato in modo da stimare il periodo di ombreggiamento, generato sul ricevitore, dalle pale della turbina eolica.

Gli effetti dello shadow flickering possono provocare fastidi su individui per frequenze comprese tra i 2,50 ed i 20 Hz (valutazione Verkuijlen and Westra, 1984). Tali disturbi alla persona possono essere paragonate alle lampade ad incandescenza stroboscopica dovuta a sbalzi continui della tensione di alimentazione.

È evidente che per rotori della tipologia di cui al presente progetto definitivo, aventi velocità di rotazione di circa 12 giri/min, la frequenza di passaggio ($0,7 \div 1,5$ Hz) risulta di gran lunga inferiore ai 2,50 Hz ritenuti quale limite inferiore del range considerato fastidioso per l'individuo, pertanto tali frequenze risultano del tutto innocue all'individuo e non hanno alcuna correlazione con attacchi di natura epilettica.

La presente relazione tecnica ha lo scopo di stimare le aree interessate dalla possibile presenza del fenomeno rispetto agli aerogeneratori costituenti il parco eolico in progetto. Tale stima determina quindi delle zone d'interesse, valutate in ragione delle ore/anno in cui il fenomeno può verificarsi, al fine di determinare l'interazione di dette zone con possibili ricevitori sensibili presenti (abitazioni ed edifici).

A.8.1 Criterio di stima dell'effetto shadow flinckering

Per la stima dello shadow flickering, effettuata secondo lo standard "Hinweise zur Ermittlung und Beurteilung der optischen Immisionen von Windenergie anlagen (WEA-Shattenwurf-Hinweise)" è necessario in primo luogo determinare il percorso solare nella latitudine di riferimento della turbina.

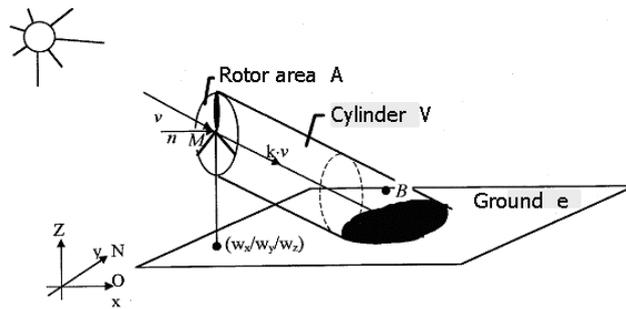


Fig. 1 - schematizzazione effetto shadow flickering

Per individuare ad un certo istante dell'anno la posizione del sole nel cielo in una determinata località è necessario definire alcuni angoli caratteristici:

- altezza o altitudine solare α : angolo formato tra la direzione dei raggi solari ed il piano orizzontale;
- l'angolo zenitale z : angolo formato tra i raggi solari e la direzione dello zenit (complementare all'angolo α);
- l'azimut solare a : angolo formato tra la posizione sul piano orizzontale dei raggi solari e la direzione sud;
- l'angolo orario h : distanza angolare tra il sole e la sua posizione a mezzogiorno lungo la sua traiettoria apparente sulla volta celeste;
- latitudine L : angolo che la retta passante per la località considerata ed il centro della terra forma con il piano dell'equatore;
- declinazione solare δ : angolo che la direzione dei raggi solari forma a mezzogiorno, sul meridiano considerato, col piano equatoriale.

La posizione istantanea del sole, definita dall'altezza solare α e dall'azimut solare a , è valutabile per mezzo delle relazioni:

$$\sin \alpha = \sin L * \sin \delta + \cos L * \cos \delta * \cos h$$

$$\sin a = (\cos \delta * \sin h) / \cos \alpha$$

poiché l'azimut solare può assumere valori maggiori di 90° , mentre la funzione arcoseno fornisce per convenzione valori di a compresi tra -90° e $+90^\circ$, è necessario, in questi casi, apporre delle correzioni ai valori calcolati.

La declinazione solare δ è invece calcolata per mezzo della relazione approssimata di Cooper (Solar Energy 1969 - The Absorption of Solar Radiation in Solar Stills):

$$\delta = 23,45 \sin [360 \cdot (284 + n) / 365]$$
 con n l'ennesimo giorno dell'anno.

È possibile visualizzare, per mezzo di un diagramma polare, le traiettorie del sole nel corso dell'anno per una determinata località. Il diagramma, che è una proiezione delle traiettorie del sole sul piano orizzontale, è ottenibile grafitando i valori dell'altezza solare e dell'azimut, calcolati con le precedenti relazioni e per la località considerata, in funzione del tempo solare e della declinazione.

Per mezzo di questi diagrammi è possibile determinare i periodi di tempo nei quali un punto di una superficie rimane in ombra a causa di ostacoli che intercettano i raggi del sole (come in particolare le lame della turbina eolica). Quando la distanza dell'ostruzione è grande rispetto alle dimensioni del ricevitore (ad esempio una finestra) è lecito considerare il ricevitore come puntiforme, poiché l'ombra tende a muoversi rapidamente sul ricevitore, che risulta pertanto completamente in ombra o completamente illuminato.

Per determinare quando l'ostacolo intercetta i raggi solari, bisogna rappresentare nel diagramma delle traiettorie solari la forma angolare dell'ostacolo come vista dal punto considerato, plottando su di esso l'azimut e l'altezza angolare dei punti del contorno con l'ostacolo stesso.

Di seguito si riporta il diagramma delle traiettorie solari definito per la località in cui ricade il parco eolico in progetto.

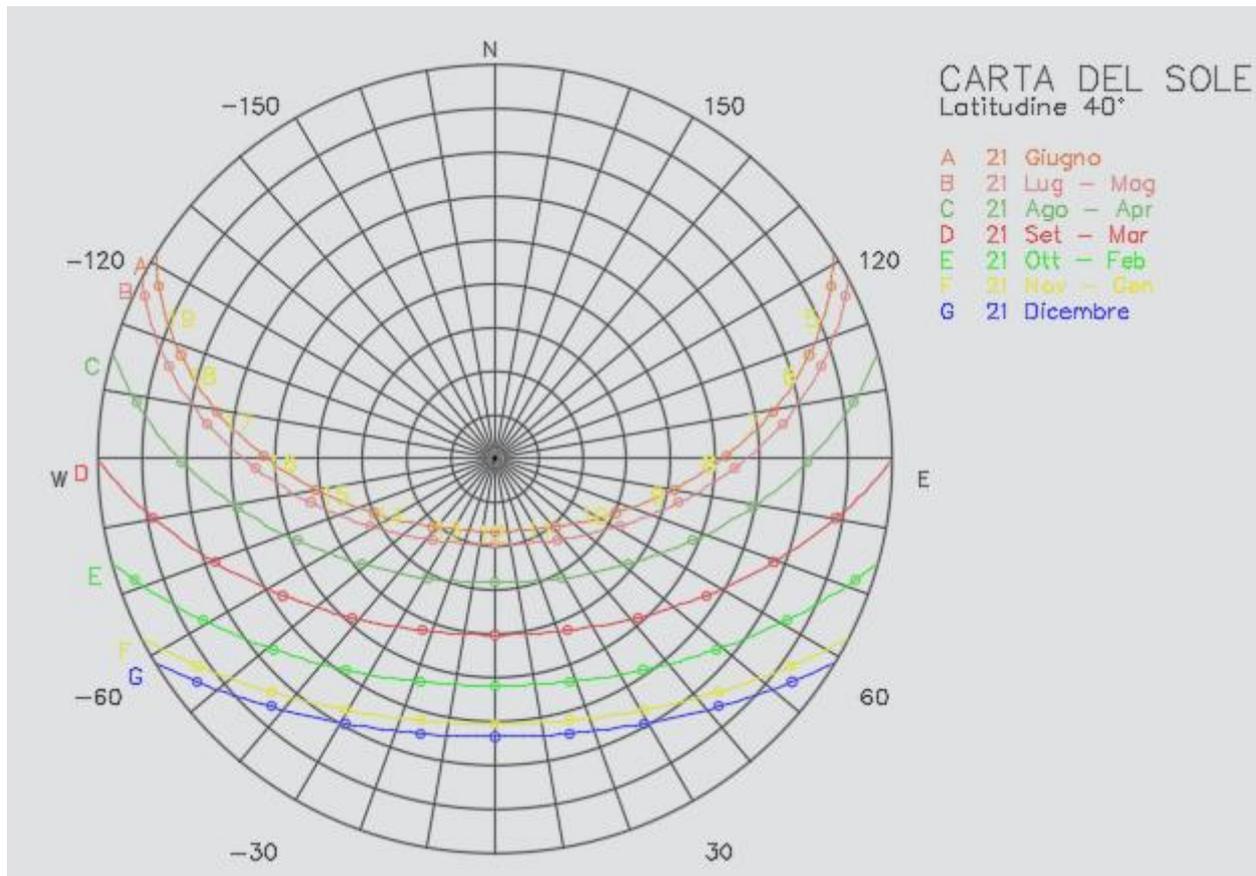


Fig. 2 - traiettorie solari - Carta del Sole Lat. 40

Il fenomeno di shadow flickering è definito da un'intensità stimata come differenza luminosa che si percepisce in presenza alternata di ombreggiamento in una data posizione. In generale le pale, avendo una forma rastremata con spessore che cresce verso il mozzo, possono provocare la presenza di tale fenomeno con intensità crescente all'aumentare della porzione di sole coperta dalla pala stessa e con il diminuire della distanza tra il ricettore e la turbina nella direzione del sole.

A tal fine è utile costruire un grafico con l'evoluzione annuale dell'ombra di una turbina realizzato come involuppo delle traiettorie solari considerando la turbina sempre in rotazione e sempre orientata ortogonalmente nella direzione del sole durante la giornata.

La figura che segue mostra l'andamento dell'effetto shadow flickering della turbina avente le dimensioni di cui al presente progetto con indicazione delle fasce temporali in cui l'effetto può verificarsi rapportata alla scala metrica:

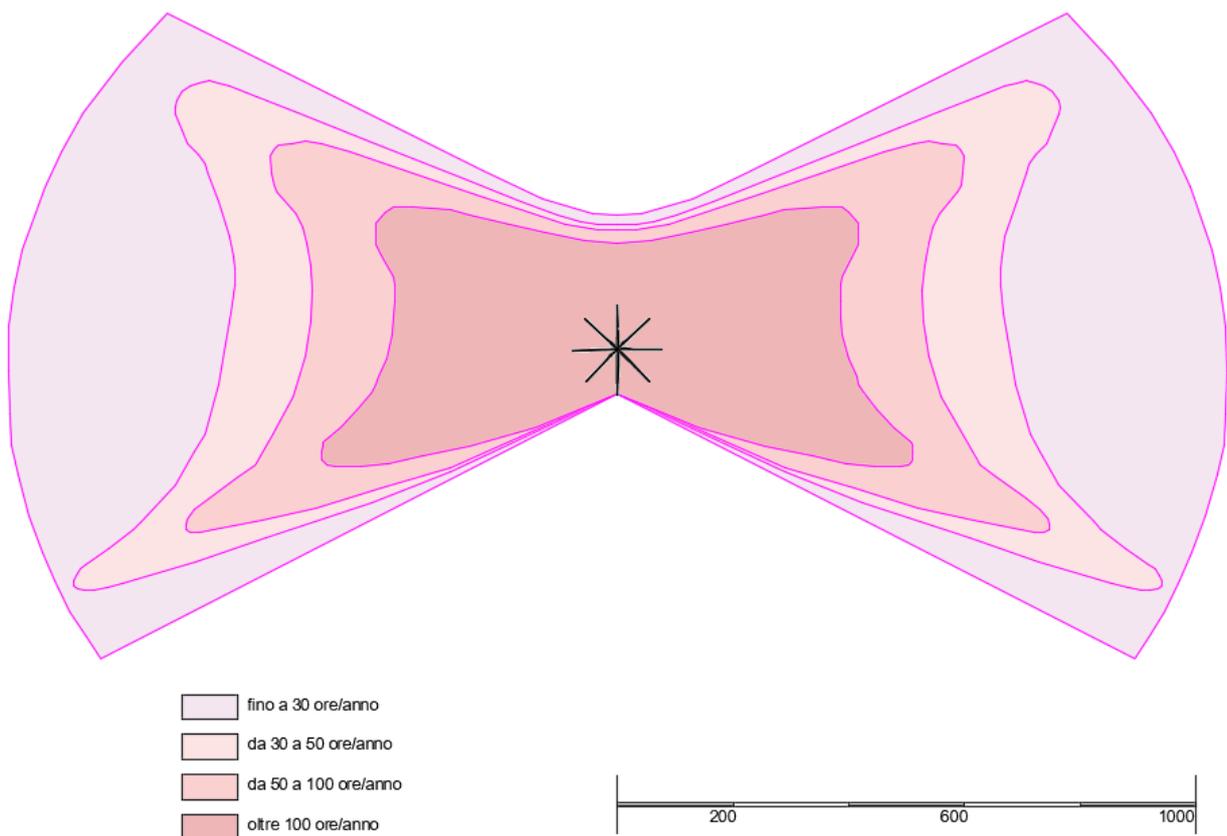


Fig. 3 - evoluzione effetto shadow flickering annuale - Carta del Sole Lat. 40 - turbina H = 112+75 = 187 m

La stima dell'impatto dello shadow flickering viene confrontata con le linee guida "Hinweise zur Ermittlung und Beurteilung der optischen Immissionen von Windenergieanlagen (WEA-Schattenwurf-Hinweise - unico riferimento presente)" che definisce i limiti per l'ombreggiamento:

- angolo minimo del sole rispetto all'orizzonte $\geq 3^\circ$;
- percentuale minima di copertura del sole della pala $\geq 20\%$;
- valore limite inferiore con effetto trascurabile in termini di ore/anno in cui può verificarsi il fenomeno: 30 ore/anno di ombra astronomica;
- valore limite superiore con effetti sensibili in termini di ore/anno in cui può verificarsi il fenomeno: 100 ore/anno di ombra astronomica;
- distanza massima con effetti sensibili: 1 km dalla turbina (dato di letteratura).

Inoltre, essendo di complessa definizione analitica, vengono considerate alcune semplificazioni a vantaggio di sicurezza quali:

- turbina sempre in rotazione;
- rotore sempre orientato ortogonalmente all'asse sole-ricettore;
- non vengono considerati ostacoli tra turbina e ricettore quali schermi, alberi, fabbricati ecc;
- ricettori orientati verso la turbina
- ventosità massima della turbina con conseguente raggiungimento del valore massimo di frequenza del fenomeno.

Altro importante parametro è rappresentato dall'eliofania. Esso esprime la durata media del soleggiamento astronomico (periodo intercorrente tra alba e tramonto) durante l'anno, corretti in funzione delle caratteristiche topografiche del luogo e dalla nuvolosità media che si registra nello specifico luogo. La stima dell'effetto shadow flickering considera esclusivamente il soleggiamento astronomico (a vantaggio di sicurezza) non tenendo conto di altri fattori quali topografia e nuvolosità media.

Alla luce di quanto esposto, al fine di poter eseguire una stima della possibile interferenza tra l'effetto shadow flickering cagionato da una turbina su un possibile ricettore sensibile, vengono sovrapposte alla cartografia tecnica i diagrammi dell'evoluzione dell'effetto shadow flickering annuale e valutare quindi le possibili conseguenze sugli specifici ricettori interessati e conseguentemente individuare le possibili misure di mitigazione del fenomeno.

Tali misure potranno essere definite per ciascuna singola fattispecie; in via preliminare, e del tutto indicativa, si ritiene che queste possano essere strutturali (siepi di protezione, barriere visive, alberature, tendaggi, blocco aerogeneratori in occorrenza del fenomeno), ovvero non strutturali (compensazione per mancata fruizione).

A.8.2 Analisi del fenomeno e stima delle interferenze

Il parco eolico in progetto è composto da n. 10 turbine dislocate all'interno del territorio dei comuni di Venosa e Maschito (PZ).

Al fine di valutare le possibili interferenze tra l'effetto shadow flickering delle turbine ed i ricettori sensibili è stata eseguita una scrupolosa analisi dei fabbricati presenti nell'area di interesse di cui se ne riporta l'estratto tabellare con le relative coordinate e la loro destinazione d'uso:

RICETTORI CON DESTINAZIONE ABITAZIONE (A1,....A10)

id	comune	foglio	particella	Ore
14	Venosa	74	217	< 30 ore/anno
7	Venosa	74	231	< 30 ore/anno
48	Venosa	73	78-297-263	< 30 ore/anno
47	Venosa	73	266	< 30 ore/anno
31	Maschito	12	267	< 30 ore/anno
13	Venosa	74	217	< 30 ore/anno

RICETTORI CON DESTINAZIONE D10

id	comune	foglio	particella	ore
46	Venosa	73	247-248	da 30 a 50 ore/anno
45	Venosa	73	247-248	da 30 a 50 ore/anno
44	Venosa	73	247-248	da 30 a 50 ore/anno
30	Maschito	22	181	< 30 ore/anno
15	Venosa	74	217	< 30 ore/anno
14	Venosa	74	217	< 30 ore/anno
12	Venosa	74	225	< 30 ore/anno
11	Venosa	74	241	< 30 ore/anno
10	Venosa	74	233	< 30 ore/anno
9	Venosa	74	227	< 30 ore/anno
8	Venosa	74	237	< 30 ore/anno
6	Venosa	74	227	< 30 ore/anno
4	Maschito	1	405	< 30 ore/anno

 RICETTORI CON ALTRE DESTINAZIONI

id	comune	foglio	particella	ore
38	Maschito	12	285	da 30 a 50 ore/anno
37	Maschito	12	5	da 30 a 50 ore/anno
36	Maschito	22	175	da 30 a 50 ore/anno
35	Maschito	12	83	da 30 a 50 ore/anno
34	Maschito	12	270	da 30 a 50 ore/anno
33	Maschito	12	268	da 30 a 50 ore/anno
2	Maschito	1	12	da 30 a 50 ore/anno
1	Venosa	73	265	da 30 a 50 ore/anno
49	Venosa	53	76	< 30 ore/anno
39	Maschito	1	421423	< 30 ore/anno
32	Maschito	12	293	< 30 ore/anno
5	Venosa	74	229	< 30 ore/anno
3	Maschito	1	405	< 30 ore/anno

 RUDERI

id	comune	foglio	particella	ore
40	Maschito	1	32	da 30 a 50 ore/anno
56	Maschito	1	391-392	da 30 a 50 ore/anno
57	Maschito	1	259-87	da 30 a 50 ore/anno
54	Maschito	1	39	> 100 ore/anno
55	Maschito	1	39	> 100 ore/anno
58	Maschito	1	226	< 30 ore/anno
43	Venosa	73	236	< 30 ore/anno
49	Venosa	73	56	< 30 ore/anno
62	Maschito	12	59	< 30 ore/anno
63	Maschito	1	112	< 30 ore/anno

Infine viene riportata la sovrapposizione del grafico dell'evoluzione dell'effetto shadow flickering di ciascun aerogeneratore su ortofoto e conseguentemente individuate le interferenze con i ricettori:



Figura 4. Analisi degli effetti dello shadow flickering su ortofoto

Conclusioni

L'analisi svolta dimostra che la realizzazione del parco eolico di cui al presente progetto non interferisce in maniera sensibile sui ricettori per quanto riguarda il verificarsi dell'effetto shadow flickering in quanto tale fenomeno è potenzialmente riscontrabile solo in periodi limitati della giornata durante alcuni mesi dell'anno. In particolare viene riscontrata la presenza del fenomeno su ricettori non sensibili (magazzini, garage e ruderi) quali:

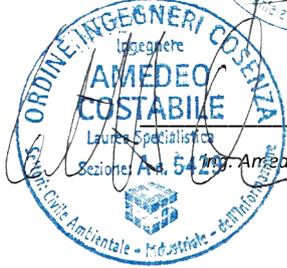
- id 54 rudere non censito in catasto urbano;
- id 55 rudere non censito in catasto urbano;

I ricettori sensibili (abitazioni) sono tutti interferenti con il fenomeno per un periodo inferiore a 30 ore/anno mentre alcuni edifici censiti in catasto alla categoria D10 (fabbricato ad uso agricolo) presentano un'interferenza con il fenomeno per un periodo compreso tra le 50 e le 100 ore/anno. I restanti D10 presentano interferenze per una durata inferiore alle 30 ore/anno.

Al fine di limitare ulteriormente il verificarsi di tali fenomeni di shadow flickering su i ricettori presenti sono comunque praticabili opere di mitigazione quali: piantumazione di alberi o piante sempre verdi prospicienti alle aperture finestrate degli edifici qualora rivolte verso gli aerogeneratori.

i progettisti:


ing. Giovanni Guzzo Foliaro


ing. Amedeo Costabile


ing. Francesco Meringolo