



Progetto per la realizzazione impianto per la produzione di energia elettrica da **fonte eolica**, ai sensi del Dlgs n. 387 del 2003, composto da n° 7 aerogeneratori, per una potenza di 39,2 MW, sito nel comune di **Castelpagano (BN)**



REGIONE  
CAMPANIA



COMUNE DI  
CASTELPAGANO



COMUNE DI  
CIRCELLO



COMUNE DI  
COLLE SANNITA



COMUNE DI  
MORCONE

PROPONENTE

**Cogein  
Energy**

**Cogein Energy S.r.l.**

Via Diocleziano, 107 - 80125 Napoli  
Tel. 081.19566613 - Fax. 081.7618640

[www.newgreen.it](http://www.newgreen.it)

[compinvestimenti@libero.it](mailto:compinvestimenti@libero.it)

[cogeinenergy@pec.it](mailto:cogeinenergy@pec.it)

ELABORATO

**ELAB. 7A**

Approfondimento ricettori  
shadow flickering

SCALA

REVISIONE

DATA

**06/2022**

PROGETTAZIONE

**Arch. Raimondo Cascone**

REDATTO

**Ing. Federica Mallozzi**  
**Dott. Rino Castaldo**  
**Arch. Rosario Manco**

VERIFICATO

**Ing. Federica Mallozzi**

APPROVATO

**Arch. Raimondo Cascone**



## Sommario

|                                      |    |
|--------------------------------------|----|
| Introduzione.....                    | 2  |
| Metodologia adottata.....            | 3  |
| Analisi puntuale dei ricettori ..... | 4  |
| Ricettore 24 .....                   | 4  |
| Ricettore 42 – 43 .....              | 9  |
| Ricettore 48 .....                   | 14 |
| Ricettore 52 .....                   | 19 |

## 1 Introduzione

Il presente studio rappresenta un approfondimento su alcuni recettori che, nella valutazione dello *shadow flickering*, hanno riportato un numero di ore di esposizione al fenomeno maggiore di quello ritenuto accettabile.

Prima di procedere con lo studio è necessario fare alcune precisazioni.

Nel calcolo effettuato per l'ombreggiamento sono state mantenute delle ipotesi peggiorative anche nel calcolo dei valori **real case**, infatti si assume che le pale siano sempre in rotazione intorno al mozzo, e orientate sempre ortogonalmente al sole durante la sua evoluzione giornaliera. In realtà in ogni sito ci sono dei venti prevalenti che, tramite i sensori presenti sull'aerogeneratore, orientano il rotore in direzione ortogonale ad essi.

Per il sito in oggetto le direttrici dei venti prevalenti sono orientate nella direzione Nord-Sud e in misura minore verso Nord-Nord Est come evidenziato dalla rosa dei venti estrapolata da misurazioni anemometriche pluriennali (Fig.1).

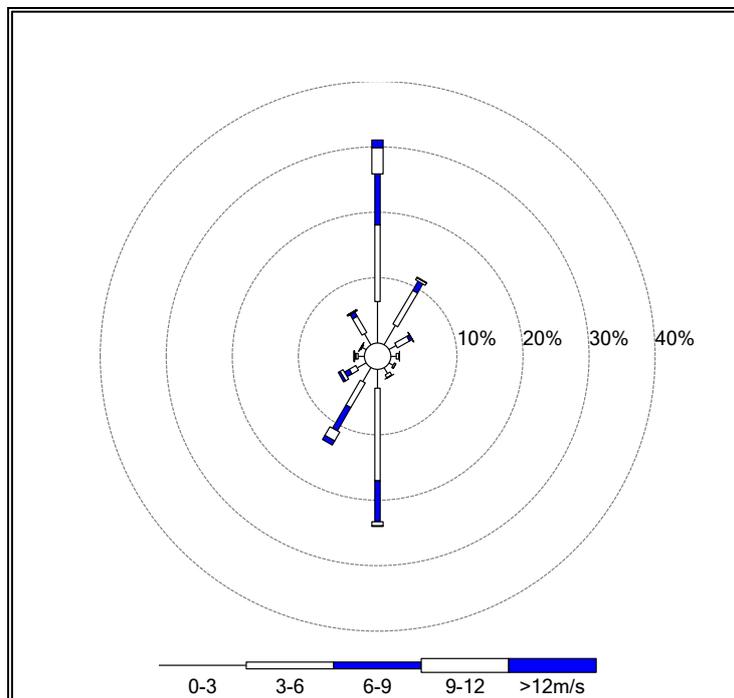


Figura 1-Rosa dei venti riferita al sito di Castelpagano

Altra ipotesi peggiorativa adottata per l'analisi del fenomeno dell'ombreggiamento intermittente è stata quella di adottare il modello *Greenhouse* per i ricettori, cioè ipotizzare che l'intero edificio sia composto da superfici trasparenti. In realtà la maggior parte degli edifici è composta principalmente da superfici opache e solamente in corrispondenza di vetrate e finestre la superficie è trasparente.

Inoltre, il modello digitale adottato per le simulazioni non considera la presenza di schermature naturali come rilievi o alberi.

E' chiaro, quindi, che il calcolo effettuato e presentato all'interno dell'elaborato 7 risulta essere estremamente cautelativo. Nel presente studio saranno analizzati con maggior dettaglio i ricettori ritenuti "critici" in modo da ottenere un calcolo piu' realistico.

## 2 Metodologia adottata

I ricettori che hanno presentato criticità sono i seguenti:

| ID | COORDINATE WGS84 FUSO 33 |         | INTERMITTENZA OMBRE DI TUTTE LE TURBINE |
|----|--------------------------|---------|---|
|    | E                        | N       | Ore/anno Real case                      |
| 24 | 488107                   | 4585017 | 71                                      |
| 42 | 486406                   | 4584817 | 61                                      |
| 43 | 486364                   | 4584832 | 57                                      |
| 48 | 487358                   | 4584029 | 53                                      |
| 52 | 488357                   | 4583330 | 60                                      |

La metodologia utilizzata per gli approfondimenti necessari ai fini del presente studio è articolata nelle seguenti fasi:

1. Individuazione del periodo in cui si manifesta il fenomeno presso il ricettore considerato tramite simulazioni virtuali.
2. Determinazione, tramite elaborazione di dati grezzi anemometrici, della distribuzione delle frequenze di direzione del vento.
3. Elaborare una nuova simulazione per ottenere nuovi scenari *real case*

### 3 Analisi puntuale dei ricettori

#### Ricettore 24

Il ricettore identificato con il numero 24 è un fabbricato per civile abitazione con annesso un deposito agricolo (Tabella 1)



Figura 2-Foto e planimetria ricettore 24

Come evidenziato dal grafico sottostante il fenomeno dell'ombreggiamento intermittente sul ricettore è causato dalla turbina CA01, e si verifica principalmente nelle tarde ore pomeridiane dei mesi di maggio, giugno e luglio quando il sole è basso sull'orizzonte e le ombre si allungano.

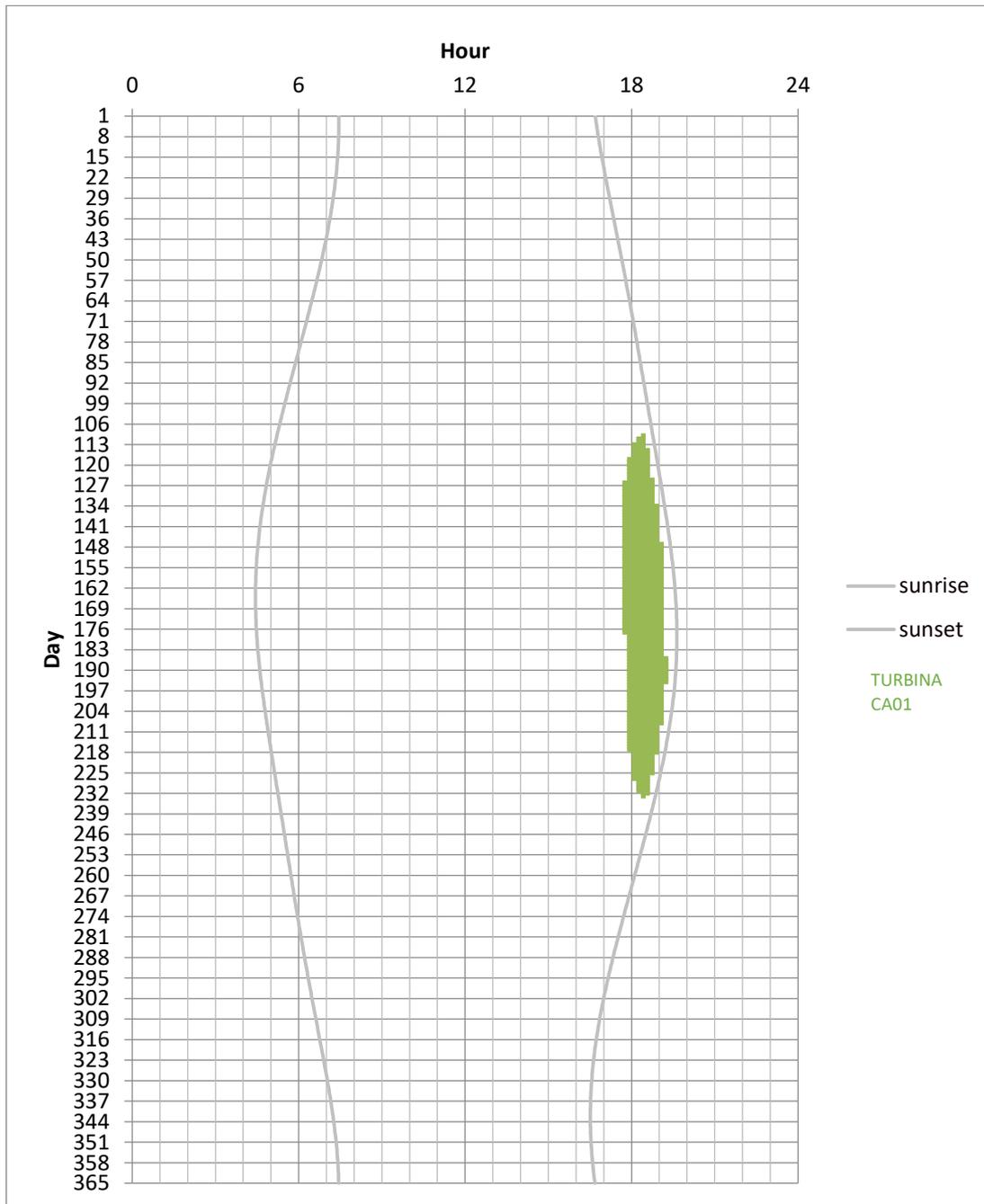


Figura 3-Diagramma dello shadow flickering ricettore 24

Il diagramma della figura 3 è stato elaborato senza tenere conto delle considerazioni fatte nella parte introduttiva in merito all'effettivo orientamento del rotore nelle direzioni prevalenti del vento, ma è stato ipotizzato che il rotore si trovi sempre ortogonalmente alla direzione dei raggi solari.

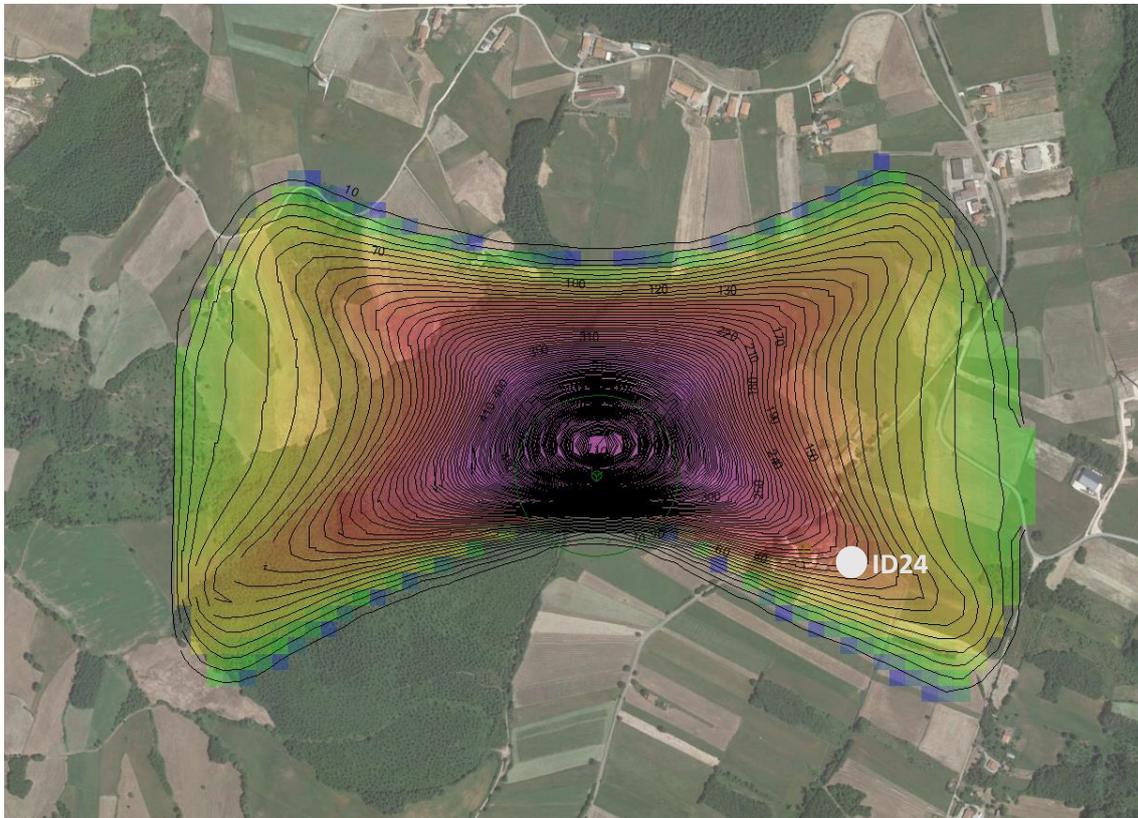


Figura 4-Mappa dell'ombreggiamento intermittente Worst Case

Dalla mappa delle ombre in figura 4, che riporta su ortofoto le isolinee di ombreggiamento, il ricettore in oggetto evidenzia effettivamente un'esposizione superiore ai limiti ritenuti accettabili.

I valori derivanti da una prima elaborazione, che prevedeva nel passaggio Worst Case – Real Case solo l'abbattimento delle ore di esposizione dovute al valore di eliofania del luogo, sono i seguenti come già riportato nel precedente studio:

| ID | Ore/anno – Worst Case | Ore/anno – Real Case |
|----|-----------------------|----------------------|
| 24 | 147                   | 71                   |

Per ottenere una simulazione più realistica del fenomeno collegato all'ombreggiamento degli aerogeneratori bisogna considerare anche l'effettiva direzione dei venti che determina l'orientamento del rotore.

La figura 5 mostra la distribuzione delle frequenze di ventosità per ogni settore di direzione per il periodo maggio - giugno e deriva dall'elaborazione dei dati rilevati dall'anemometro installato in sito durante un periodo pluriennale.

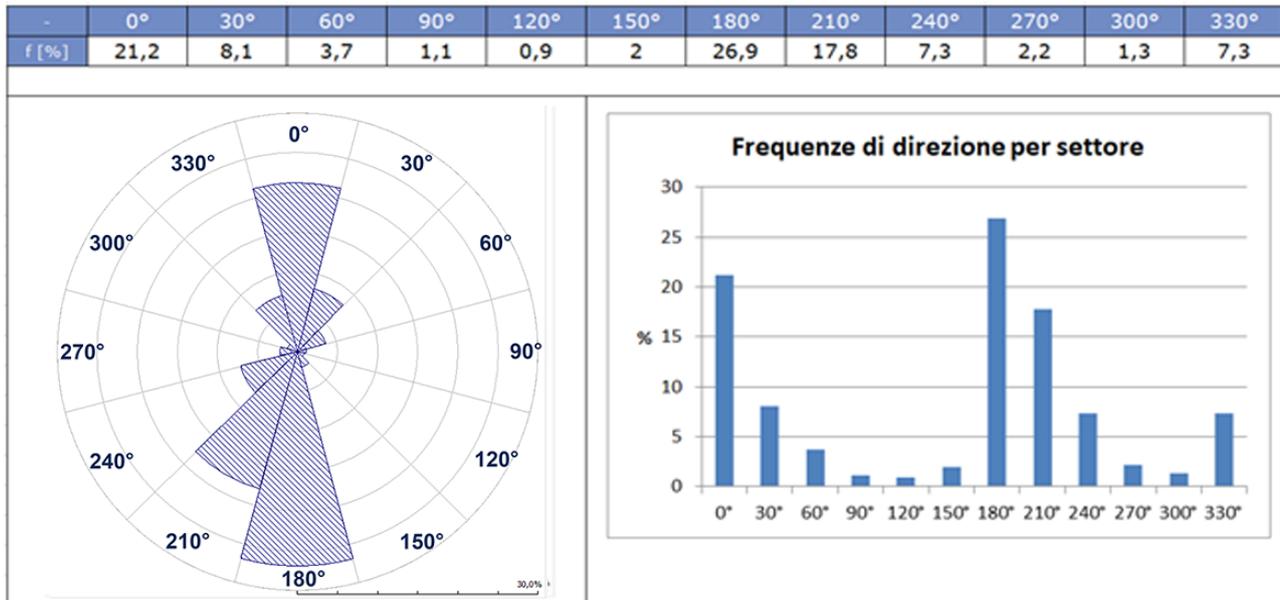


Figura 5- Distribuzione delle frequenze di direzione per settore

L'istogramma mostra che la maggior parte dei venti interessa la direttrice Nord-Sud e quella Nord-Nord Est per il 74% del tempo.

Nella figura 6 è riportata la mappa delle ombre generata dall'orientamento del rotore lungo le direttrici prevalenti dei venti.

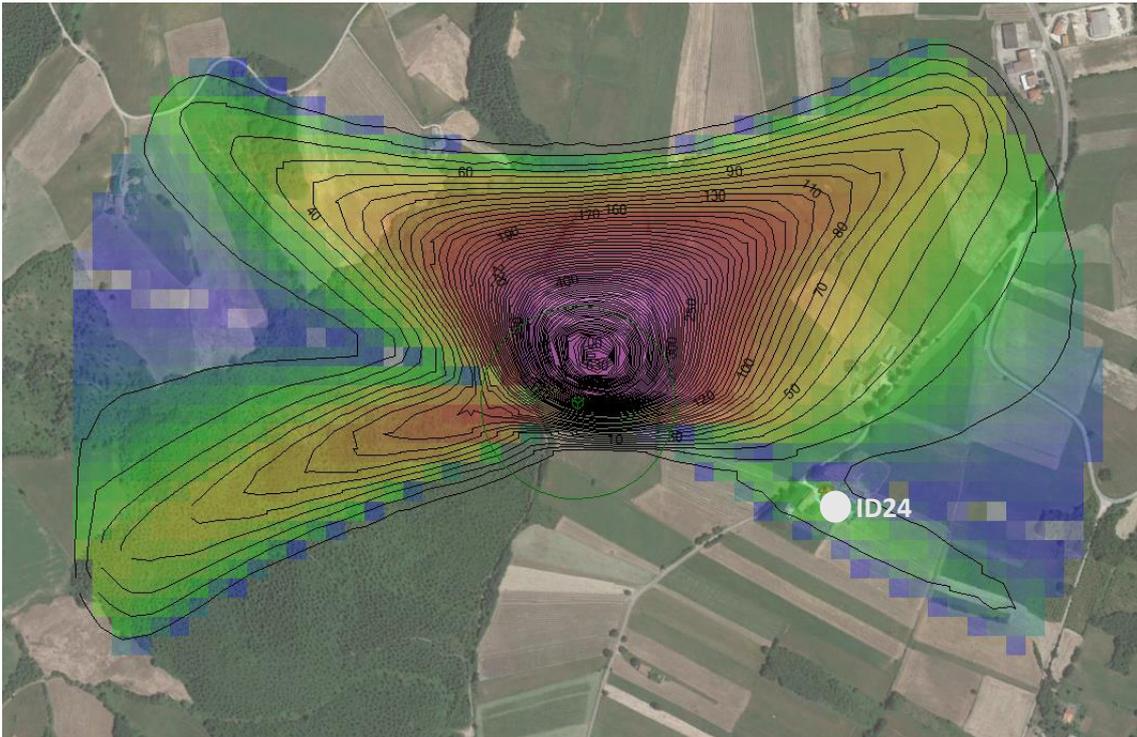


Figura 6-Mappa dell'ombreggiamento intermittente per il ricettore 24 lungo le direttrici dei venti prevalenti *Worst Case*

Come è possibile vedere dalla mappa le ore di esposizione al fenomeno, a causa dell'effettivo orientamento del rotore, diminuiscono drasticamente. Infatti, dai tabulati di simulazione, risulta che il valore delle ore di esposizione al fenomeno è 19 ore per anno, che tenuto conto del valore di eliofania sito specifica diventano di 9 ore per anno.

Il caso peggiore per il ricettore considerato è quello per cui il rotore si orienti verso lo stesso, ossia orientato lungo la direttrice dei settori  $120^{\circ}$ - $300^{\circ}$ . Come risulta evidente dalla distribuzione delle direzioni di ventosità del sito tale condizione si verifica solamente il 2,1% delle volte, cioè circa 3 giorni da maggio a giugno e nelle ultime ore pomeridiane.

Concludendo, valutando realisticamente il sito da un punto di vista anemologico è possibile dedurre che il fenomeno dello shadow flickering risulta notevolmente ridotto rispetto alle valutazioni iniziali e il ricettore 24 risulta interessato dall'ombreggiamento per un numero di ore annue ritenuto accettabile.

## Ricettori 42 – 43

I ricettori 42-43 per vicinanza verranno studiati insieme.

Come visibile nelle immagini si tratta rispettivamente di una civile abitazione ed un annesso deposito agricolo.



**Figura 7-Inquadramento su ortofoto dei ricettori 42 e 43**



**Figura 8-Foto del ricettore 42**



**Figura 9-Foto del ricettore 43**

L'ombreggiamento sui ricettori è causato principalmente dall'aerogeneratore CA02 e si verifica, come evidenziato dal diagramma sottostante durante le prime ore mattutine del periodo Maggio –

Luglio.

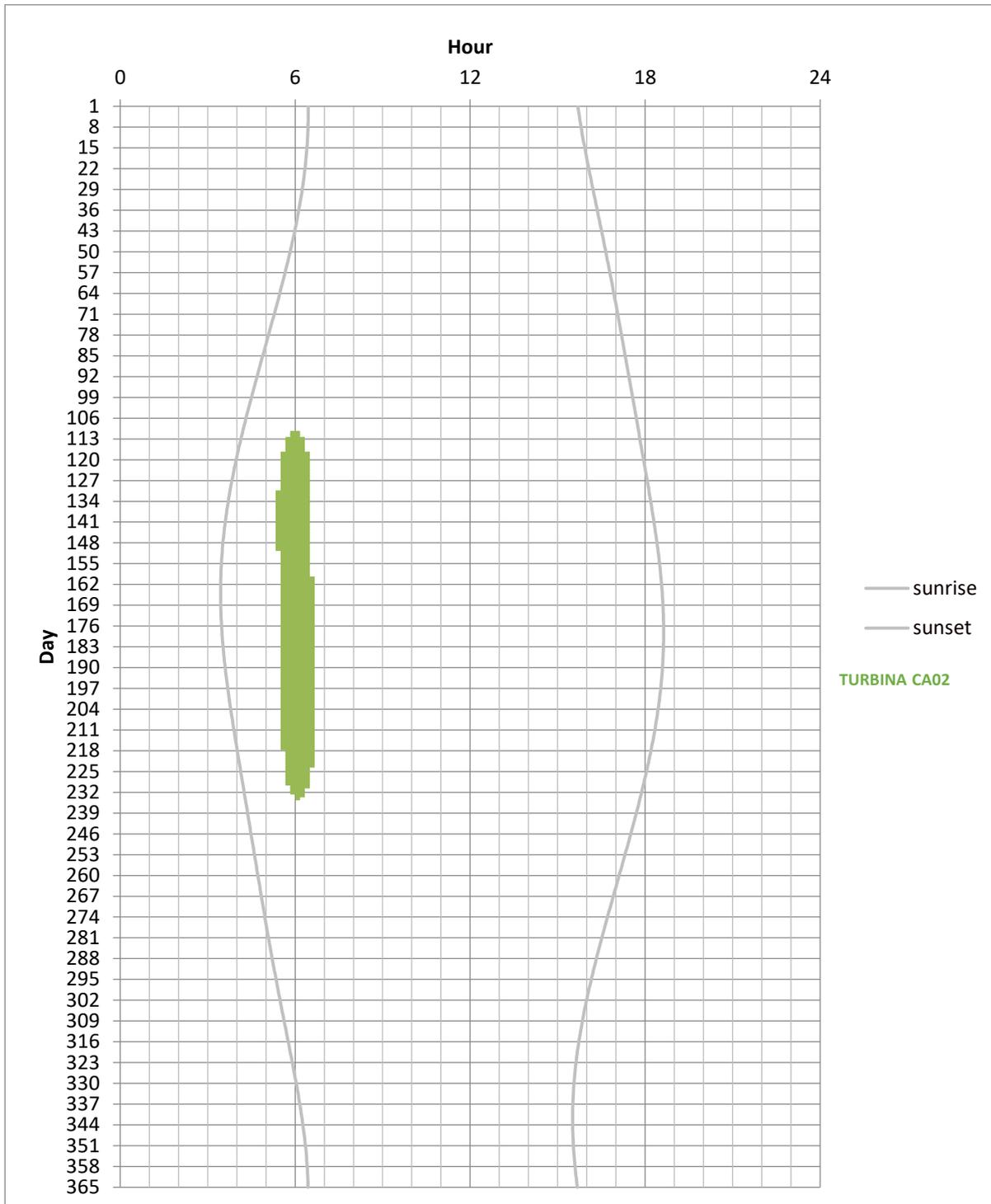


Figura 10- Diagramma annuo dell'ombreggiamento

Si riporta di seguito la mappa dello shadow flickering - worst case.

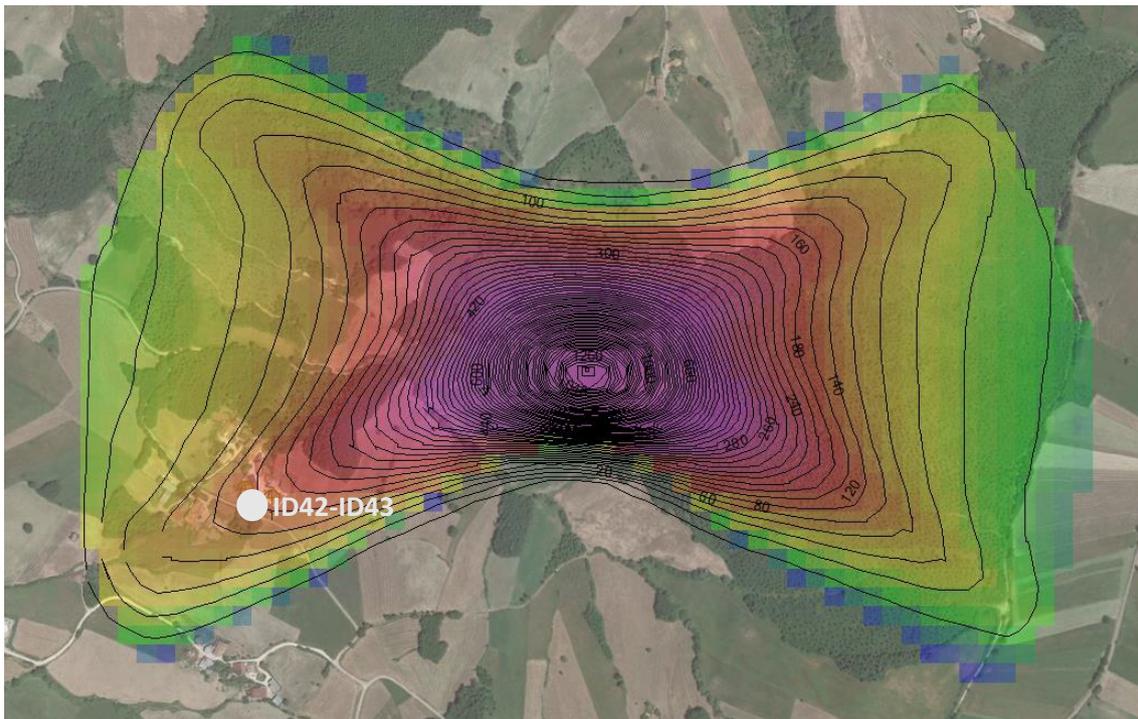


Figura 11-Mappa dell'ombreggiamento intermittente *Worst Case*

Adottando gli stessi criteri adottati per il ricettore 24 può essere condotta una simulazione più realistica delle ore di esposizione al fenomeno per i ricettori 42 e 43.

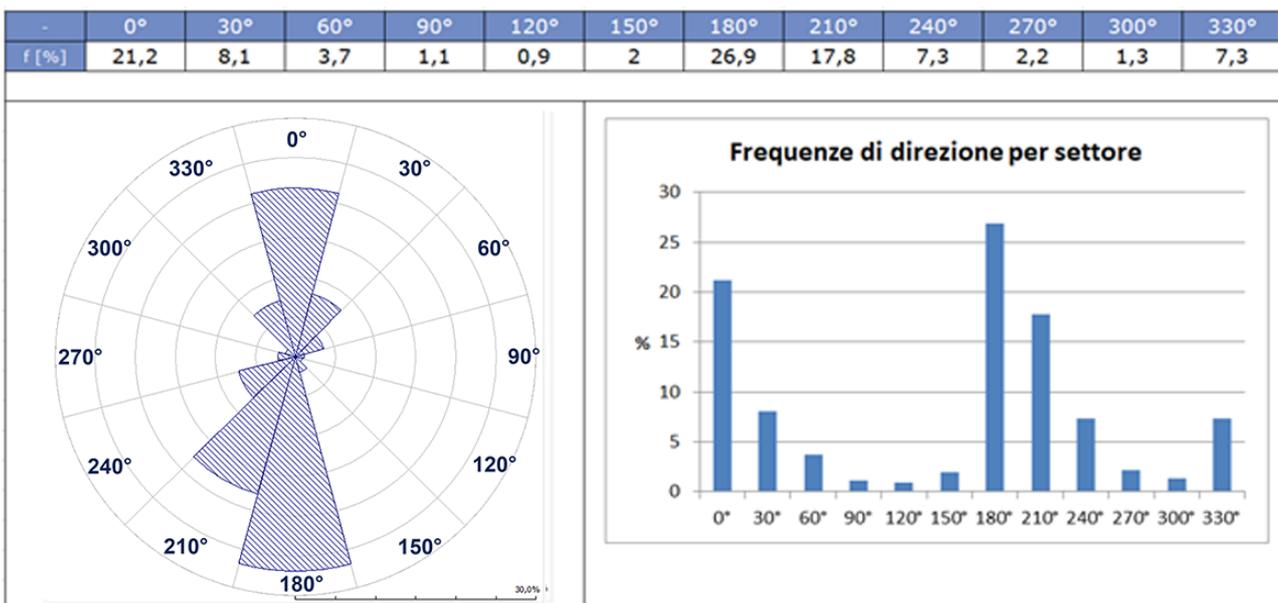


Figura 12- Distribuzione delle frequenze per settore

La figura sottostante mostra il grafico Worst Case con il corretto angolo di direzione del rotore.

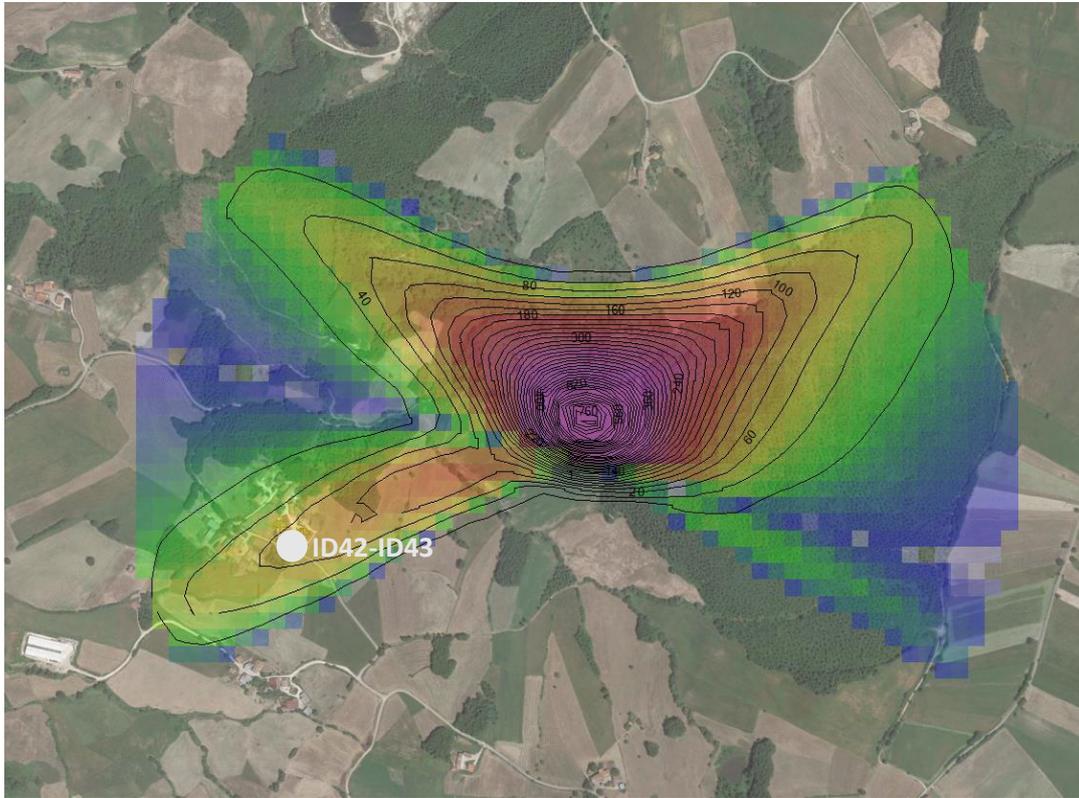


Figura 13-Mappa dell'ombreggiamento intermittente con direzione del vento NS-NNE

I risultati sono riportati nella seguente tabella:

| ID | Ore/anno – Worst Case<br>NS-NNE | Real case |
|----|---------------------------------|-----------|
| 42 | 74                              | 36        |
| 43 | 59                              | 29        |

Concludendo, valutando realisticamente il sito da un punto di vista anemologico è possibile dedurre che il fenomeno dello shadow flickering risulta notevolmente ridotto rispetto alle valutazioni iniziali i recettori risultano interessati dall'ombreggiamento per un numero di ore annue ritenuto accettabile.

## Ricettore 48

Il ricettore è accatastato come civile abitazione come si può vedere dalla figura seguente.



Figura 14-Foto ricettore 48



Figura 15-Inquadramento su ortofoto ricettore 48

L'aerogeneratore che proietta l'ombra sul ricettore è denominato CA03. L'ombreggiamento della macchina interessa il ricettore nelle ore mattutine dei periodi Febbraio-Marzo e Settembre-Novembre come riportato dal grafico seguente.

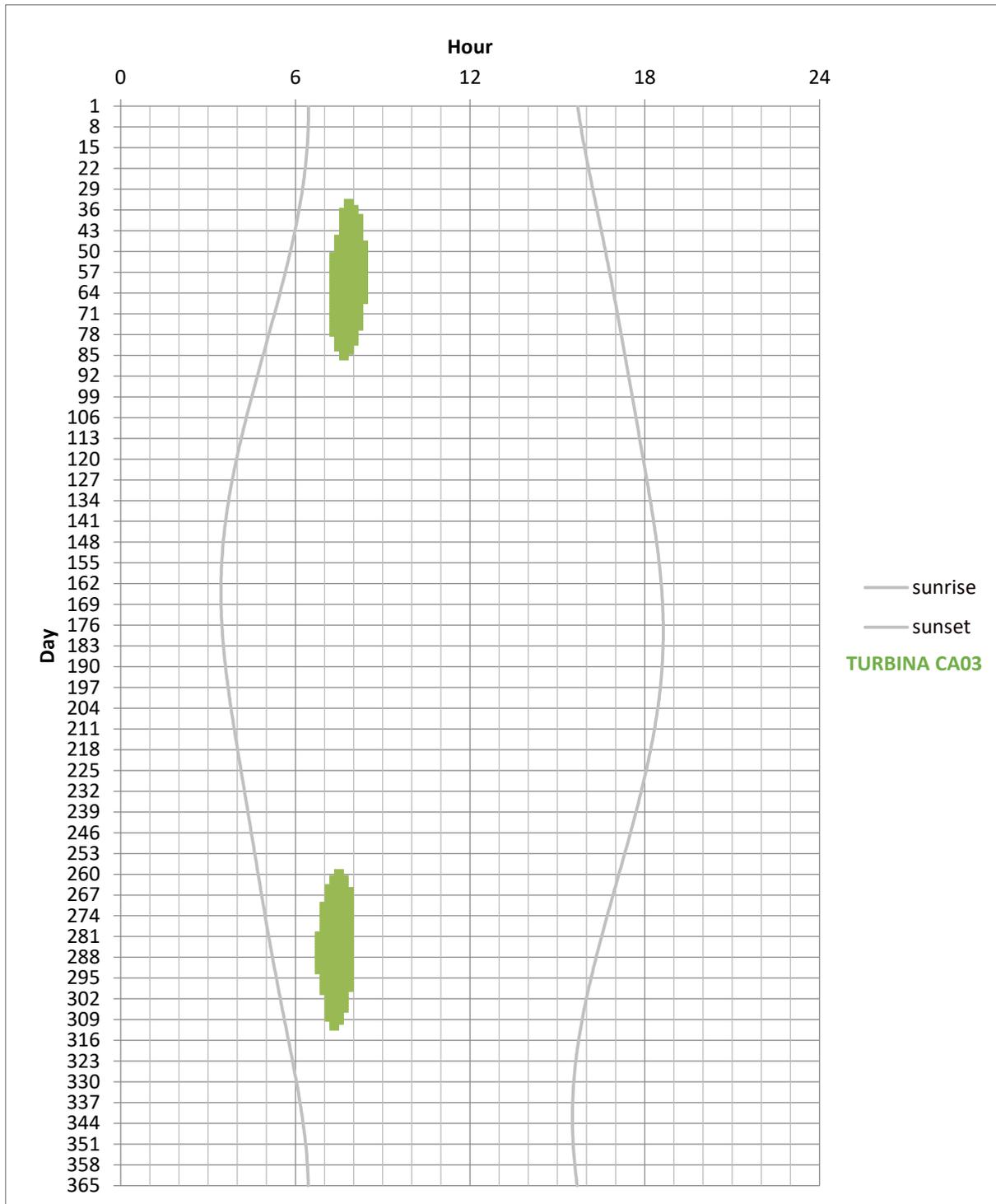


Figura 16-Diagramma annuo ricettore 48

Da una prima elaborazione, senza considerare aspetti di direzione delle correnti d'aria, i valori sul ricettore risultano oltre i limiti tollerati.

La tabella sottostante riporta le ore annue di esposizione allo shadow flickering del ricettore.

| ID | Ore/anno – Worst Case | Ore/anno – Real Case |
|----|-----------------------|----------------------|
| 48 | 110                   | 53                   |

In Figura 17 è riportata la mappa di ombreggiamento worst case del primo studio effettuato.

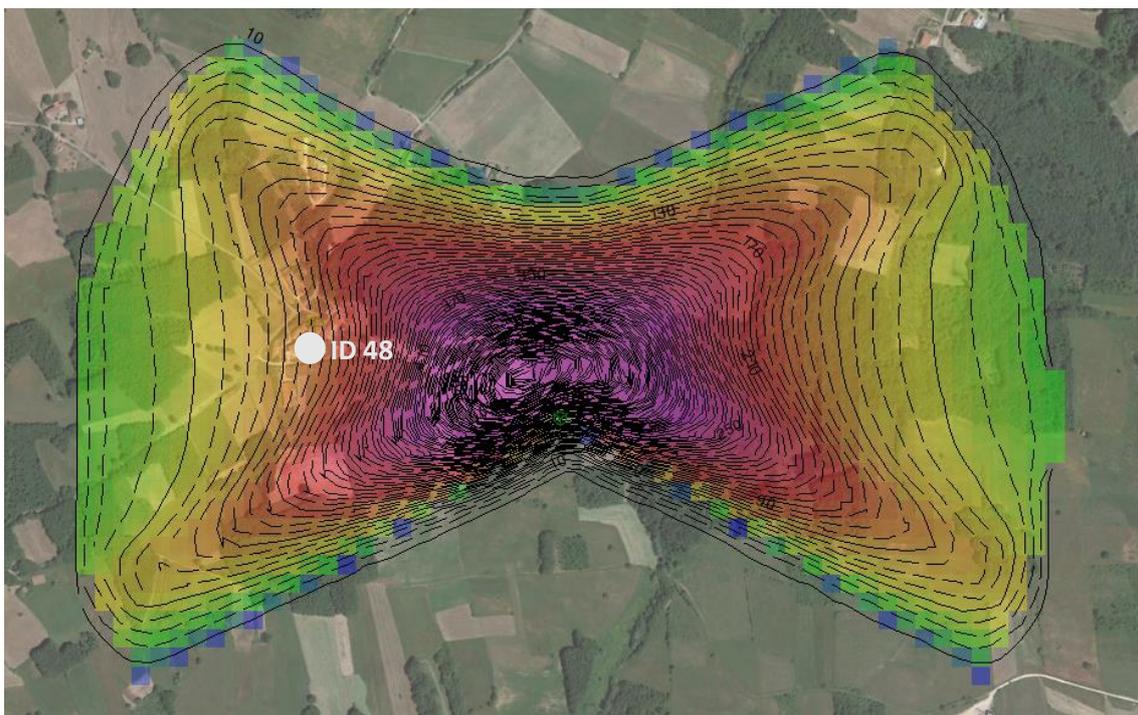


Figura 17-Shadow flickering ricettore 48 Worst Case

Allo stesso modo dei recettori precedenti, è utile considerare la distribuzione delle frequenze di direzione del vento per valutare realisticamente l'impatto dato dalla presenza dell'aerogeneratore sull'edificio.

Come si può osservare dalle figure 15 e 16 le direzioni prevalenti dei venti per i periodi considerati sono Nord- Sud e Nord- Nord Est.

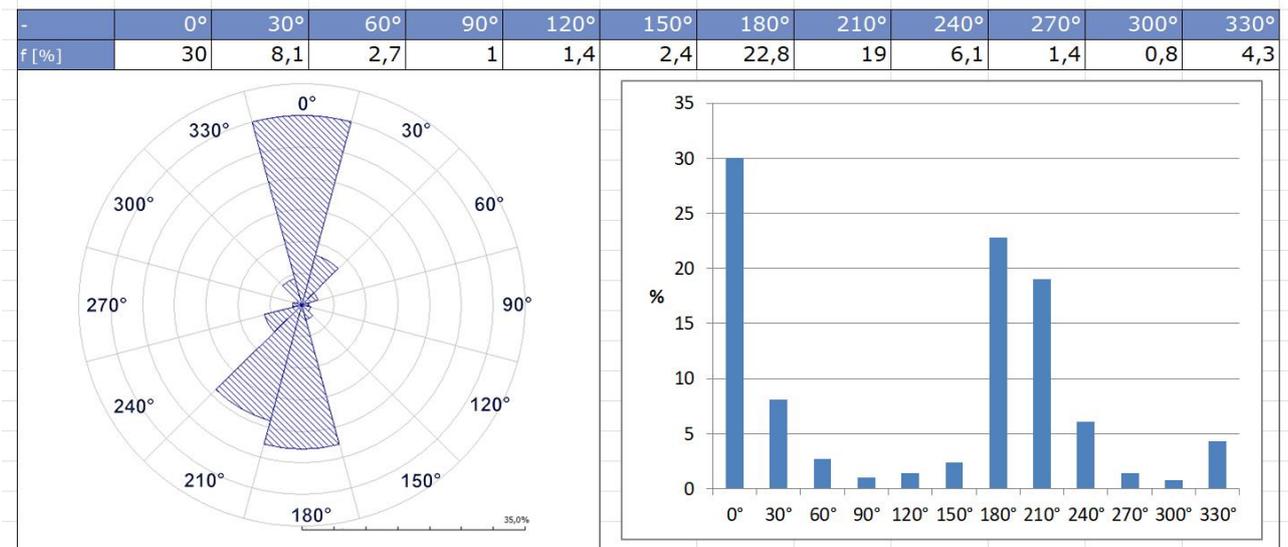


Figura 18-Distribuzione delle frequenze di direzione nel periodo Febbraio-Marzo

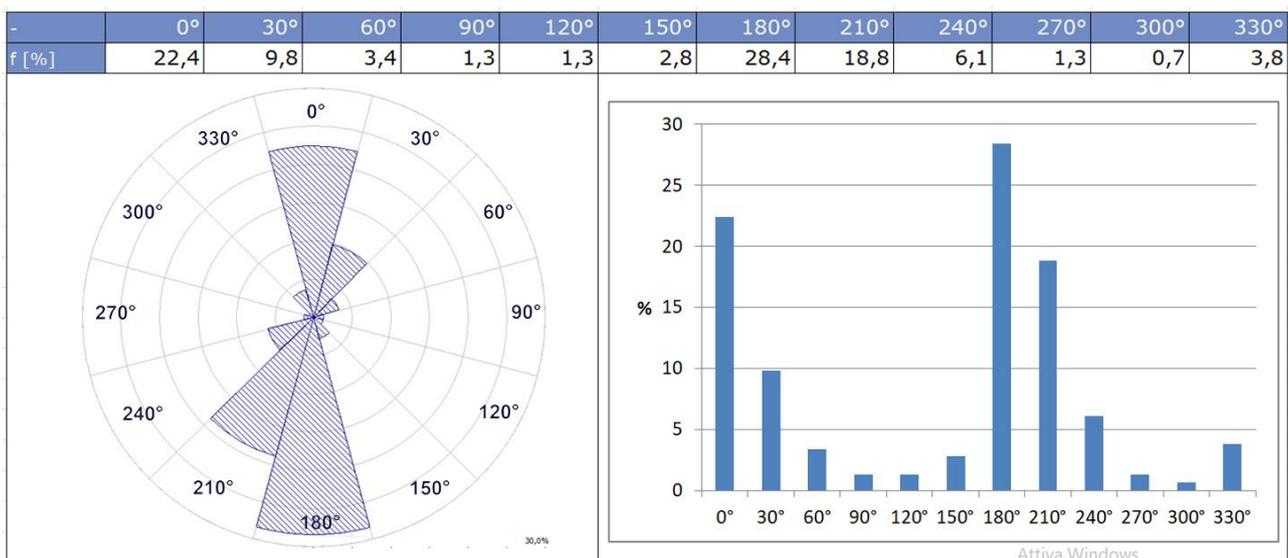


Figura 19-Distribuzione delle frequenze di direzione nel periodo Febbraio-Marzo

Alla luce delle informazioni relative alla direzione prevalente dei venti è possibile elaborare delle nuove simulazioni con l'orientamento corretto del rotore, infatti dalle tabelle è possibile osservare che per 80 volte su 100 il rotore è orientato nelle direzioni NS-NNE.

L'immagine successiva riporta la mappa dell'ombreggiamento generato dal rotore con l'effettivo orientamento durante l'80% delle ore di funzionamento.

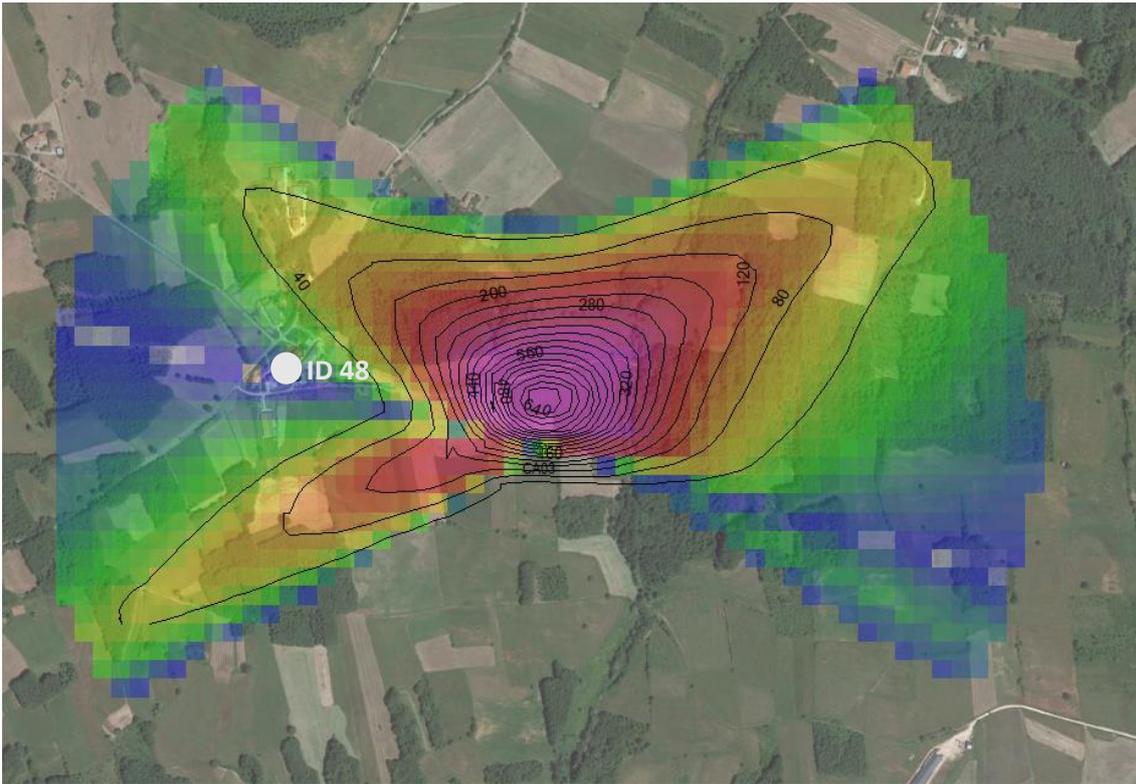


Figura 20-Shadow flickering ricettore 48

Il numero di ore per anno derivante dalle nuove elaborazioni è riportato nella tabella seguente:

| <b>ID</b> | <b>Ore/anno – Worst Case</b> | <b>Ore/anno – Real Case</b> |
|-----------|------------------------------|-----------------------------|
| <b>48</b> | <b>11</b>                    | <b>6</b>                    |

Concludendo, valutando realisticamente il sito da un punto di vista anemologico è possibile dedurre che il fenomeno dello shadow flickering risulta notevolmente ridotto rispetto alle valutazioni iniziali e il ricettore 48 risulta interessato dall'ombreggiamento per un numero di ore annue drasticamente ridotte.

## Ricettore 52

Il ricettore 52 è un edificio realizzato con elementi prefabbricati, e si tratta di un edificio per allevamento di animali.



Figura 22-Foto ricettore 52



Figura 23-Inquadramento su ortofoto ricettore 52

Le prime elaborazioni hanno mostrato un'esposizione allo shadow flickering per un numero di ore elevato. Vengono riportati i valori nella tabella seguente:

| ID | Ore/anno – Worst Case | Ore/anno – Real Case |
|----|-----------------------|----------------------|
| 52 | 126                   | 60                   |

La turbina che proietta l'ombra sul ricettore è la CA05, e questo accade nelle ore del tardo pomeriggio del periodo estivo, come mostrato dal grafico sottostante.

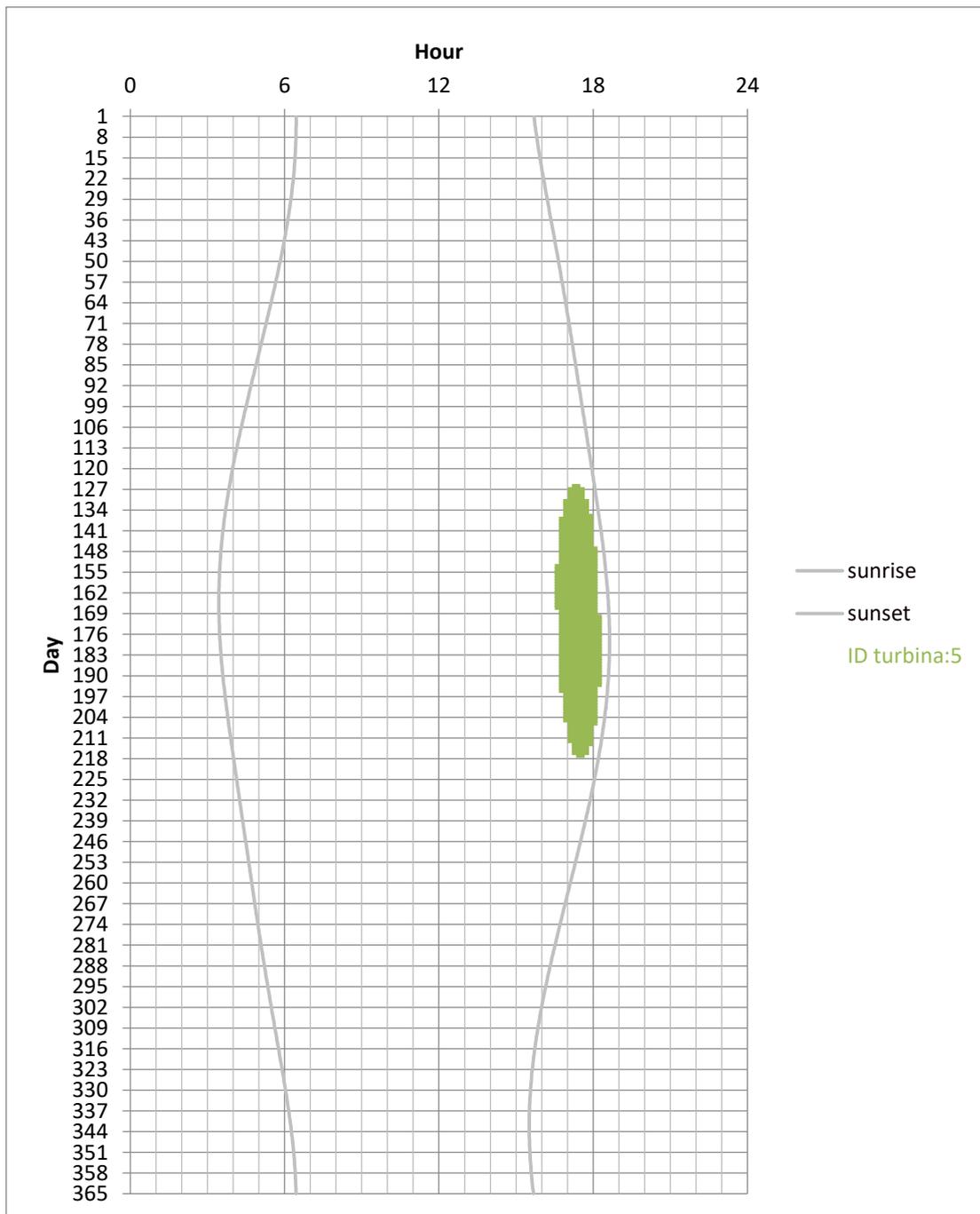


Figura 20 – Grafico dell'ombreggiamento sul ricettore 52

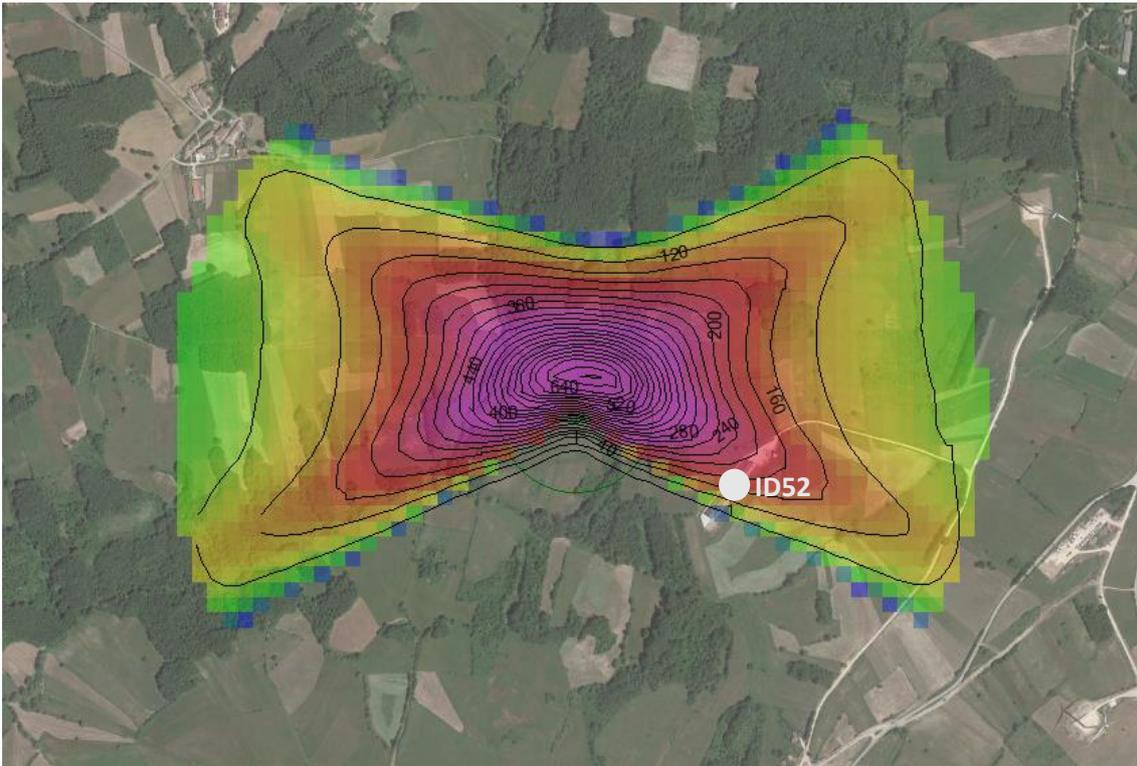


Figura 21 – Mappa dell’ombreggiamento sul ricettore 52

La figura seguente riporta i settori di direzione del vento.

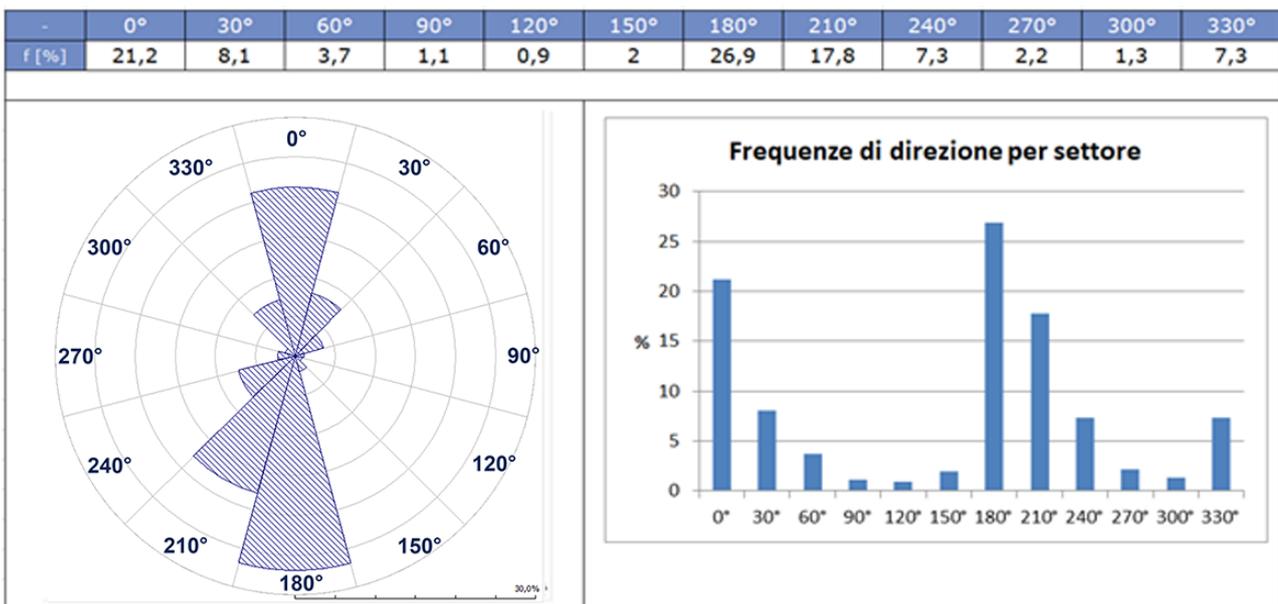


Figura 22 – Distribuzione delle frequenze di direzione per settore

Si riporta la mappa dell'ombreggiamento derivante dalle nuove elaborazioni.

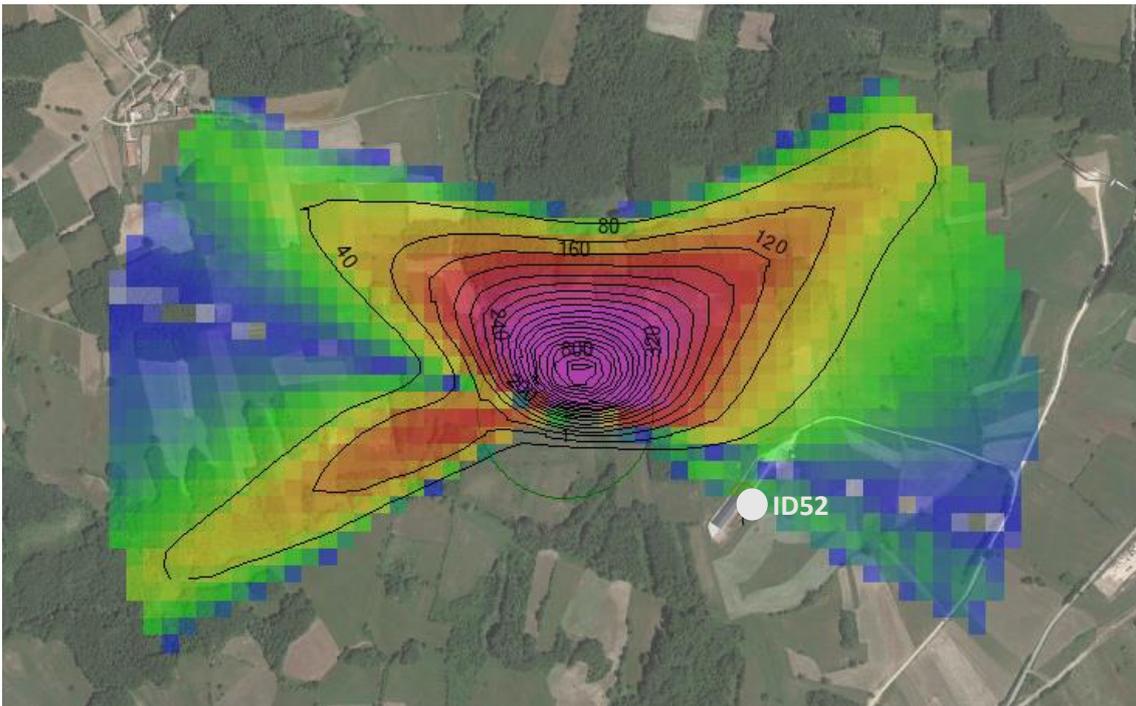


Figura 23 – Distribuzione delle frequenze di direzione per settore

I nuovi valori di ore per anno di esposizione al fenomeno delloo shadow flickering per il ricettore 52 vengono riportati di seguito.

| ID | Ore/anno – Worst Case | Ore/anno – Real Case |
|----|-----------------------|----------------------|
| 52 | 16                    | 8                    |

Si può concludere che le ore di ombreggiamento intermittente sul ricettore 52 sono diminuite in modo importante rispetto alle prime valutazioni, rientrando in valori ritenuti accettabili.