

19_20_EO_ENE_AU_RE_18_00	LUGLIO 2021	STUDIO EVOLUZIONE OMBRA (SHADOW FLICKERING)	Dott. Vladimir Fresneda Bernal	Arch. Paola Pastore	Ing. Leonardo Filotico
N. ELABORATO	DATA EMISSIONE	DESCRIZIONE	ESEGUITO	CONTROLLATO	APPROVATO

**OGGETTO:**

Progetto dell'impianto eolico con storage denominato "Sava Maruggio" con potenza complessiva di 182 MW da realizzare nei Comuni di Sava (TA), Manduria (TA), Maruggio (TA), Torricella (TA) ed Erchie (BR)

**COMMITTENTE:**

**RED ENERGY s.r.l.**  
**Z.I. Lotto n. 31**  
**74020 San Marzano di S.G (TA)**

**TITOLO:**

**Y2F5HT6\_DocumentazioneSpecialistica\_26\_01**

**PROJETTO engineering s.r.l.**

società d'ingegneria

direttore tecnico

**Ph.D. Ing. LEONARDO FILOTICO**



Sede Legale: Via dei Mille, 5 74024 Manduria  
 Sede Operativa: Z.I. Lotto 31 74020 San Marzano di S.G. (TA)  
 tel. 099 9574694 Fax 099 2222834 cell. 349.1735914  
 studio@projetto.eu  
 web site: www.projetto.eu P.IVA: 02658050733



SOSTITUISCE:

SOSTITUITO DA:

CARTA: A4

Nome File:

19\_20\_EO\_ENE\_AU\_RE\_18\_00

**SCALA:**

**ELAB.**

Progetto dell'impianto eolico con storage denominato "Sava Maruggio" della potenza complessiva di 182 MW da realizzare nei Comuni di Sava (TA), Manduria (TA), Maruggio (TA), Torricella (TA) ed Erchie (BR).

---

## INDICE

<b>1</b>	<b>PREMESSA .....</b>	<b>2</b>
<b>2</b>	<b>DESCRIZIONE DELL'INTERVENTO .....</b>	<b>3</b>
<b>3</b>	<b>FENOMENO SHADOW FLICKERING .....</b>	<b>5</b>
3.1	STANDARD INTERNAZIONALI .....	6
3.2	PRESENZA DI RECETTORI SENSIBILI.....	7
3.3	METODOLOGIA DI CALCOLO .....	43
3.4	RISULTATI DEL MODELLO.....	45
<b>4</b>	<b>CONCLUSIONI .....</b>	<b>54</b>

1



Progetto dell'impianto eolico con storage denominato "Sava Maruggio" della potenza complessiva di 182 MW da realizzare nei Comuni di Sava (TA), Manduria (TA), Maruggio (TA), Torricella (TA) ed Erchie (BR).

---

## 1 PREMESSA

La presente relazione ha il fine di illustrare lo studio dell'evoluzione dell'ombra di progetto per la realizzazione di un parco eolico con storage della potenza pari 132 MW, proposto dalla società RED ENERGY s.r.l. con sede legale a San Marzano di San Giuseppe (TA), Zona Industriale lotto n. 31.

2

Il progetto del parco eolico prevede la realizzazione di 22 aerogeneratori, ciascuno avente un rotore di 170 m, collegati a generatori elettrici della potenza nominale di 6,00 MW cadauno e con altezza mozzo di 115 m, misurata dal piano campagna all'asse del rotore, da realizzarsi nei comuni di Erchie, Avetrana, Manduria, Sava, Maruggio e Torricella. La connessione alla Rete di Trasmissione Nazionale avverrà in corrispondenza della Stazione Elettrica 150/380 kV di proprietà di TERNA S.p.A. esistente in agro di Erchie.



Progetto dell'impianto eolico con storage denominato "Sava Maruggio" della potenza complessiva di 182 MW da realizzare nei Comuni di Sava (TA), Manduria (TA), Maruggio (TA), Torricella (TA) ed Erchie (BR).

## 2 DESCRIZIONE DELL'INTERVENTO

Il sito di installazione ricade nel territorio amministrativo dei Comuni di Sava (TA), Manduria (TA), Maruggio (TA), Torricella (TA) ed Erchie (BR), a circa 2,80 km nord dal centro abitato del comune di Maruggio, a circa 2,15 km est dal centro abitato del comune di Torricella, a circa 5,35 km sud-ovest dal centro abitato del comune di Manduria e a circa 3,50 km sud dal centro abitato del comune di Sava.

3

Nel sito è prevista l'installazione di 22 aerogeneratori di tipo SIEMENS GAMESA "SG170 6.0MW @ 115m per una potenza totale pari a 132 MW, e di sistema di accumulo di energia elettrica dalla potenza di 50 MW, per una potenza totale di progetto pari a 182 MW.

Gli aerogeneratori in progetto sono così suddivisi e ubicati nel territorio di:

- n.5 aerogeneratori nel Comune di Maruggio;
- n.2 aerogeneratori nel Comune di Torricella;
- n.10 aerogeneratori nel Comune di Manduria;
- n.5 aerogeneratori nel Comune di Sava.

Di seguito sono riportate le coordinate geografiche degli aerogeneratori:

UTM WGS84 33		
Name	E	N
SM01	711579,05	4473357,93
SM02	712229,46	4473085,13
SM03	712887,45	4472498,83
SM04	715704,00	4471037,00
SM05	715650,63	4472327,21
SM06	716818,66	4470706,00
SM07	717931,93	4471587,16
SM08	717774,53	4470249,32
SM09	718906,82	4472662,05
SM10	719763,85	4471682,79
SM11	720663,71	4471515,98
SM12	718870,82	4469557,23
SM13	719730,02	4469732,74
SM14	721061,30	4469781,07

Progetto dell'impianto eolico con storage denominato "Sava Maruggio" della potenza complessiva di 182 MW da realizzare nei Comuni di Sava (TA), Manduria (TA), Maruggio (TA), Torricella (TA) ed Erchie (BR).

<b>SM15</b>	721961,00	4469769,00
<b>SM16</b>	722580,09	4470070,22
<b>SM17</b>	713208,52	4467655,56
<b>SM18</b>	713653,03	4468254,88
<b>SM19</b>	714391,04	4470575,03
<b>SM20</b>	715504,74	4469626,03
<b>SM21</b>	716359,98	4470414,75
<b>SM22</b>	717163,47	4469349,56

Tabella 1: Coordinate aerogeneratori

L'impianto è facilmente accessibile tramite strade esistenti mentre, il cavidotto di collegamento tra gli aerogeneratori fino al punto di consegna sarà localizzato in piccola parte su strade di progetto e la restante parte su strade esistenti, andando a interessare il territorio comunale di Erchie, Sava, Manduria, Torricella e Maruggio. La connessione alla Rete di Trasmissione Nazionale avverrà in corrispondenza della Stazione Elettrica 150/380 kV di proprietà di TERNA S.p.A. esistente in agro di Erchie.

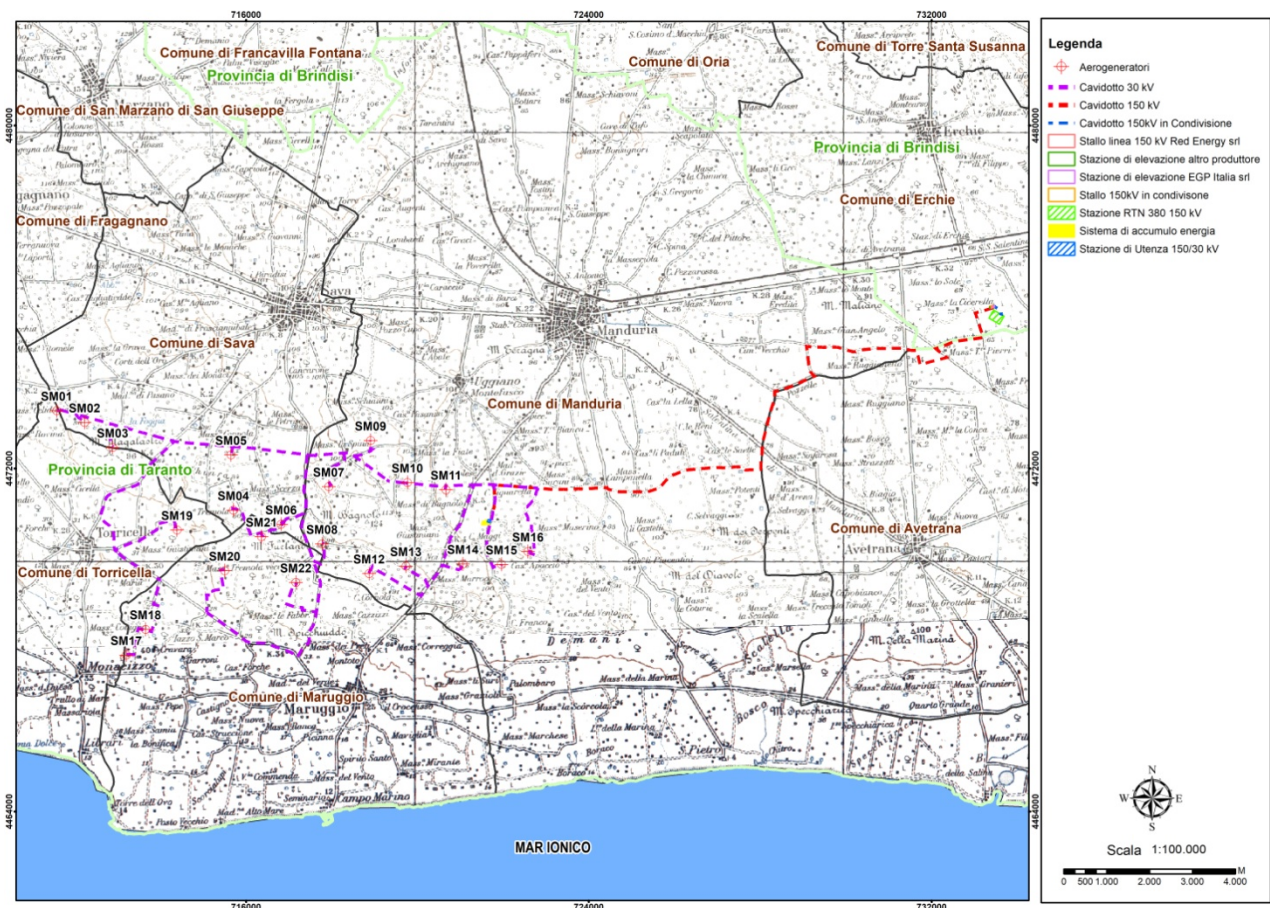


Figura 1: Inquadramento su carta IGM

### 3 FENOMENO SHADOW FLICKERING

Il fenomeno detto Shadow Flickering consiste in una variazione periodica dell'intensità luminosa osservata, causata dalla proiezione su una superficie dell'ombra indotta da oggetti in movimento. Il fenomeno si verifica quando una combinazione particolare di circostanze viene a coincidere in posizioni specifiche e in tempi particolari di un giorno e di un anno.

Con particolare riferimento alle turbine eoliche, lo sfarfallio avviene quando il Sole è basso nel cielo e illumina la struttura venendosi a trovare dietro il rotore della turbina. Ciò può indurre la proiezione dell'ombra delle pale su una struttura in un fenomeno d'intermittenza, sembrando così di passare rapidamente dall'ombreggiamento alle condizioni naturali di illuminazione mentre la turbina gira. In presenza di luce solare diretta, un recettore localizzato nella zona d'ombra indotta dal rotore sarà investito da un continuo alternarsi di luce e ombra, causato dalla rotazione delle pale (Figura 1).

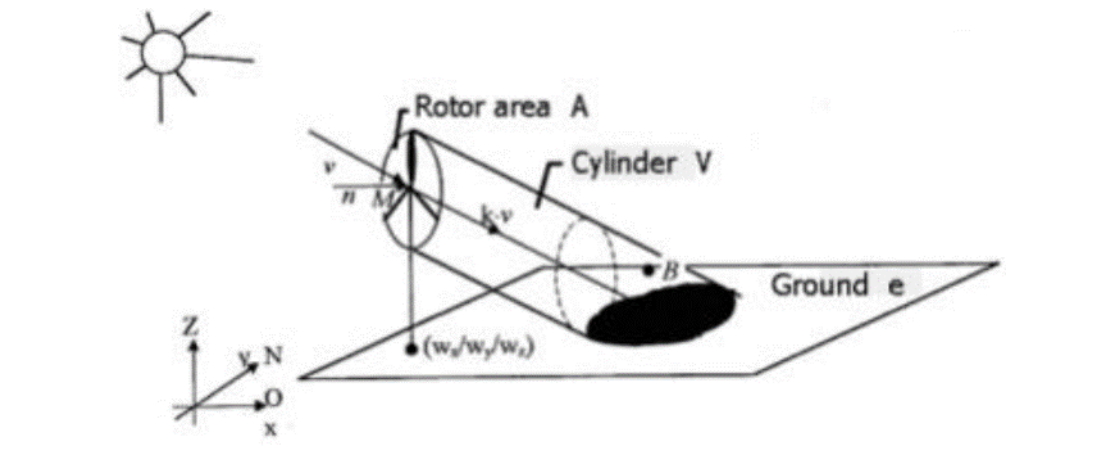


Figura 2: effetto shadow flickering

Quando un'ombra intermittente passa rapidamente da un'apertura stretta (una finestra, un lucernaio, ecc.), è definita come Flickering.

Per esempio, nel caso in cui un individuo sia all'interno di un edificio, esso può percepire l'intermittenza dell'ombra come una riduzione momentanea dell'intensità della luce naturale, e se tali alterazioni dell'intensità luminosa sono rilevanti, l'intermittenza dell'ombra può indurre un disturbo percettivo. Per quanto concerne la distanza fra una turbina eolica e un ricettore potenziale, le ombre proiettate nelle vicinanze da una turbina eolica saranno più intense e definite, in quanto una maggiore porzione del disco solare è ostruita in maniera intermittente dalla presenza della pala.

Progetto dell'impianto eolico con storage denominato "Sava Maruggio" della potenza complessiva di 182 MW da realizzare nei Comuni di Sava (TA), Manduria (TA), Maruggio (TA), Torricella (TA) ed Erchie (BR).

Tale variazione alternata di intensità luminosa, nel tempo, può provocare fastidio agli occupanti delle abitazioni le cui finestre risultano esposte al fenomeno stesso.

Tale fenomeno se vissuto dal recettore per periodi di tempo non trascurabili può generare un disturbo, quando:

- Si è in presenza di cielo sereno sgombro da nubi, in assenza di nebbia e con sole alto rispetto all'orizzonte;
- La linea recettore-aerogeneratore non incontra ostacoli: in presenza di vegetazione o edifici interposti l'ombra generata da quest'ultimi annulla il fenomeno;
- L'aerogeneratore è orientato in modo che il rotore risulti perpendicolare alla linea sole- recettore;
- La posizione del sole è tale da indurre una luminosità sufficiente. Ciò si traduce, in riferimento alla latitudine di progetto, in un'altezza del sole pari ad almeno 15-20°;
- Le pale siano in movimento;
- Aerogeneratore e recettore sono vicini: all'aumentare della distanza tra aerogeneratore e recettore, le pale coprono una porzione sempre più piccola del sole, inducendo un flicker di minore entità.

6

Pertanto, in riferimento a quanto sin qui esposto, durata ed entità dello Shadow flickering sono determinate e condizionate:

- Dalla distanza tra aerogeneratore e recettore;
- Da altezza dell'hub e diametro rotore della turbina;
- Dal periodo e durata dell'esercizio della turbina e la proporzione di ore diurne durante le quali le turbine sono in funzione;
- Dalla direzione ed intensità del vento, che influenza la direzione di orientamento del rotore;
- Dall'orientamento del recettore;
- Dalla topografia dell'area di interesse;
- Da dimensione e posizione di una zona di osservazione, quali una finestra o un patio;
- Dalla presenza o meno di ostacoli lungo la linea di vista recettore-aerogeneratore-sole;
- Dalle condizioni meteorologiche, con particolare riferimento alla frequenza delle giornate con cielo sereno e poco nuvoloso (specialmente alle basse latitudini);
- Dall'altezza del sole (periodo dell'anno).

### 3.1 STANDARD INTERNAZIONALI

Nell'agosto 2015, World Bank ha pubblicato le Linee guida per l'ambiente, la salute e la sicurezza (EHS) per l'energia eolica, contenenti esempi di buone pratiche specifiche per il settore eolico.

Progetto dell'impianto eolico con storage denominato "Sava Maruggio" della potenza complessiva di 182 MW da realizzare nei Comuni di Sava (TA), Manduria (TA), Maruggio (TA), Torricella (TA) ed Erchie (BR).

---

La definizione adottata nelle linee guida EHS afferma che lo shadow flickering si verifica quando il sole passa dietro la turbina eolica proiettando un'ombra. Mentre le pale del rotore ruotano, le ombre passano sullo stesso punto causando l'effetto chiamato shadow flickering. Lo shadow flickering può diventare un problema quando recettori potenzialmente sensibili (ad es. Proprietà residenziali, luoghi di lavoro, spazi / strutture di apprendimento e / o di assistenza sanitaria) si trovano nelle vicinanze o hanno un orientamento specifico per l'impianto di energia eolica.

I punti chiave identificati nelle linee guida includono:

- I potenziali problemi di shadow flickering che sono più probabili a latitudini più elevate, dove il sole è più basso nel cielo e quindi sono ombre più lunghe che estenderanno il raggio entro il quale si verificherà un impatto potenziale.
- Se non è possibile localizzare le turbine eoliche a distanza tale da non indurre effetti sui recettori più prossimi, si raccomanda che la durata prevista degli effetti di shadow flickering sperimentata in un recettore sensibile non superi le 30 ore all'anno e i 30 minuti al giorno considerando lo scenario peggiore (Worst Case).
- Le misure di prevenzione e controllo raccomandate per evitare impatti significativi dello shadow flickering includono l'ubicazione delle turbine eoliche in modo appropriato per evitare che si verifichi il fenomeno o per rispettare i limiti posti sulla durata del verificarsi dello stesso, come indicato nel paragrafo precedente, o programmare le turbine a spegnersi quando vengono superati i limiti di shadow flickering.

### 3.2 PRESENZA DI RECETTORI SENSIBILI

Ai fini della previsione degli impatti indotti dagli aerogeneratori in progetto, sono stati individuati i recettori presenti nei pressi dell'impianto attraverso una ricognizione sul campo, l'analisi delle immagini satellitari fornite dall'applicativo ESRI ArcGIS e la consultazione delle ortofoto disponibili presso il Servizio Regionale Cartografico della Regione Puglia (<http://www.sit.puglia.it>).

Ai fini del presente studio sono stati considerati come recettori le abitazioni residenziali, le attività commerciali (ad esempio bar e agriturismi), localizzati all'interno dell'area di studio definita.

La figura seguente mostra la posizione degli aerogeneratori rispetto al centro urbano e ai suoi possibili ricettori.



Progetto dell'impianto eolico con storage denominato "Sava Maruggio" della potenza complessiva di 182 MW da realizzare nei Comuni di Sava (TA), Manduria (TA), Maruggio (TA), Torricella (TA) ed Erchie (BR).

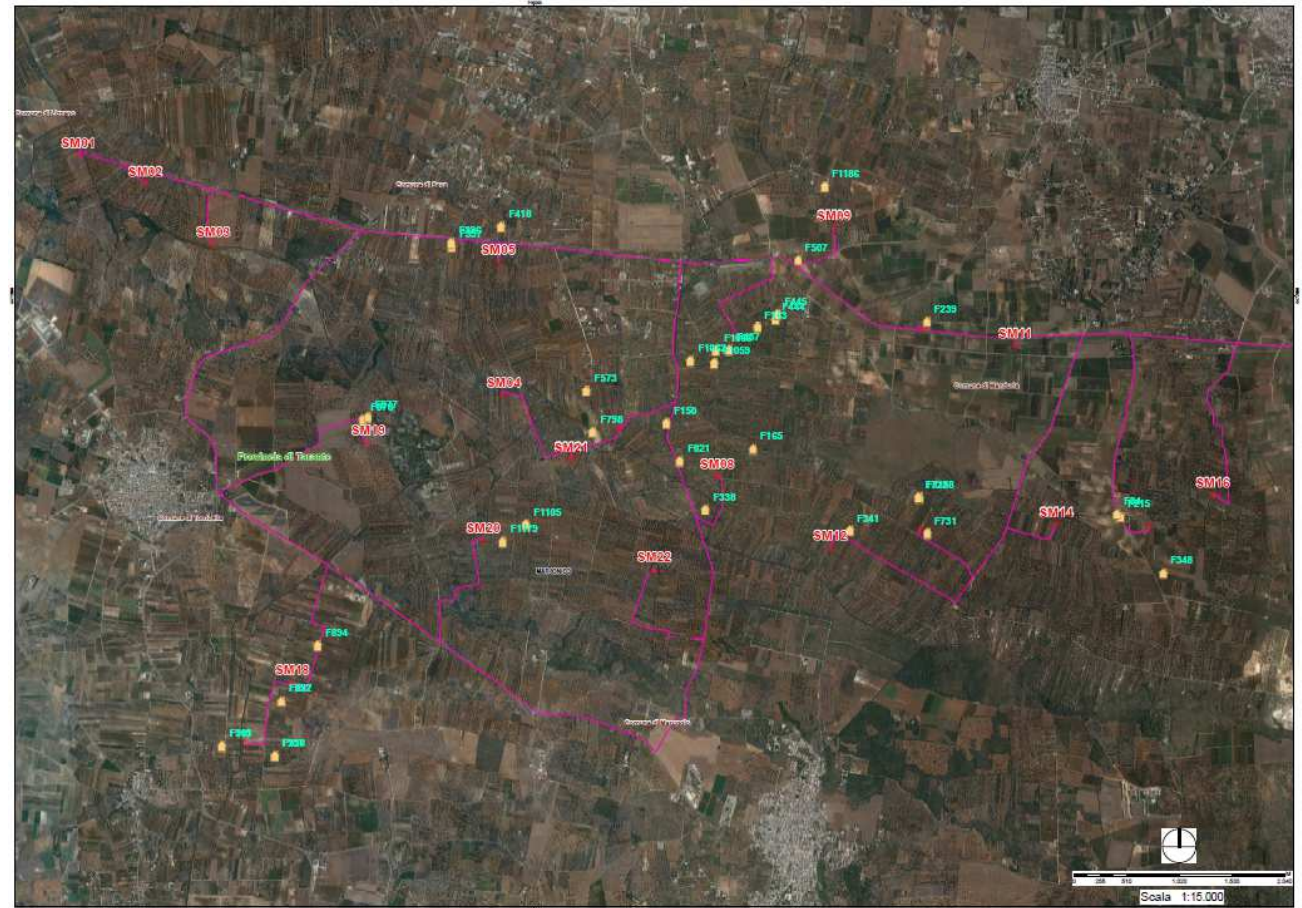
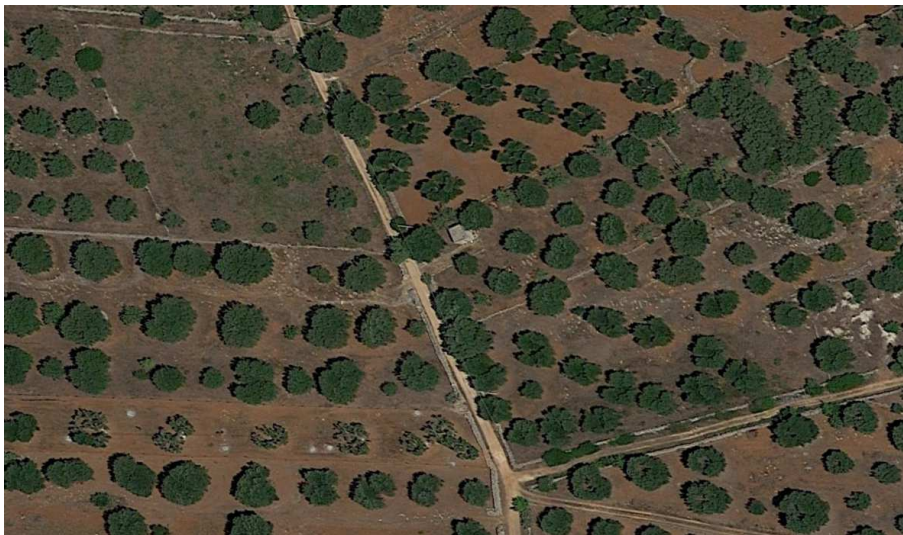



Figura 3: Inquadramento generale dei ricettori.

Progetto dell'impianto eolico con storage denominato "Sava Maruggio" della potenza complessiva di 182 MW da realizzare nei Comuni di Sava (TA), Manduria (TA), Maruggio (TA), Torricella (TA) ed Erchie (BR).



EDIFICIO	COORDINATE (UTM 33 WGS84)		DISTANZA RICETTORE DA SM07 [m]
	est [m]	nord [m]	
F1059 – SM07	717756,36	7756,36	291,65
Ortofoto			
Report fotografico			

Progetto dell'impianto eolico con storage denominato "Sava Maruggio" della potenza complessiva di 182 MW da realizzare nei Comuni di Sava (TA), Manduria (TA), Maruggio (TA), Torricella (TA) ed Erchie (BR).


EDIFICIO	COORDINATE (UTM 33 WGS84)		DISTANZA RICETTORE DA SM07 [m]
	est [m] e nord [m]		
F1062 – SM07	717523,73	4471373,63	460,58
Ortofoto			
Report fotografico			

10


Progetto dell'impianto eolico con storage denominato "Sava Maruggio" della potenza complessiva di 182 MW da realizzare nei Comuni di Sava (TA), Manduria (TA), Maruggio (TA), Torricella (TA) ed Erchie (BR).

EDIFICIO	COORDINATE (UTM 33 WGS84)		DISTANZA RICETTORE DA SM07 [m]
	est [m]	nord [m]	
F1063 – SM07	717773,41	4471472,97	195,319526
Ortofoto			
Report fotografico			

Progetto dell'impianto eolico con storage denominato "Sava Maruggio" della potenza complessiva di 182 MW da realizzare nei Comuni di Sava (TA), Manduria (TA), Maruggio (TA), Torricella (TA) ed Erchie (BR).

EDIFICIO	COORDINATE (UTM 33 WGS84)		DISTANZA RICETTORE DA SM20 [m]
	est [m] e nord [m]		
F1105 – SM20	715928,32	4469783,50	451,82
Ortofoto			

12

EDIFICIO	COORDINATE (UTM 33 WGS84)		DISTANZA RICETTORE DA SM13 [m]
	est [m] e nord [m]		
F1158 – SM13	715928,32	4469783,50	451,82
Ortofoto			

**PROJETTO engineering s.r.l.**  
società d'ingegneria

**STUDIO EVOLUZIONE DELL'OMBRA**

Direttore Tecnico: ING. LEONARDO FILOTICO  
 Cap. Soc. 119.000,00 € Codice Fiscale: 02658050733  
 Partita Iva : 02658050733  
 Sede Legale: Via dei Mille 5, 74024 Manduria - Taranto  
 Sede Operativa: Z.I. Lotto 31, 74020 San Marzano di San Giuseppe - Taranto  
 Tel099 9574694 fax 099 2222834 mob. 3491735914



SR EN ISO 9001:2015  
Certificate No. Q204




SR EN ISO 14001:2015  
Certificate No. E145

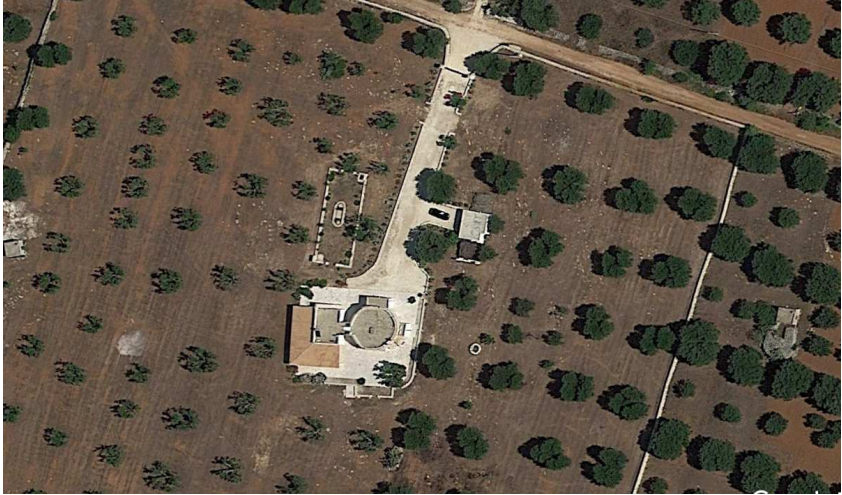



SR EN ISO 45001:2018  
Certificate No. O1997



Progetto dell'impianto eolico con storage denominato "Sava Maruggio" della potenza complessiva di 182 MW da realizzare nei Comuni di Sava (TA), Manduria (TA), Maruggio (TA), Torricella (TA) ed Erchie (BR).

EDIFICIO	COORDINATE (UTM 33 WGS84)		DISTANZA RICETTORE DA SM20 [m]
	est [m] e nord [m]		
F1179 – SM20	715704,39	4469619,43	199,72
Ortofoto			

Progetto dell'impianto eolico con storage denominato "Sava Maruggio" della potenza complessiva di 182 MW da realizzare nei Comuni di Sava (TA), Manduria (TA), Maruggio (TA), Torricella (TA) ed Erchie (BR).



EDIFICIO	COORDINATE (UTM 33 WGS84)		DISTANZA RICETTORE DA SM09 [m]
	est [m] e nord [m]		
F1186 - SM09	718819,47	4473067,71	414,87
Ortofoto			
Report fotografico			

Progetto dell'impianto eolico con storage denominato "Sava Maruggio" della potenza complessiva di 182 MW da realizzare nei Comuni di Sava (TA), Manduria (TA), Maruggio (TA), Torricella (TA) ed Erchie (BR).


EDIFICIO	COORDINATE (UTM 33 WGS84)		DISTANZA RICETTORE DA SM17 [m]
	est [m]	nord [m]	
F119 - SM17	712979,67	4467642,10	229,20
Ortofoto			
Report fotografico			




Progetto dell'impianto eolico con storage denominato "Sava Maruggio" della potenza complessiva di 182 MW da realizzare nei Comuni di Sava (TA), Manduria (TA), Maruggio (TA), Torricella (TA) ed Erchie (BR).

EDIFICIO	COORDINATE (UTM 33 WGS84)		DISTANZA RICETTORE DA SM06 [m]
	est [m] e nord [m]		
F150 – SM06	717290,22	4470767,62	475,48
Ortofoto			
Report fotografico			

Progetto dell'impianto eolico con storage denominato "Sava Maruggio" della potenza complessiva di 182 MW da realizzare nei Comuni di Sava (TA), Manduria (TA), Maruggio (TA), Torricella (TA) ed Erchie (BR).


EDIFICIO	COORDINATE (UTM 33 WGS84)		DISTANZA RICETTORE DA SM06 [m]
	est [m] e nord [m]		
F163 – SM06	718164,69	4471694,49	256,28
Ortofoto			

EDIFICIO	COORDINATE (UTM 33 WGS84)		DISTANZA RICETTORE DA SM08 [m]
	est [m] e nord [m]		
F165 – SM08	735430.00	4478494.00	430
Ortofoto			


Progetto dell'impianto eolico con storage denominato "Sava Maruggio" della potenza complessiva di 182 MW da realizzare nei Comuni di Sava (TA), Manduria (TA), Maruggio (TA), Torricella (TA) ed Erchie (BR).

EDIFICIO	COORDINATE (UTM 33 WGS84)		DISTANZA RICETTORE DA SM15 [m]
	est [m] e nord [m]		
F215 – SM15	735331.00	4478432.00	348
Ortofoto			
Report fotografico			


Progetto dell'impianto eolico con storage denominato "Sava Maruggio" della potenza complessiva di 182 MW da realizzare nei Comuni di Sava (TA), Manduria (TA), Maruggio (TA), Torricella (TA) ed Erchie (BR).

EDIFICIO	COORDINATE (UTM 33 WGS84)		DISTANZA RICETTORE DA SM18 [m]
	est [m] e nord [m]		
F222 – SM18	713555,87	4468072,86	206,28
Ortofoto			


19

EDIFICIO	COORDINATE (UTM 33 WGS84)		DISTANZA RICETTORE DA SM17 [m]
	est [m] e nord [m]		
F237 – SM17	713488,56	67546,30	300,54
Ortofoto			



Progetto dell'impianto eolico con storage denominato "Sava Maruggio" della potenza complessiva di 182 MW da realizzare nei Comuni di Sava (TA), Manduria (TA), Maruggio (TA), Torricella (TA) ed Erchie (BR).

EDIFICIO	COORDINATE (UTM 33 WGS84)		DISTANZA RICETTORE DA SM10 [m]
	est [m] e nord [m]		
F239 – SM10	719810,05	4471751,29	82,61
Ortofoto			
Report fotografico			


Progetto dell'impianto eolico con storage denominato "Sava Maruggio" della potenza complessiva di 182 MW da realizzare nei Comuni di Sava (TA), Manduria (TA), Maruggio (TA), Torricella (TA) ed Erchie (BR).

EDIFICIO	COORDINATE (UTM 33 WGS84)		DISTANZA RICETTORE DA SM08 [m]
	est [m] e nord [m]		
F338 – SM08	717669,61	4469929,67	336,35
Ortofoto			

Progetto dell'impianto eolico con storage denominato "Sava Maruggio" della potenza complessiva di 182 MW da realizzare nei Comuni di Sava (TA), Manduria (TA), Maruggio (TA), Torricella (TA) ed Erchie (BR).

EDIFICIO	COORDINATE (UTM 33 WGS84)		DISTANZA RICETTORE DA SM12 [m]
	est [m] e nord [m]		
F341 – SM12	719061,99	4469725,54	254,66
Ortofoto			
Report fotografico			

Progetto dell'impianto eolico con storage denominato "Sava Maruggio" della potenza complessiva di 182 MW da realizzare nei Comuni di Sava (TA), Manduria (TA), Maruggio (TA), Torricella (TA) ed Erchie (BR).

EDIFICIO	COORDINATE (UTM 33 WGS84)		DISTANZA RICETTORE DA SM15 [m]
	est [m] e nord [m]		
F348 – SM15	722103,11	4469312,27	478,22
Ortofoto			



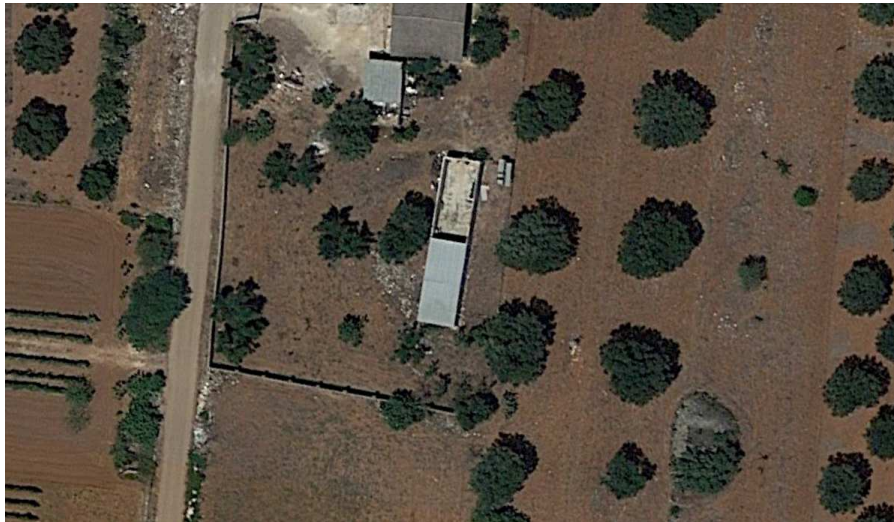
Progetto dell'impianto eolico con storage denominato "Sava Maruggio" della potenza complessiva di 182 MW da realizzare nei Comuni di Sava (TA), Manduria (TA), Maruggio (TA), Torricella (TA) ed Erchie (BR).

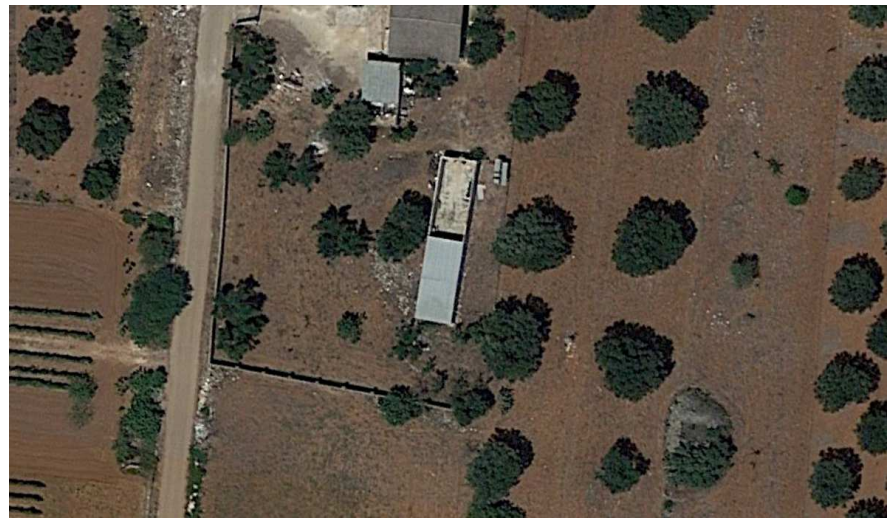
EDIFICIO	COORDINATE (UTM 33 WGS84)		DISTANZA RICETTORE DA SM05 [m]
	est [m] e nord [m]		
F396 – SM05	715206,00	4472516,62	483,21
Ortofoto			
Report fotografico			

Progetto dell'impianto eolico con storage denominato "Sava Maruggio" della potenza complessiva di 182 MW da realizzare nei Comuni di Sava (TA), Manduria (TA), Maruggio (TA), Torricella (TA) ed Erchie (BR).



EDIFICIO	COORDINATE (UTM 33 WGS84)		DISTANZA RICETTORE DA SM05 [m]
	est [m] e nord [m]		
F397 – SM05	715208,67	4472483,96	468,84
Ortofoto			
Report fotografico			

Progetto dell'impianto eolico con storage denominato "Sava Maruggio" della potenza complessiva di 182 MW da realizzare nei Comuni di Sava (TA), Manduria (TA), Maruggio (TA), Torricella (TA) ed Erchie (BR).


EDIFICIO	COORDINATE (UTM 33 WGS84)		DISTANZA RICETTORE DA SM05 [m]
	est [m] e nord [m]		
F418 – SM05	715688,23	4472673,15	347,92
Ortofoto			

EDIFICIO	COORDINATE (UTM 33 WGS84)		DISTANZA RICETTORE DA SM07 [m]
	est [m] e nord [m]		
F437 – SM07	715688,23	4472673,15	347,92
Ortofoto			


Progetto dell'impianto eolico con storage denominato "Sava Maruggio" della potenza complessiva di 182 MW da realizzare nei Comuni di Sava (TA), Manduria (TA), Maruggio (TA), Torricella (TA) ed Erchie (BR).

EDIFICIO	COORDINATE (UTM 33 WGS84)		DISTANZA RICETTORE DA SM07 [m]
	est [m] e nord [m]		
F444 – SM07	718339,08	4471771,08	446,69
Ortofoto			
Report fotografico			

Progetto dell'impianto eolico con storage denominato "Sava Maruggio" della potenza complessiva di 182 MW da realizzare nei Comuni di Sava (TA), Manduria (TA), Maruggio (TA), Torricella (TA) ed Erchie (BR).

EDIFICIO	COORDINATE (UTM 33 WGS84)		DISTANZA RICETTORE DA SM07 [m]
	est [m] e nord [m]		
F445 – SM07	718360,33	4471829,13	491,93
Ortofoto			

28

EDIFICIO	COORDINATE (UTM 33 WGS84)		DISTANZA RICETTORE DA SM09 [m]
	est [m] e nord [m]		
F507 – SM09	718559,49	4472349,54	467,13
Ortofoto			

**PROJETTO engineering s.r.l.**  
società d'ingegneria

**STUDIO EVOLUZIONE DELL'OMBRA**

Direttore Tecnico: ING. LEONARDO FILOTICO  
 Cap. Soc. 119.000,00 € Codice Fiscale: 02658050733  
 Partita Iva : 02658050733  
 Sede Legale: Via dei Mille 5, 74024 Manduria - Taranto  
 Sede Operativa: Z.I. Lotto 31, 74020 San Marzano di San Giuseppe - Taranto  
 Tel 099 9574694 fax 099 2222834 mob. 3491735914



SR EN ISO 9001:2015  
Certificate No. Q204





SR EN ISO 14001:2015  
Certificate No. E145




SR EN ISO 45001:2018  
Certificate No. Q0997

Progetto dell'impianto eolico con storage denominato "Sava Maruggio" della potenza complessiva di 182 MW da realizzare nei Comuni di Sava (TA), Manduria (TA), Maruggio (TA), Torricella (TA) ed Erchie (BR).

EDIFICIO	COORDINATE (UTM 33 WGS84)		DISTANZA RICETTORE DA SM09 [m]
	est [m] e nord [m]		
F573 – SM06	716516,47	4471077,08	478,48
Ortofoto			

EDIFICIO	COORDINATE (UTM 33 WGS84)		DISTANZA RICETTORE DA SM13 [m]
	est [m] e nord [m]		
F722 – SM013	719725,09	4470052,46	319,69
Ortofoto			

Progetto dell'impianto eolico con storage denominato "Sava Maruggio" della potenza complessiva di 182 MW da realizzare nei Comuni di Sava (TA), Manduria (TA), Maruggio (TA), Torricella (TA) ed Erchie (BR).


EDIFICIO	COORDINATE (UTM 33 WGS84)		DISTANZA RICETTORE DA SM13 [m]
	est [m] e nord [m]		
F731 – SM013	719813,90	4469698,02	90,76
Ortofoto			

Progetto dell'impianto eolico con storage denominato "Sava Maruggio" della potenza complessiva di 182 MW da realizzare nei Comuni di Sava (TA), Manduria (TA), Maruggio (TA), Torricella (TA) ed Erchie (BR).

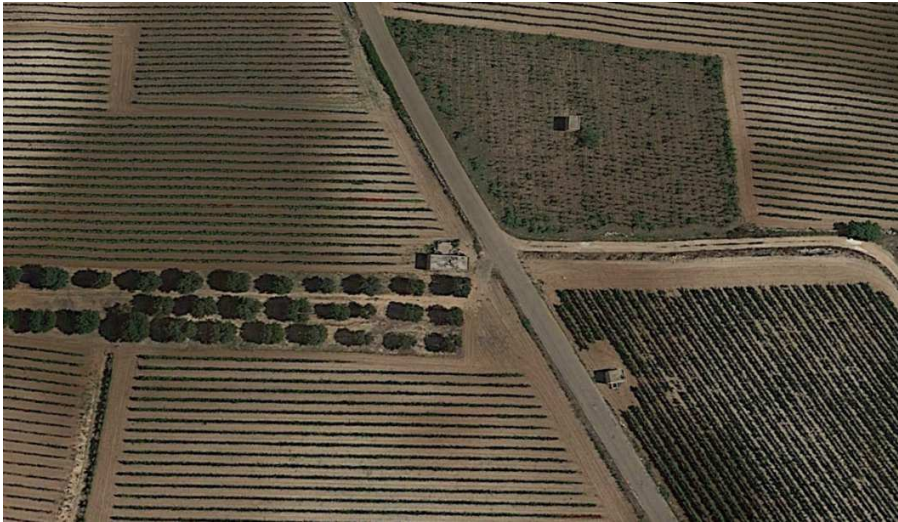

EDIFICIO	COORDINATE (UTM 33 WGS84)		DISTANZA RICETTORE DA SM06 [m]
	est [m] e nord [m]		
F798 – SM06	716575,67	4470684,17	243,91
Ortofoto			
Report fotografico			




Progetto dell'impianto eolico con storage denominato "Sava Maruggio" della potenza complessiva di 182 MW da realizzare nei Comuni di Sava (TA), Manduria (TA), Maruggio (TA), Torricella (TA) ed Erchie (BR).


EDIFICIO	COORDINATE (UTM 33 WGS84)		DISTANZA RICETTORE DA SM08 [m]
	est [m] e nord [m]		
F821 – SM08	717422,82	4470394,65	380,47
Ortofoto			

Progetto dell'impianto eolico con storage denominato "Sava Maruggio" della potenza complessiva di 182 MW da realizzare nei Comuni di Sava (TA), Manduria (TA), Maruggio (TA), Torricella (TA) ed Erchie (BR).


EDIFICIO	COORDINATE (UTM 33 WGS84)		DISTANZA RICETTORE DA SM15 [m]
	est [m]	nord [m]	
F84 – SM15	721652,63	4469887,62	330,32
Ortofoto			
Report fotografico			

Progetto dell'impianto eolico con storage denominato "Sava Maruggio" della potenza complessiva di 182 MW da realizzare nei Comuni di Sava (TA), Manduria (TA), Maruggio (TA), Torricella (TA) ed Erchie (BR).


EDIFICIO	COORDINATE (UTM 33 WGS84)		DISTANZA RICETTORE DA SM19 [m]
	est [m] e nord [m]		
F877 – SM19	714391,80	4470827,30	252,23
Ortofoto			

EDIFICIO	COORDINATE (UTM 33 WGS84)		DISTANZA RICETTORE DA SM19 [m]
	est [m] e nord [m]		
F878 – SM19	714347,33	4470802,67	231,76
Ortofoto			



Progetto dell'impianto eolico con storage denominato "Sava Maruggio" della potenza complessiva di 182 MW da realizzare nei Comuni di Sava (TA), Manduria (TA), Maruggio (TA), Torricella (TA) ed Erchie (BR).

EDIFICIO	COORDINATE (UTM 33 WGS84)		DISTANZA RICETTORE DA SM18 [m]
	est [m] e nord [m]		
F894 – SM18	713907,36	4468609,28	436,15
Ortofoto			

Progetto dell'impianto eolico con storage denominato "Sava Maruggio" della potenza complessiva di 182 MW da realizzare nei Comuni di Sava (TA), Manduria (TA), Maruggio (TA), Torricella (TA) ed Erchie (BR).

EDIFICIO	COORDINATE (UTM 33 WGS84)		DISTANZA RICETTORE DA SM18 [m]
	est [m] e nord [m]		
F897 – SM18	713557,76	4468073,45	204,88
Ortofoto			

Progetto dell'impianto eolico con storage denominato "Sava Maruggio" della potenza complessiva di 182 MW da realizzare nei Comuni di Sava (TA), Manduria (TA), Maruggio (TA), Torricella (TA) ed Erchie (BR).

EDIFICIO	COORDINATE (UTM 33 WGS84)		DISTANZA RICETTORE DA SM17 [m]
	est [m] e nord [m]		
F901 – SM17	712980,31	4467641,87	228,57
Ortofoto			
Report fotografico			

Progetto dell'impianto eolico con storage denominato "Sava Maruggio" della potenza complessiva di 182 MW da realizzare nei Comuni di Sava (TA), Manduria (TA), Maruggio (TA), Torricella (TA) ed Erchie (BR).

EDIFICIO	COORDINATE (UTM 33 WGS84)		DISTANZA RICETTORE DA SM17 [m]
	est [m] e nord [m]		
F930 – SM17	713494,62	4467544,88	306,71
Ortofoto			

Nelle seguenti figure si riporta i ricettori su ortofoto, per un'immediata rappresentazione grafica.

Progetto dell'impianto eolico con storage denominato "Sava Maruggio" della potenza complessiva di 182 MW da realizzare nei Comuni di Sava (TA), Manduria (TA), Maruggio (TA), Torricella (TA) ed Erchie (BR).

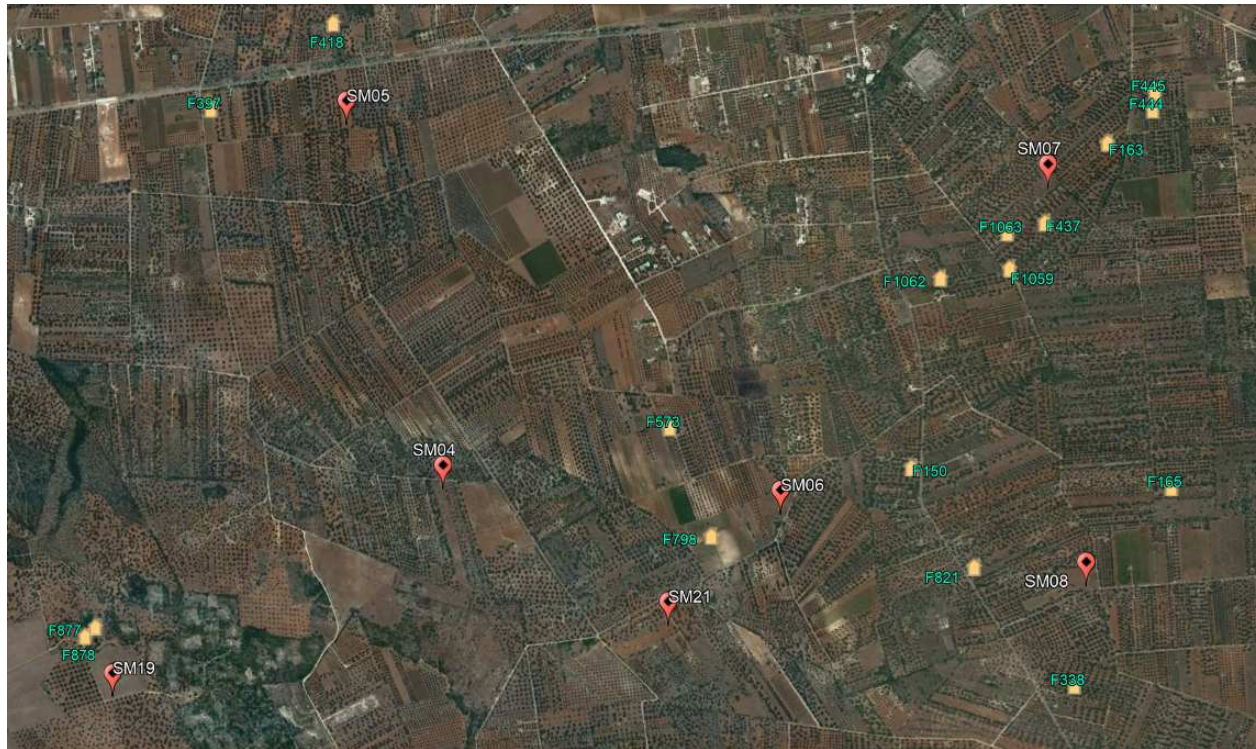


Figura 4: Posizionamento su ortofoto degli aerogeneratori SM04, SM05, SM06, SM07, SM08, SM21, SM19 e dei ricettori a loro più prossimi



Progetto dell'impianto eolico con storage denominato "Sava Maruggio" della potenza complessiva di 182 MW da realizzare nei Comuni di Sava (TA), Manduria (TA), Maruggio (TA), Torricella (TA) ed Erchie (BR).

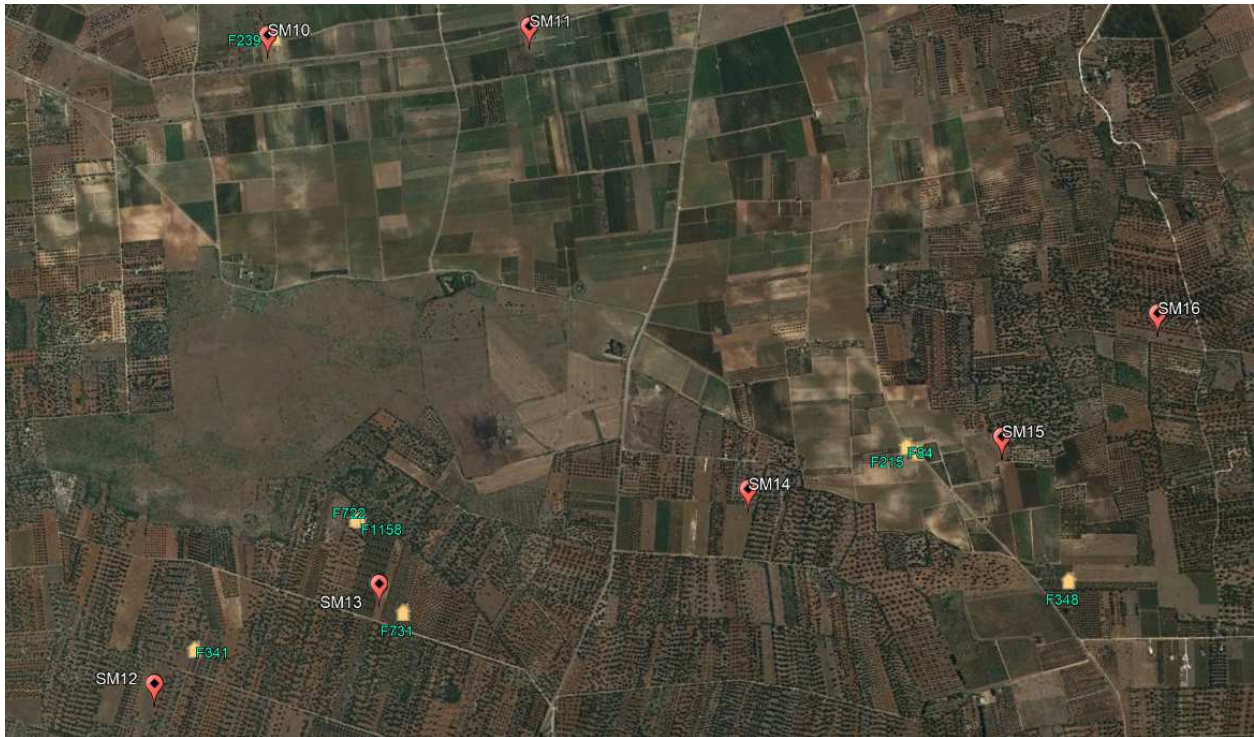


Figura 5: Posizionamento su ortofoto degli aerogeneratori SM10, SM11, SM12, SM13, SM14, SM15, SM16 e dei ricettori a loro più prossimi.

Progetto dell'impianto eolico con storage denominato "Sava Maruggio" della potenza complessiva di 182 MW da realizzare nei Comuni di Sava (TA), Manduria (TA), Maruggio (TA), Torricella (TA) ed Erchie (BR).

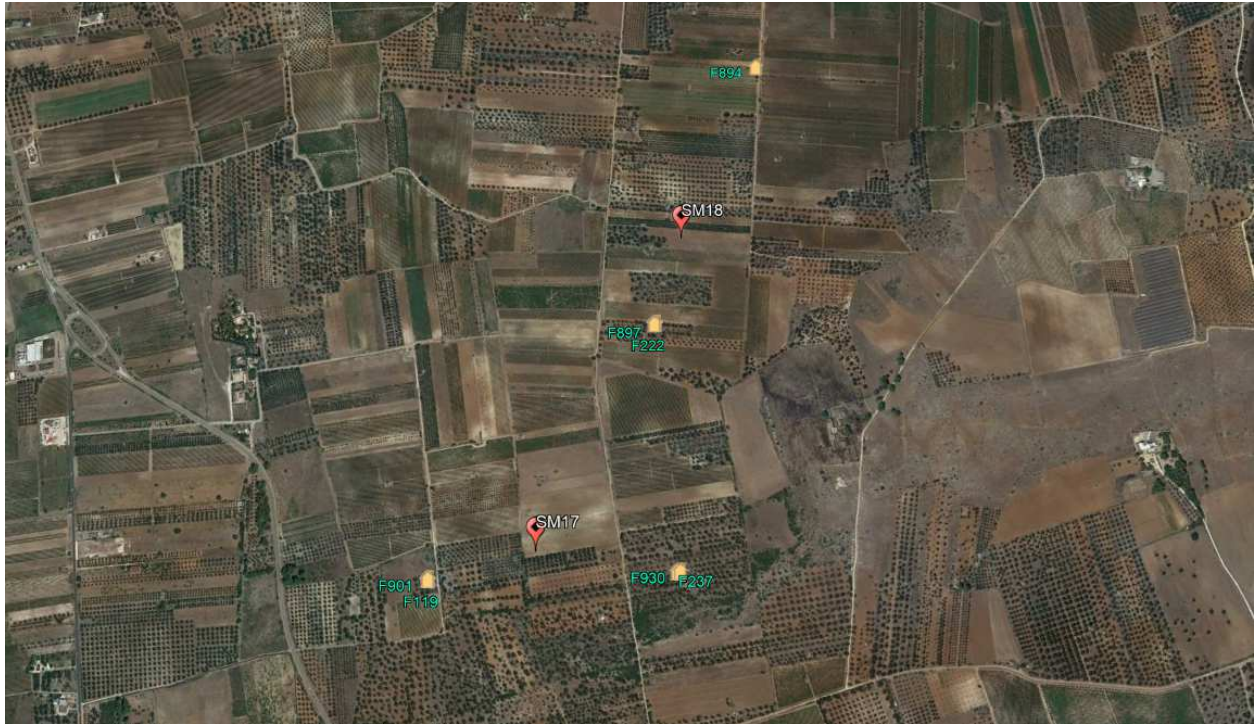


Figura 6: Posizionamento su ortofoto degli aerogeneratori SM17, SM1 e dei ricettori a loro più prossimi.

Progetto dell'impianto eolico con storage denominato "Sava Maruggio" della potenza complessiva di 182 MW da realizzare nei Comuni di Sava (TA), Manduria (TA), Maruggio (TA), Torricella (TA) ed Erchie (BR).



Figura 7: Posizionamento su ortofoto degli aerogeneratori SM20 e dei ricettori a loro più prossimi

Progetto dell'impianto eolico con storage denominato "Sava Maruggio" della potenza complessiva di 182 MW da realizzare nei Comuni di Sava (TA), Manduria (TA), Maruggio (TA), Torricella (TA) ed Erchie (BR).



Figura 8: Posizionamento su ortofoto degli aerogeneratori SM09 e dei ricettori a loro più prossimi.

### 3.3 METODOLOGIA DI CALCOLO

L'analisi, è stato fatto al fine di verificare la sussistenza del fenomeno dello shadow flickering sono state effettuate delle simulazioni mediante l'ausilio del software WindPro 3.4 ©, ampiamente utilizzato a livello globale nel settore eolico. Il pacchetto software include il modulo Shadow Flicker (SHADOW) per la valutazione dell'evoluzione dell'ombra e del flickering. La modellizzazione si ha svolto effettuando il calcolo nella ipotesi di "condizioni sfavorevoli" (worst case).

La probabilità e la durata del fenomeno di shadow flickering dipendono da una serie di fattori, tra cui:

- l'altimetria della zona simulata;
- la disposizione geografica degli aerogeneratori, il modello e le caratteristiche dimensionali;
- la disposizione geografica dei "recettori sensibili".

In generale, lo shadow flickering si verifica in condizioni di cielo sereno, quando il sole è basso all'orizzonte. Quando il Sole diventa troppo basso all'orizzonte e la distanza diventa troppo lunga, l'ombra si disperde prima di raggiungere l'eventuale recettore. Sulla base di questi dati il software calcola il numero di ore annue di esposizione allo shadow flickering per ciascun nodo del grigliato che copre l'intera area, nonché il numero

Progetto dell'impianto eolico con storage denominato "Sava Maruggio" della potenza complessiva di 182 MW da realizzare nei Comuni di Sava (TA), Manduria (TA), Maruggio (TA), Torricella (TA) ed Erchie (BR).

---

di ore di esposizione per gli ambienti abitativi, esposizione che si manifesta attraverso le finestre delle diverse abitazioni.

Sono state adottate le ipotesi più restrittive che prevedono che:

- il sole risplende per tutta la giornata dall'alba al tramonto (cioè si è sempre in assenza di copertura nuvolosa).
- il piano di rotazione delle pale è sempre perpendicolare alla linea che passa per il sole e per l'aerogeneratore (l'aerogeneratore "insegue" il sole).
- l'aerogeneratore è sempre operativo.

Non si è tenuto conto:

- Della nuvolosità media mensile;
- Dell'orientamento del piano di rotazione delle pale ;

L'analisi si basa sull'impiego di un modello digitale del terreno dell'area oggetto di progettazione, sulle posizioni (E, N, quota) degli aerogeneratori e dei ricettori sensibili, nonché sui dati che correlano la posizione del sole nell'arco dell'anno con le condizioni operative delle turbine nello stesso arco di tempo.

Al fine di calcolare la posizione relativa del sole nell'arco di un anno rispetto al parco eolico ed ai ricettori è necessario definire la longitudine, la latitudine ed il fuso orario dell'area interessata dal progetto.

Progetto dell'impianto eolico con storage denominato "Sava Maruggio" della potenza complessiva di 182 MW da realizzare nei Comuni di Sava (TA), Manduria (TA), Maruggio (TA), Torricella (TA) ed Erchie (BR).

### 3.4 RISULTATI DEL MODELLO

Come precedentemente descritto, lo strumento si ha effettuato la modellazione utilizzando il modulo Shadow flickering per identificare i ricettori potenzialmente interessati dal fenomeno, la seguente figura indica il risultato grafico dell modello

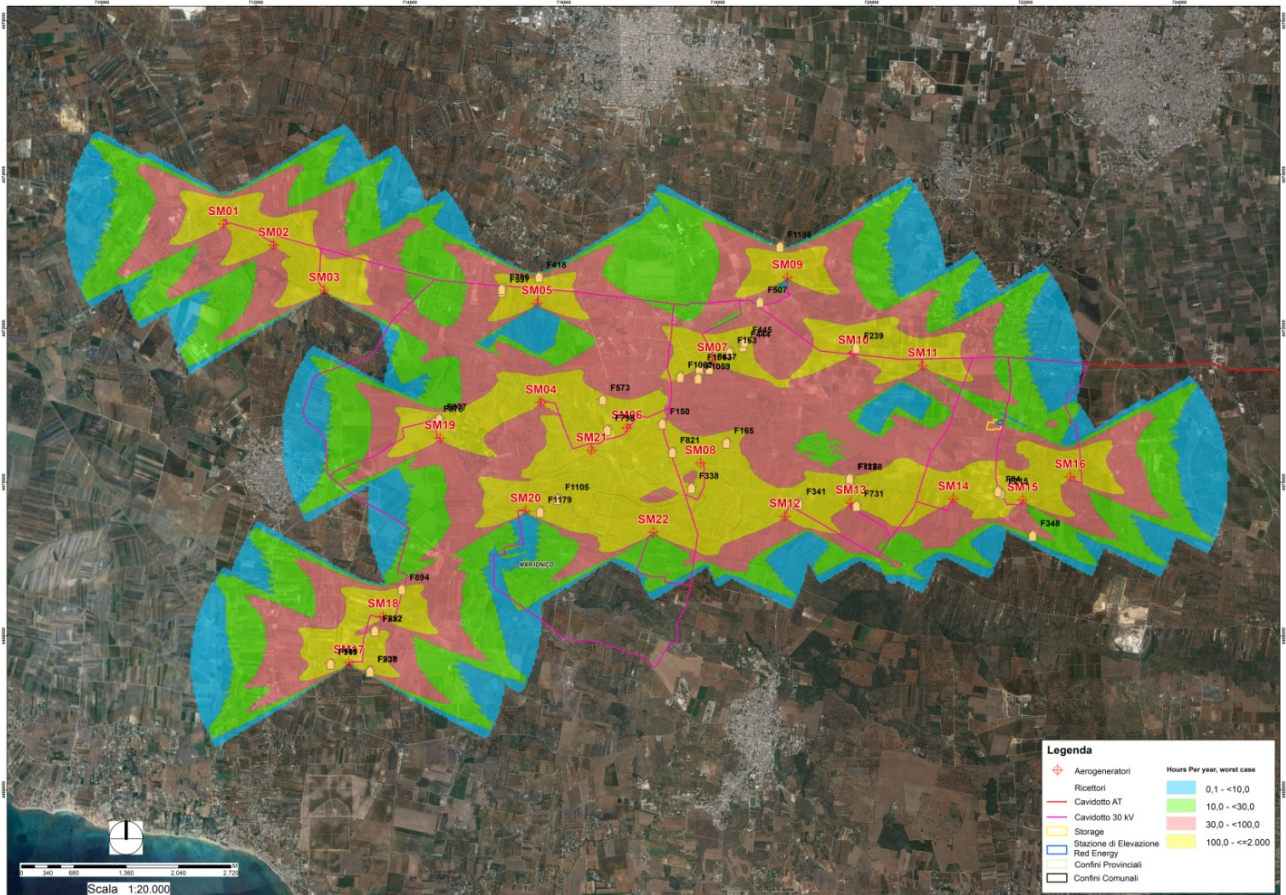


Figura 9: Posizionamento su ortofoto degli aerogeneratori SM09 e dei ricettori a loro più prossimi

Nella seguente tabella, sono riportati i risultati totale delle ore per anno, giorni per anno e ore per giorno di ogni ricettore soggetti al fenomeno dello shadow flicker generato dalla co-presenza di tutti aerogeneratori dall progetto proposto.

Progetto dell'impianto eolico con storage denominato "Sava Maruggio" della potenza complessiva di 182 MW da realizzare nei Comuni di Sava (TA), Manduria (TA), Maruggio (TA), Torricella (TA) ed Erchie (BR).

Calculation main Result Shadow Receptor In Worst Case			
Receptor	per year [h/year]	per year [days/year]	hours per day [h/day]
F1059	33:51	86	0:34
F1062	37:03	73	0:51
F1063	27:45	60	0:34
F1105	136:08	114	1:40
F1158	159:42	153	1:55
F1179	278:54	225	2:12
F1186	0:00	0	0:00
F1186	75:31	62	1:32
F119	178:09	193	1:46
F150	156:20	211	1:20
F163	347:10	249	2:30
F165	196:35	170	1:48
F215	333:57	173	3:07
F222	89:36	86	1:16
F237	0:00	0	0:00
F239	1272:19	365	4:36
F338	29:13	77	0:33
F341	431:59	231	2:24
F348	0:00	0	0:00
F396	114:30	113	1:20
F397	114:23	111	1:21
F437	23:49	72	0:27
F444	146:40	175	1:30
F445	139:09	182	1:19
F507	19:51	66	0:29
F573	153:27	148	1:46
F722	148:47	150	1:50
F731	340:25	175	2:52
F798	376:45	296	1:57
F821	191:07	211	1:39
F84	287:45	153	2:54

Progetto dell'impianto eolico con storage denominato "Sava Maruggio" della potenza complessiva di 182 MW da realizzare nei Comuni di Sava (TA), Manduria (TA), Maruggio (TA), Torricella (TA) ed Erchie (BR).

<b>F877</b>	270:56	141	2:38
<b>F878</b>	336:44	136	2:48
<b>F894</b>	132:44	102	1:34
<b>F897</b>	89:29	86	1:15
<b>F901</b>	177:42	193	1:46
<b>F930</b>	0:00	0	0:00

Tabella 2: risultati di shadow receptor in worst cases.

Nella seguente tabella, sono riportati i risultati totale delle ore prodotte per ogni wtg.

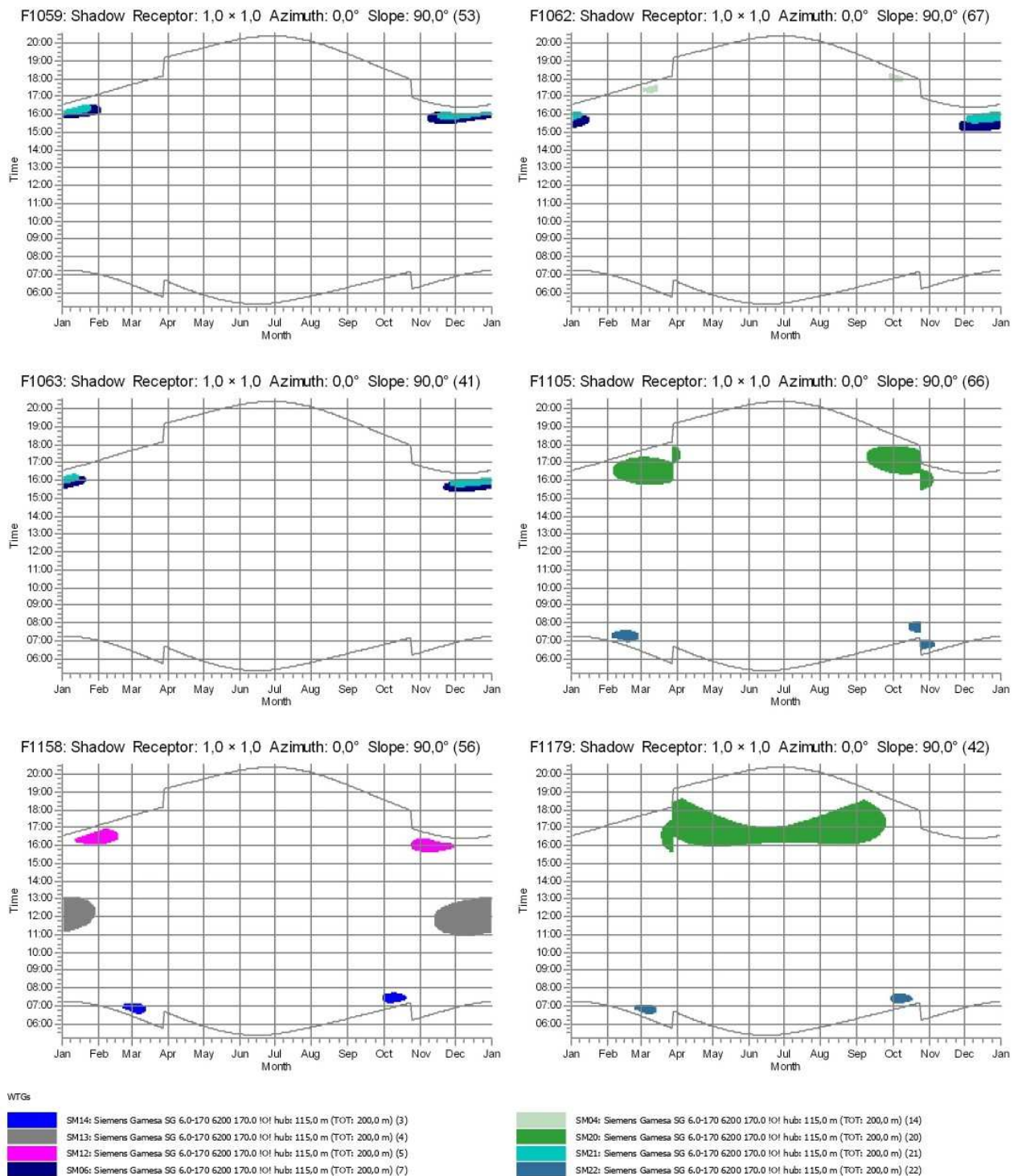
SHADOW RECEPTORS CAUSED BY EACH WTG	
WTG	Worst case (h/Year)
<b>SM01</b>	00:00
<b>SM02</b>	00:00
<b>SM03</b>	00:00
<b>SM04</b>	31:52:00
<b>SM05</b>	215:58:00
<b>SM06</b>	392:01:00
<b>SM07</b>	367:02:00
<b>SM08</b>	422:35:00
<b>SM09</b>	00:00
<b>SM10</b>	1271:12:00
<b>SM11</b>	31:07:00
<b>SM12</b>	483:55:00
<b>SM13</b>	479:43:00
<b>SM14</b>	92:39:00
<b>SM15</b>	285:59:00
<b>SM16</b>	00:00
<b>SM17</b>	268:38:00
<b>SM18</b>	132:44:00
<b>SM19</b>	401:07:00
<b>SM20</b>	366:50:00
<b>SM21</b>	285:29:00
<b>SM22</b>	42:31:00

Tabella 3: Shadow Receptros

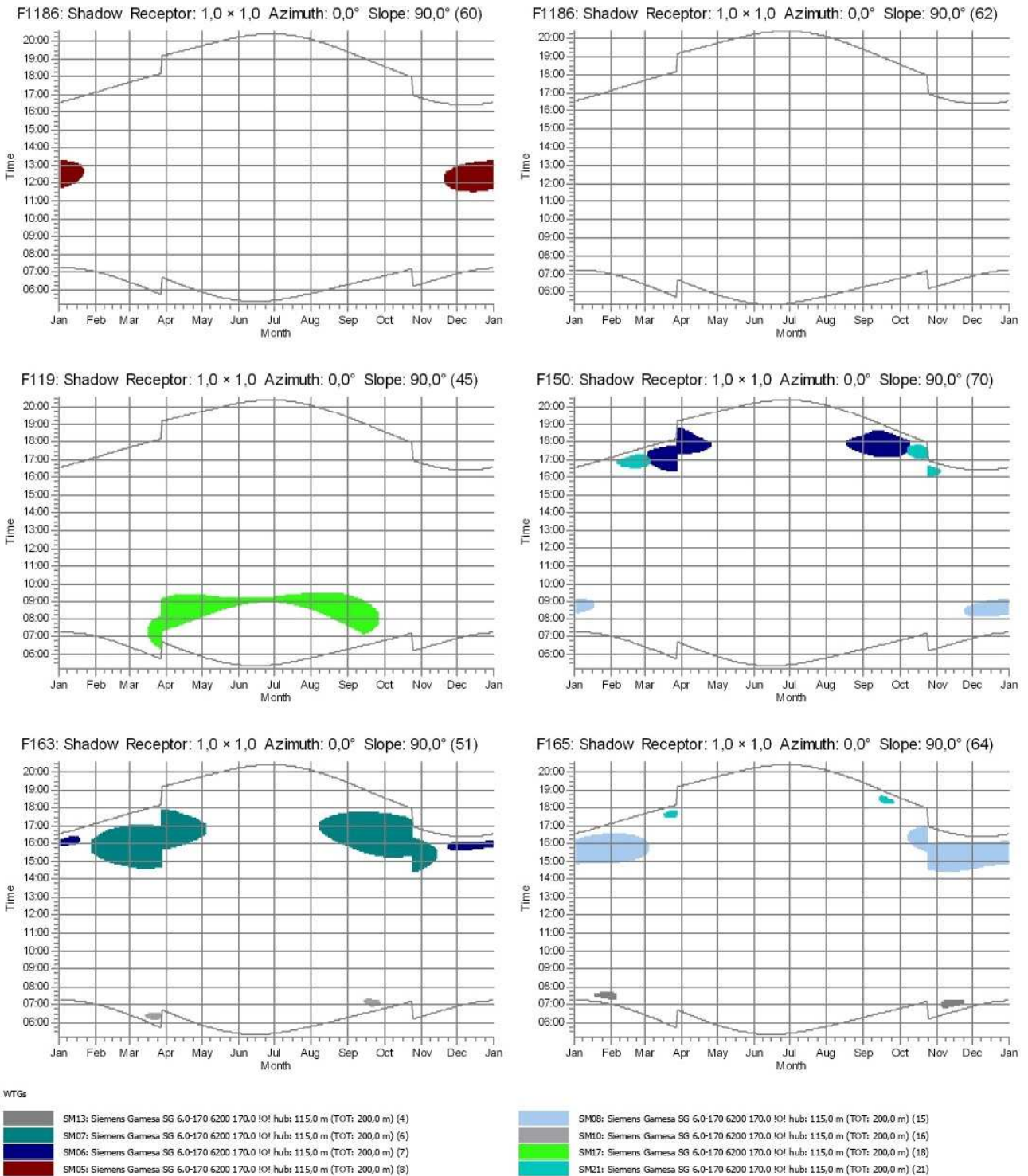


Progetto dell'impianto eolico con storage denominato "Sava Maruggio" della potenza complessiva di 182 MW da realizzare nei Comuni di Sava (TA), Manduria (TA), Maruggio (TA), Torricella (TA) ed Erchie (BR).

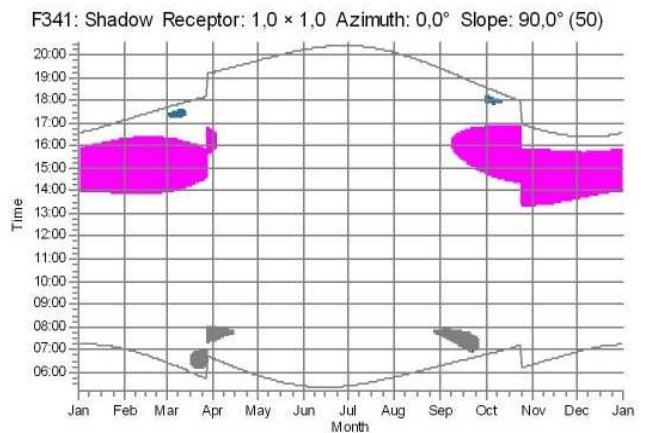
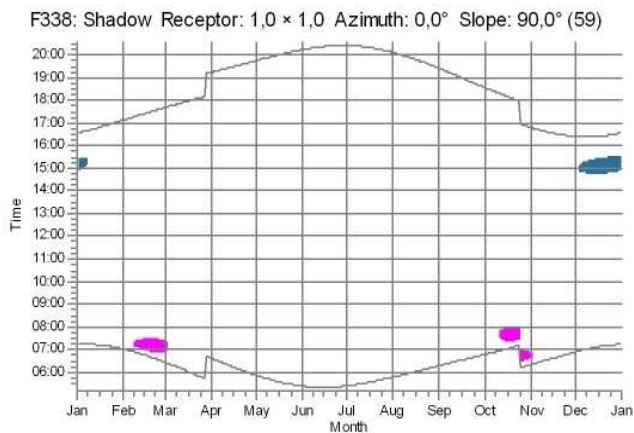
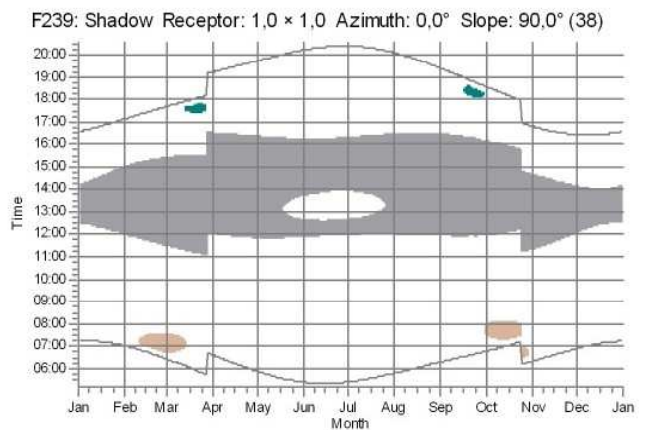
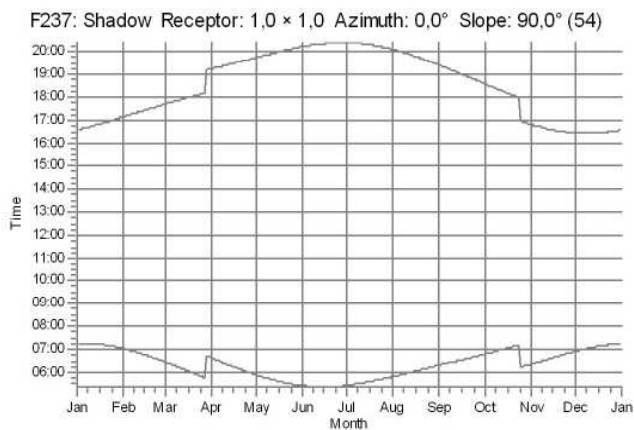
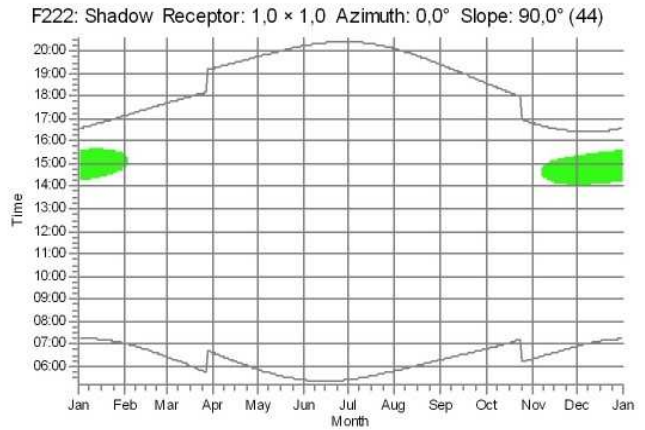
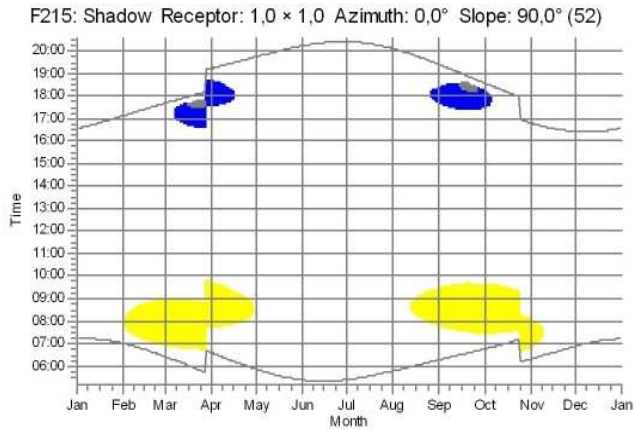
A continuazione si evidenzia il worst case delle ombre da ogni receptor in una grafica di ore al giorno contro ogni mese.



Progetto dell'impianto eolico con storage denominato "Sava Maruggio" della potenza complessiva di 182 MW da realizzare nei Comuni di Sava (TA), Manduria (TA), Maruggio (TA), Torricella (TA) ed Erchie (BR).



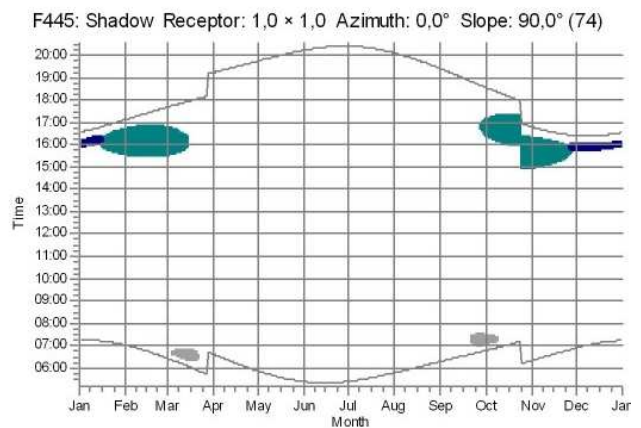
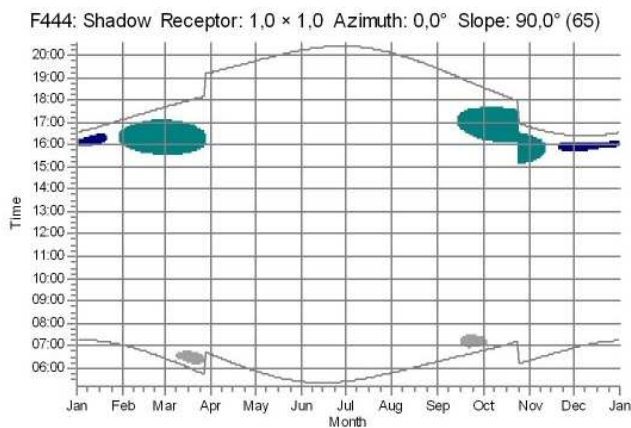
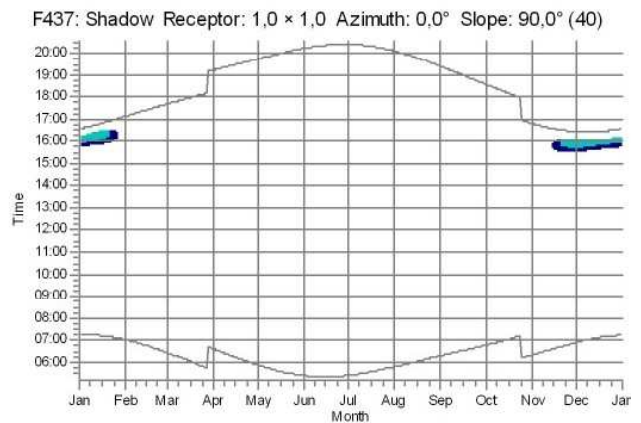
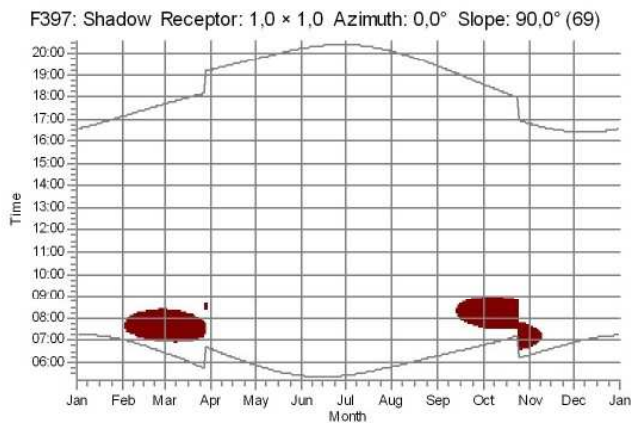
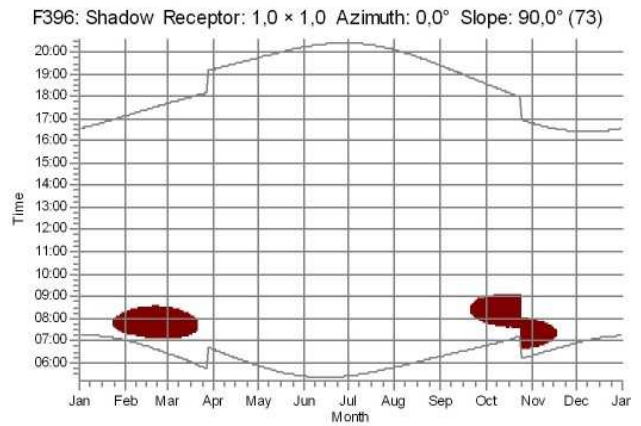
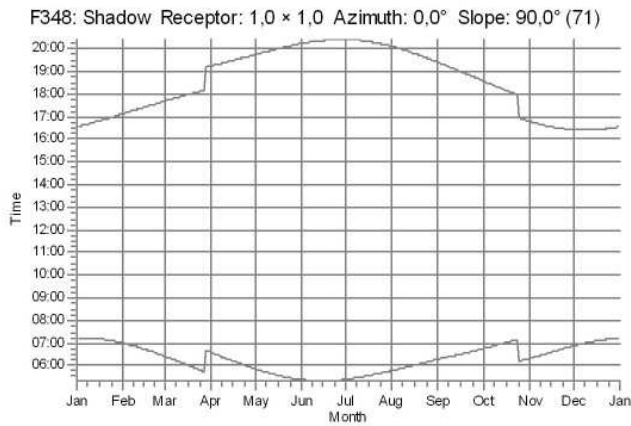
Progetto dell'impianto eolico con storage denominato "Sava Maruggio" della potenza complessiva di 182 MW da realizzare nei Comuni di Sava (TA), Manduria (TA), Maruggio (TA), Torricella (TA) ed Erchie (BR).



- WTGs
- SM15: Siemens Gamesa SG 6.0-170 6200 170.0 I0I hub: 115,0 m (TOT: 200,0 m) (2)
  - SM14: Siemens Gamesa SG 6.0-170 6200 170.0 I0I hub: 115,0 m (TOT: 200,0 m) (3)
  - SM13: Siemens Gamesa SG 6.0-170 6200 170.0 I0I hub: 115,0 m (TOT: 200,0 m) (4)
  - SM12: Siemens Gamesa SG 6.0-170 6200 170.0 I0I hub: 115,0 m (TOT: 200,0 m) (5)
  - SM07: Siemens Gamesa SG 6.0-170 6200 170.0 I0I hub: 115,0 m (TOT: 200,0 m) (6)

- SM10: Siemens Gamesa SG 6.0-170 6200 170.0 I0I hub: 115,0 m (TOT: 200,0 m) (16)
- SM11: Siemens Gamesa SG 6.0-170 6200 170.0 I0I hub: 115,0 m (TOT: 200,0 m) (17)
- SM17: Siemens Gamesa SG 6.0-170 6200 170.0 I0I hub: 115,0 m (TOT: 200,0 m) (18)
- SM22: Siemens Gamesa SG 6.0-170 6200 170.0 I0I hub: 115,0 m (TOT: 200,0 m) (22)

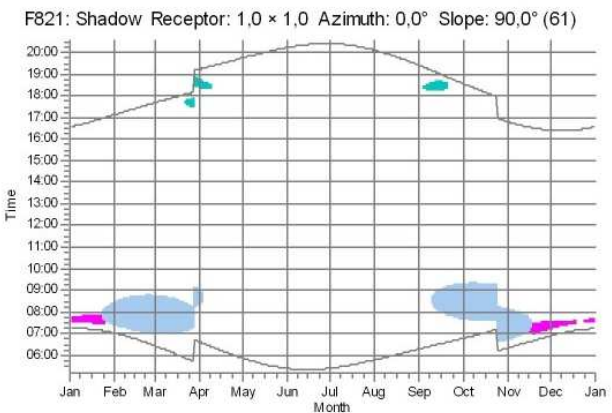
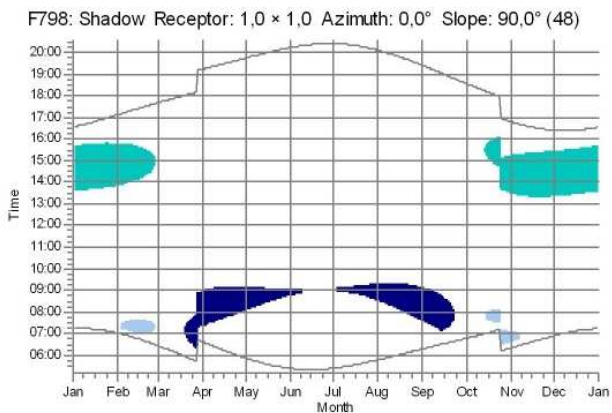
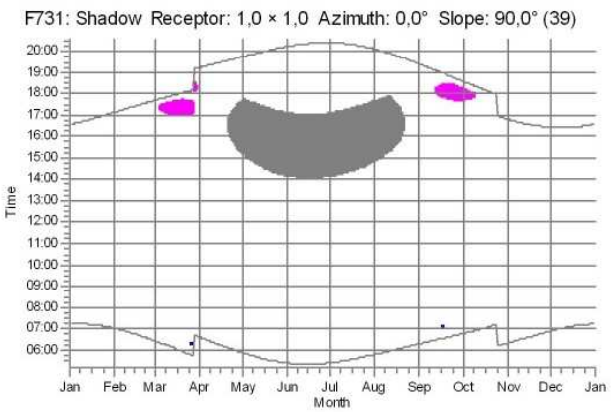
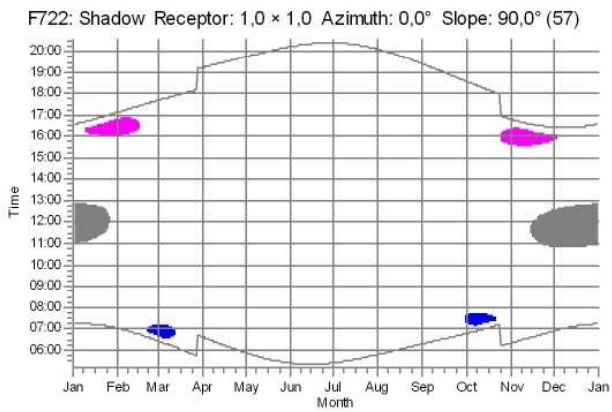
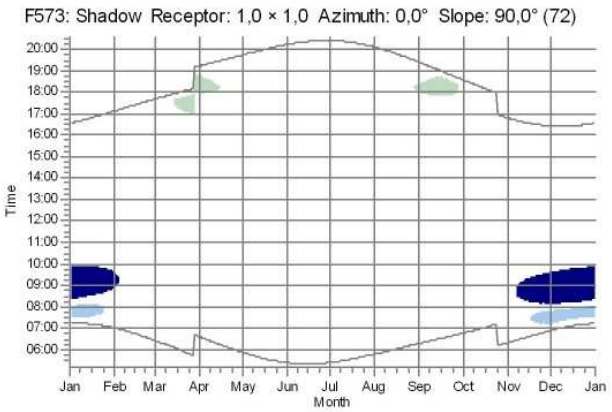
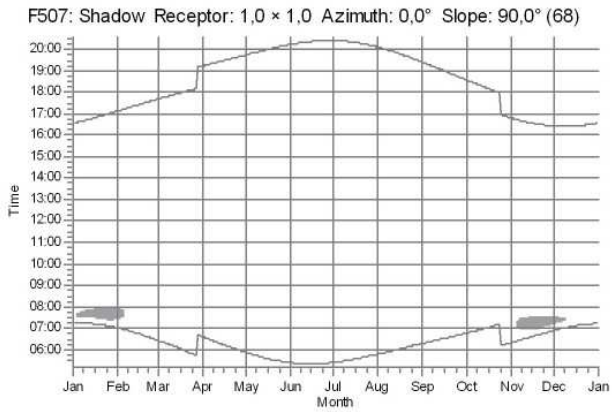
Progetto dell'impianto eolico con storage denominato "Sava Maruggio" della potenza complessiva di 182 MW da realizzare nei Comuni di Sava (TA), Manduria (TA), Maruggio (TA), Torricella (TA) ed Erchie (BR).



- WTGs
- SM07: Siemens Gamesa SG 6.0-170 6200 170.0 IØI hub: 115,0 m (TOT: 200,0 m) (6)
  - SM06: Siemens Gamesa SG 6.0-170 6200 170.0 IØI hub: 115,0 m (TOT: 200,0 m) (7)
  - SM05: Siemens Gamesa SG 6.0-170 6200 170.0 IØI hub: 115,0 m (TOT: 200,0 m) (8)

- SM10: Siemens Gamesa SG 6.0-170 6200 170.0 IØI hub: 115,0 m (TOT: 200,0 m) (16)
- SMZ1: Siemens Gamesa SG 6.0-170 6200 170.0 IØI hub: 115,0 m (TOT: 200,0 m) (21)

Progetto dell'impianto eolico con storage denominato "Sava Maruggio" della potenza complessiva di 182 MW da realizzare nei Comuni di Sava (TA), Manduria (TA), Maruggio (TA), Torricella (TA) ed Erchie (BR).

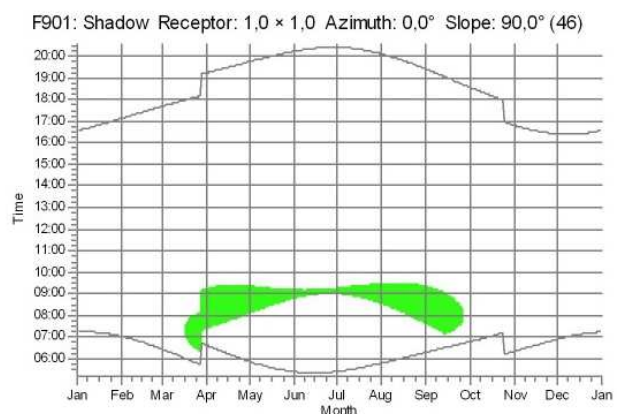
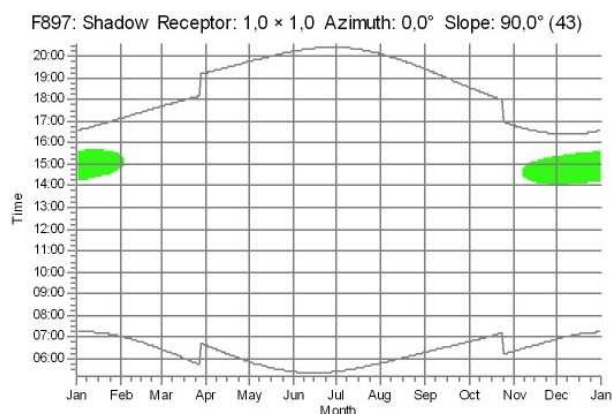
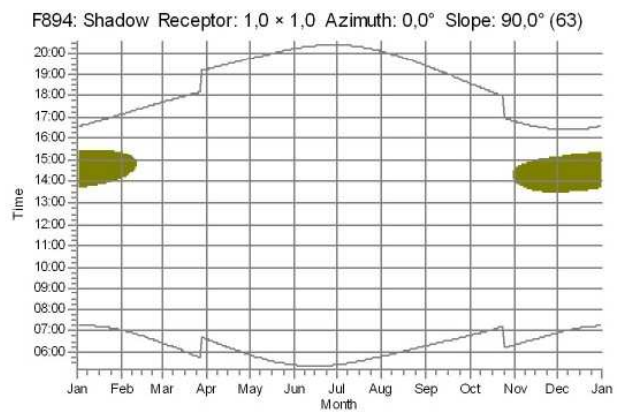
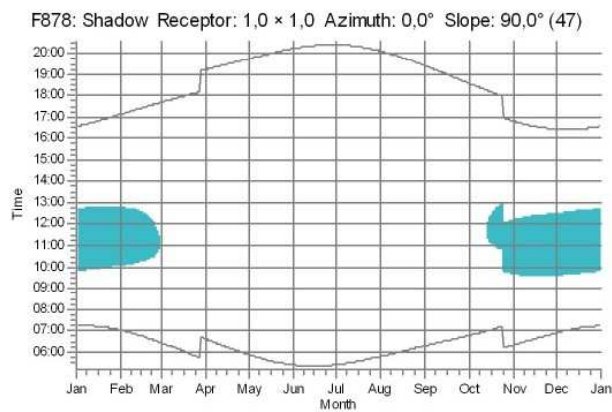
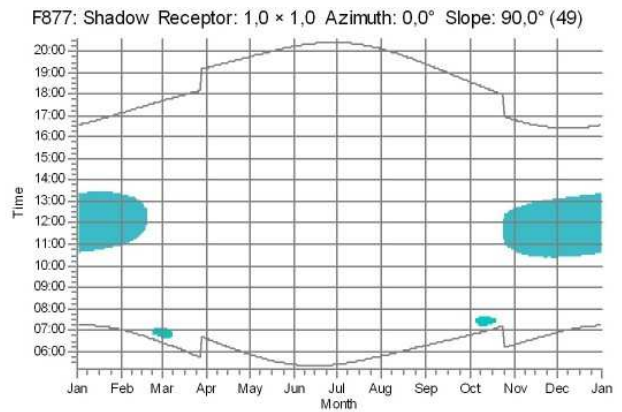
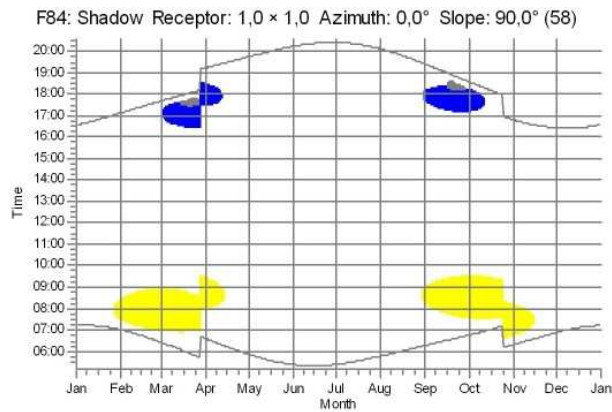


WTGs

- SM14: Siemens Gamesa SG 6.0-170 6200 170.0 H3 hub: 115,0 m (TOT: 200,0 m) (3)
- SM13: Siemens Gamesa SG 6.0-170 6200 170.0 H3 hub: 115,0 m (TOT: 200,0 m) (4)
- SM12: Siemens Gamesa SG 6.0-170 6200 170.0 H3 hub: 115,0 m (TOT: 200,0 m) (5)
- SM06: Siemens Gamesa SG 6.0-170 6200 170.0 H3 hub: 115,0 m (TOT: 200,0 m) (7)

- SMD4: Siemens Gamesa SG 6.0-170 6200 170.0 H3 hub: 115,0 m (TOT: 200,0 m) (14)
- SMD8: Siemens Gamesa SG 6.0-170 6200 170.0 H3 hub: 115,0 m (TOT: 200,0 m) (15)
- SM10: Siemens Gamesa SG 6.0-170 6200 170.0 H3 hub: 115,0 m (TOT: 200,0 m) (16)
- SM21: Siemens Gamesa SG 6.0-170 6200 170.0 H3 hub: 115,0 m (TOT: 200,0 m) (21)

Progetto dell'impianto eolico con storage denominato "Sava Maruggio" della potenza complessiva di 182 MW da realizzare nei Comuni di Sava (TA), Manduria (TA), Maruggio (TA), Torricella (TA) ed Erchie (BR).



- WTGs
- SM15: Siemens Gamesa SG 6.0-170 6200 170.0 IØI hub: 115,0 m (TOT: 200,0 m) (2)
  - SM14: Siemens Gamesa SG 6.0-170 6200 170.0 IØI hub: 115,0 m (TOT: 200,0 m) (3)
  - SM13: Siemens Gamesa SG 6.0-170 6200 170.0 IØI hub: 115,0 m (TOT: 200,0 m) (4)
  - SM18: Siemens Gamesa SG 6.0-170 6200 170.0 IØI hub: 115,0 m (TOT: 200,0 m) (10)

- SM17: Siemens Gamesa SG 6.0-170 6200 170.0 IØI hub: 115,0 m (TOT: 200,0 m) (18)
- SM19: Siemens Gamesa SG 6.0-170 6200 170.0 IØI hub: 115,0 m (TOT: 200,0 m) (19)
- SM21: Siemens Gamesa SG 6.0-170 6200 170.0 IØI hub: 115,0 m (TOT: 200,0 m) (21)

#### 4 CONCLUSIONI

- La valutazione, effettuata attraverso il Modulo Shadow del Programma WindPro 3.4, è stata svolta attraverso dell Scenario Peggior(worst case).
- Tuttavia, si sottolinea come l'analisi condotta non ha tenuto conto della presenza di "zone di esclusione" naturali o artificiali che hanno la facoltà di inibire (parzialmente o totalmente) il fenomeno dello Shadow Flicker sui ricettori individuati (es.: presenza di alberature, tendaggi, infissi, ecc.) poiché il calcolo si è basato esclusivamente sui dati di orografia e geografici del sito in esame.
- Inoltre, si rammenta che lo shadow Flicker è atteso verificarsi solo nelle giornate in cui il sole non è oscurato da nuvole, in caso contrario il fenomeno non avrà luogo.
- L'analisi dell scenario peggiore dimostra che la realizzazione del progetto dell'impianto eolico, 27 ricettori presentano valori più di 100 ore/anno, 8 ricettori presentano valori più di 30 ore/anno e 1 ricettore no presenta valori. Per quanto riguarda il verificarsi dell'effetto shadow flickering, in quanto tale fenomeno è potenzialmente riscontrabile solo in periodi limitati della giornata e durante alcuni mesi dell'anno.
- Al fine di limitare ulteriormente il verificarsi di tali fenomeni di shadow flickering sui ricettori presenti sono comunque praticabili opere di mitigazione quali: piantumazione di alberi o piante sempre verdi prospicienti alle aperture finestrate degli edifici qualora fossero rivolte verso gli aerogeneratori.
- il contesto normativo italiano non prevede una normativa di riferimento o linee guida sul tema specifico dello Shadow Flickering. Al fine di valutare in maniera oggettiva i risultati del modello sono stati considerati i seguenti riferimenti (che non rappresentano un valore limite prescrittivo):
- International Finance Corporation (EHS Guidelines 2015) che raccomandano, per lo scenario Worst Case una durata degli effetti di shadow flickering non superiore alle 30 ore/anno e ai 30 minuti/giorno.