

REGIONE PUGLIA

Provincia di TARANTO



Comune  
LATERZA



Comune  
CASTELLANETA



**PROGETTO DEFINITIVO PER LA REALIZZAZIONE DI UN IMPIANTO  
EOLICO DENOMINATO "LATERZA 1" COSTITUITO DA  
17 AEROGENERATORI CON POTENZA COMPLESSIVA DI 111,60 MW  
E RELATIVE OPERE DI CONNESSIONE ALLA R.T.N.**

*Studio degli effetti di SHADOW-FLICKERING*

ELABORATO

PR20

**PROPONENTE:**

**RINASCITA WIND S.R.L.**  
Contrada Cacapentima snc  
74014 Laterza (TA)  
pec: rinascitawind@pec.it

cod. id.: E-LARIN

**CONSULENTI:**

Dott.ssa Elisabetta NANNI  
Dott. Ing. Rocco CARONE  
Dott. Biol. Fau. Lorenzo GAUDIANO  
Dott. Agr. For. Mario STOMACI  
Dott. Geol. Michele VALERIO

**PROGETTISTI:**

   
**ATECH** **P.M.**  
SOCIETÀ DI INGEGNERIA Innovative Engineering  
Via Caduti di Nassiriya 55 STUDIO PM SRL  
70124 Bari (BA) Via dell'Artigianato 27 75100 Matera (MT)  
e-mail: atechsr@libero.it e-mail: paolo.montefinese@pm-studio  
pec: atechsr@legalmail.it pec: studiopm@mypec.eu

DIRETTORE TECNICO  
Dott. Ing. Orazio TRICARICO  
Ordine Ingegneri di Bari n. 4985



Dott. Ing. Paolo MONTEFINESE  
Ordine Ingegneri di Matera n. 968



Dott. Ing. Alessandro ANTEZZA  
Ordine Ingegneri di Bari n. 10743



0	APRILE 2023	C.C.	A.A.	O.T.	Progetto definitivo
EM./REV.	DATA	REDATTO	VERIFICATO	APPROVATO	DESCRIZIONE

<b>1.PREMESSA.....</b>	<b>2</b>
<b>2.BREVE DESCRIZIONE DEL PROGETTO.....</b>	<b>3</b>
<b>3.ANALISI DELL'EVOLUZIONE DELL'OMBRA .....</b>	<b>4</b>
<b>4.EVOLUZIONE DELL'OMBRA INDOTTA DALL'IMPIANTO.....</b>	<b>5</b>
<b>5.ALLEGATI .....</b>	<b>14</b>

## 1. PREMESSA

Il presente documento, allegato al progetto definitivo, analizza l'evoluzione dell'ombra (shadow flickering) indotta dagli aerogeneratori nell'area di intervento.

Al momento, solo la Germania ha linee guida dettagliate sui limiti e le condizioni per il calcolo dell'impatto dell'ombra e sono normate dalla "Hinweise zur Ermittlung und Beurteilung der optischen Immissionen von Windenergieanlagen" (WEA-Shattenwurf-Hinweise).

Secondo le linee guida tedesche, il limite per il quale si genera l'impatto dell'ombra è fissato da due fattori:

- L'angolo del sole sull'orizzonte deve essere di almeno 3 gradi;
- Le eliche della RIN devono coprire almeno il 20% del sole.

In Italia, come suddetto, non esistono limiti normati per la definizione e la classificazione di un recettore come sensibile, ma il DM 10/09/2010 al comma a) dell'art. 5.3 indica come misura di mitigazione la *minima distanza di ciascun aerogeneratore da unità abitative munite di abitabilità, regolarmente censite e stabilmente abitate, non inferiore ai 200 m.*

Il fenomeno dello shadow flicker consiste in una variazione intermittente dell'intensità di luce naturale provocato da una pala eolica in rotazione. Tale fenomeno, in particolari condizioni di frequenza, di intensità e di durata, può arrecare disturbo all'individuo presente all'interno di un'abitazione che subisce questo effetto.

Se infatti la frequenza delle variazioni di intensità della luce è alta e dura a lungo, il disturbo arrecato è significativo; è stato scientificamente dimostrato che una frequenza dello sfarfallio superiore a 2,5 hertz può causare fastidio e provocare un effetto disorientante su una piccola percentuale della popolazione (2% circa).

In generale, gli aerogeneratori utilizzati nel progetto in oggetto hanno una velocità di rotazione inferiore a 20 giri al minuto, equivalente ad una frequenza inferiore ad 1 Hz, di molto inferiore a quelle incluse nell'intervallo che potrebbe provocare un senso di fastidio, e cioè tra i 2,5 Hz ed i 20 Hz (Verkuijlen and Westra, 1984). Perciò le frequenze di passaggio delle pale risulteranno ampiamente minori di quelle ritenute fastidiose per la maggioranza degli individui.

## 2. BREVE DESCRIZIONE DEL PROGETTO

L'intervento in oggetto è finalizzato alla realizzazione di un impianto di produzione di energia elettrica tramite conversione da fonte eolica costituito da **17 turbine aventi potenza complessiva pari a 111,60 MW** e altezza al mozzo di 115 m, da realizzare in zone classificate agricole, non di pregio, dal vigente strumento urbanistico comunale, da ubicare nel territorio comunale di **Laterza (TA)**.

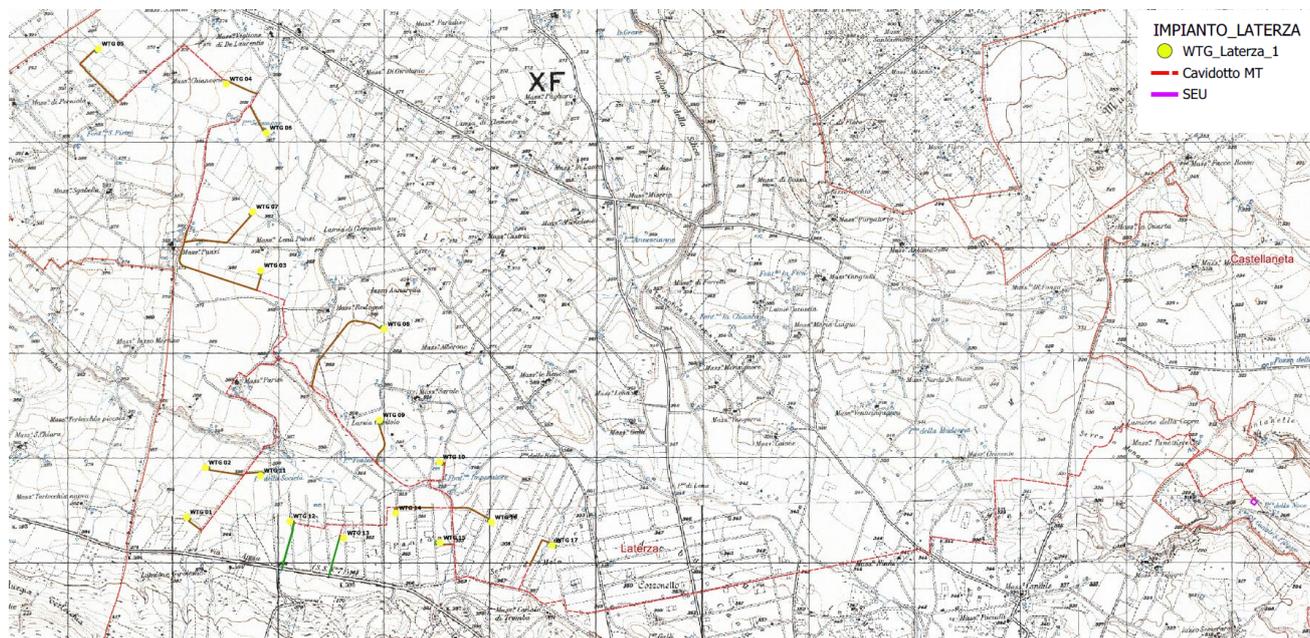


Figura 2-1: Inquadramento intervento di area vasta

Il progetto del parco eolico è costituito da **n° 17 aerogeneratori aventi potenza complessiva pari a 111,60 MW** (denominati RIN 1-17):

- **n° 16 aerogeneratori della potenza di 6,6 MW**
- **n° 1 aerogeneratore della potenza di 6,0 MW (RIN16)**
- piazzole di collegamento alle turbine;
- tracciato dei cavidotti di collegamento (tra gli aerogeneratori e la sottostazione elettrica di trasformazione utente MT-AT);
- nuova Stazione Elettrica Utente 150/30 Kv;

- collegamento in antenna a 150 kV su un futuro ampliamento della sezione 150 kV della Stazione Elettrica (SE) di Trasformazione della RTN 380/150 kV di Castellaneta.

Il sito di intervento è all'interno del territorio comunale di Laterza, a nord ovest del centro urbano alla distanza di circa 3,7 km.

È baricentrico rispetto ai centri abitati di Matera (Regione Basilicata) ad ovest, a circa 9 km, a Santeramo in Colle (BA - Regione Puglia) a nord a circa 8,5 km.

È raggiungibile e delimitato a sud dalla SS7, a nord dalle strade provinciali SP140 e SP22, ad est è raggiungibile e delimitato dalla SP17.

### 3. ANALISI DELL'EVOLUZIONE DELL'OMBRA

La posizione occupata da un oggetto nel cielo, come il sole, può essere univocamente individuata con due coordinate angolari: azimut ed elevazione.

L'azimut si misura in senso orario sul piano orizzontale a partire dal nord geografico fino al punto sull'orizzonte direttamente sotto all'oggetto; l'elevazione o altezza si misura sul piano verticale, partendo dal suddetto punto, su fino all'oggetto.

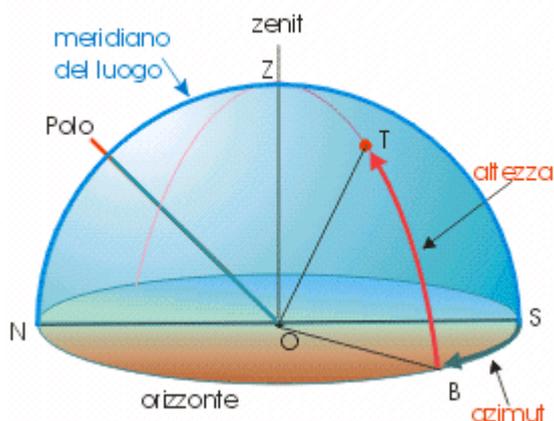


Figura 3-1: Individuazione dell'altezza e dell'azimut

Poiché la Terra si muove rispetto al sole, l'azimut e l'elevazione cambiano continuamente nel tempo ed il percorso seguito nel cielo durante il giorno dal sole appare più o meno come un arco. Ogni giorno ha il suo arco, il quale si discosta leggermente sia da quello percorso il giorno precedente sia da quello che percorrerà il giorno seguente. Tuttavia un certo arco si ripete quasi esattamente ogni anno.

Per giorno s'intende il periodo nel quale giunge a noi la luce solare diretta.; quindi la durata del giorno è il tempo che intercorre tra alba e tramonto.

La durata del giorno non coincide con la durata della luce naturale.

Infatti sia prima dell'alba sia dopo il tramonto ci sono intervalli di tempo, chiamati entrambe crepuscolo (rispettivamente crepuscolo mattutino e crepuscolo serale o serotino), durante i quali giunge a terra una luce diffusa naturale fornita dai livelli atmosferici superiori.

Questi, trovandosi a quota superiore, ricevono infatti luce solare diretta per un tempo più lungo e ne riflettono una parte verso la terra. Senza atmosfera il passaggio dal giorno alla notte e viceversa sarebbe immediato e brusco; la durata dell'illuminazione solare è quindi pari alla somma della durata del giorno e della durata dei crepuscoli mattutino e serale.

#### **4. EVOLUZIONE DELL'OMBRA INDOTTA DALL'IMPIANTO**

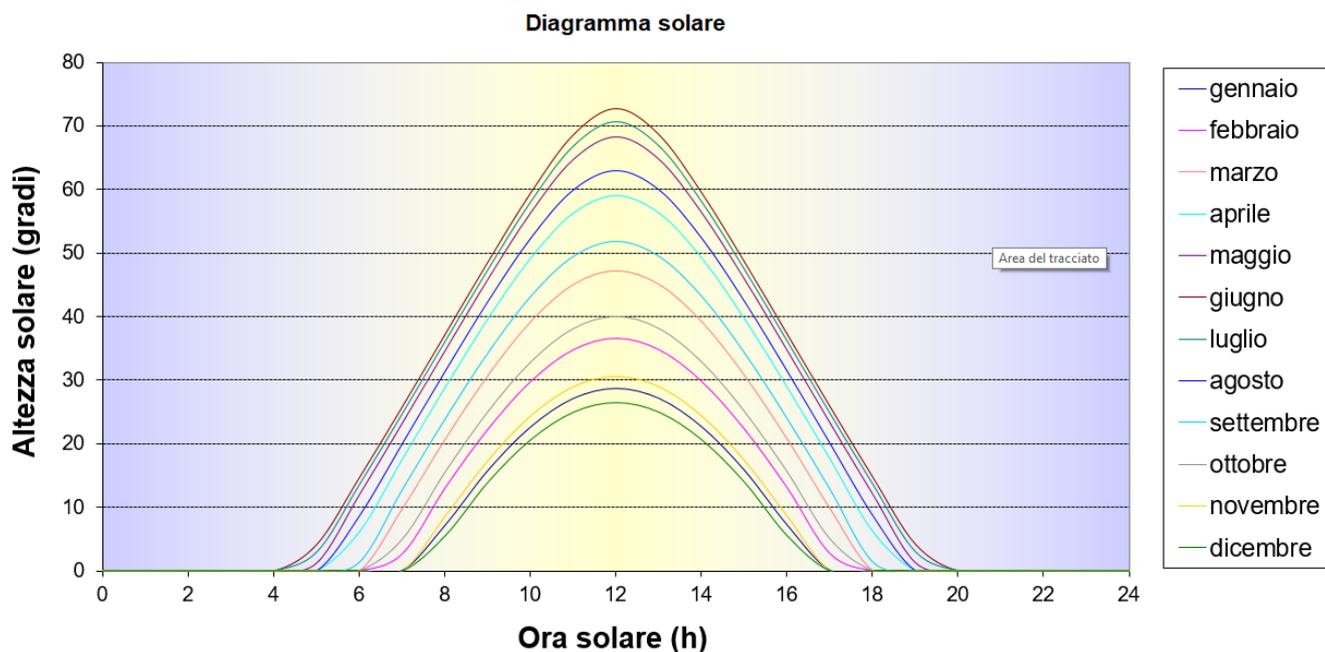
Le turbine eoliche, come altre strutture fortemente sviluppate in altezza, proiettano un'ombra sulle aree adiacenti in presenza della luce solare diretta.

Rispetto alle altre strutture sviluppate in altezza (come tralicci della alta tensione, pali della illuminazione, pali di media tensione, torrini piezometrici, silos, ecc), il problema che può determinare un aerogeneratore non è la proiezione dell'ombra sul terreno e/o strutture esistenti, bensì il movimento della stessa dovuto alla rotazione delle pale.

Una progettazione attenta a questa problematica permette di evitare lo spiacevole fenomeno di flickering (turbina in moto interposta tra una fonte luminosa e l'osservatore) semplicemente prevedendo il luogo di incidenza dell'ombra e disponendo le turbine in maniera tale che l'ombra sulle zone sensibili non superi un certo numero di ore all'anno.

A tal proposito è stato prodotto lo studio dell'evoluzione dell'ombra generata dagli aerogeneratori, eseguito grazie all'ausilio di un software che effettua analisi informative territoriali sulla base di cartografie digitali in 3D.

Il software ha permesso l'esecuzione dei calcoli della proiezione dell'ombra nell'arco di un intero anno solare.

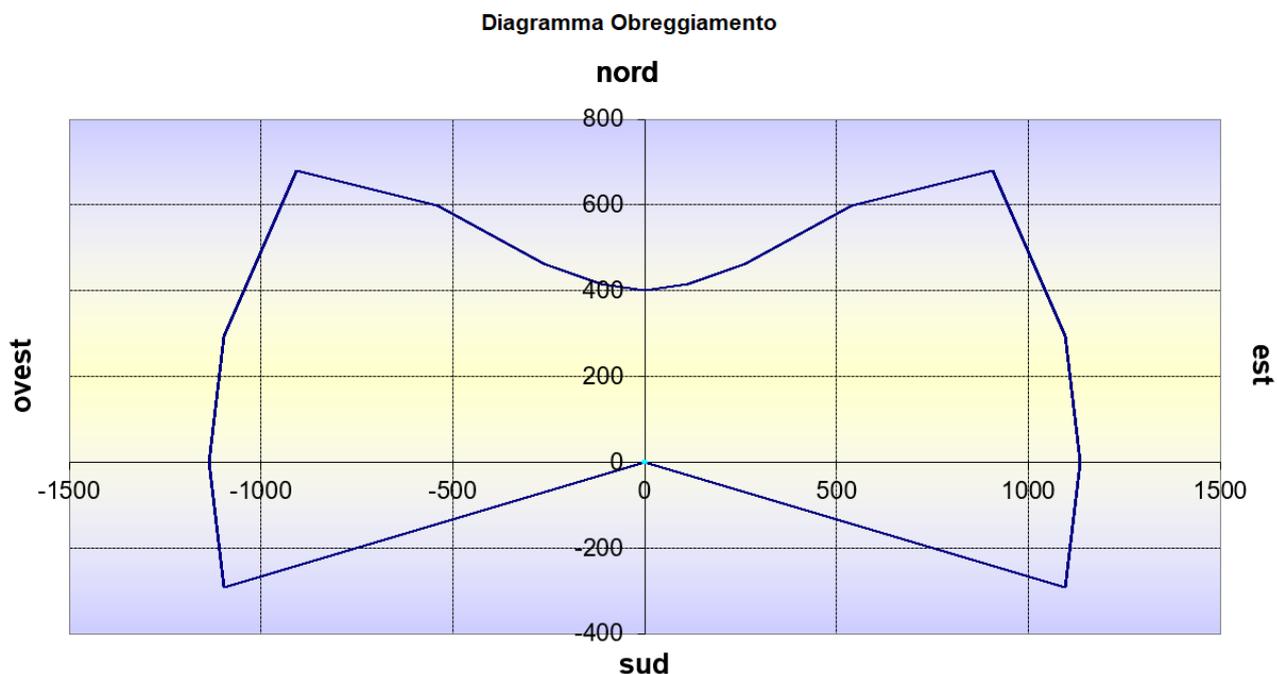


**Figura 4-1: Diagramma solare della zona di Taranto**

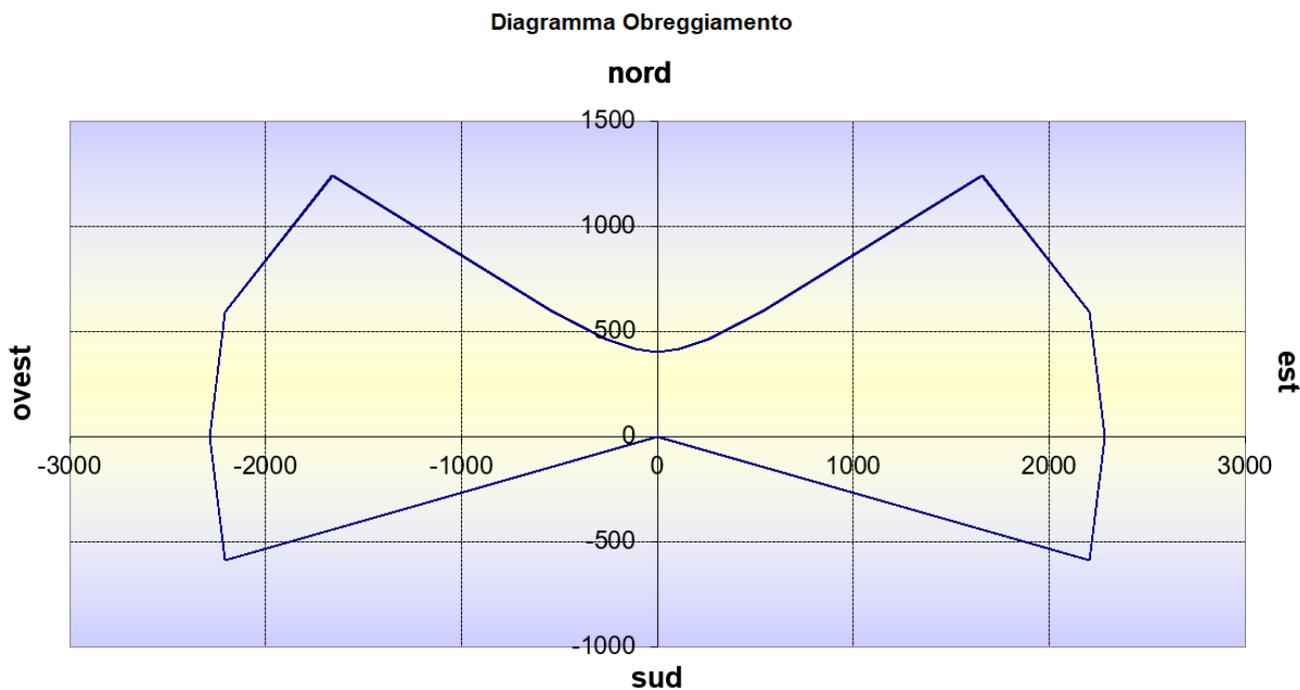
Le simulazioni sono state effettuate considerando due diversi scenari:

- sole con un'altezza sull'orizzonte di 5°;
- sole con un'altezza sull'orizzonte di 10°.

Vengono così generate due aree di ombreggiamento; una più estesa, quella a 5°, in cui l'ombreggiamento avviene dalle ore 5 a.m. alle ore 19 p.m., ed una più ristretta, a 10°, dove si considera l'ombreggiamento dalle ore 5,30 a.m. alle ore 18.30 p.m.



**Figura 4-2: Diagramma di ombreggiamento della zona di Taranto (angolo limite 10°)**

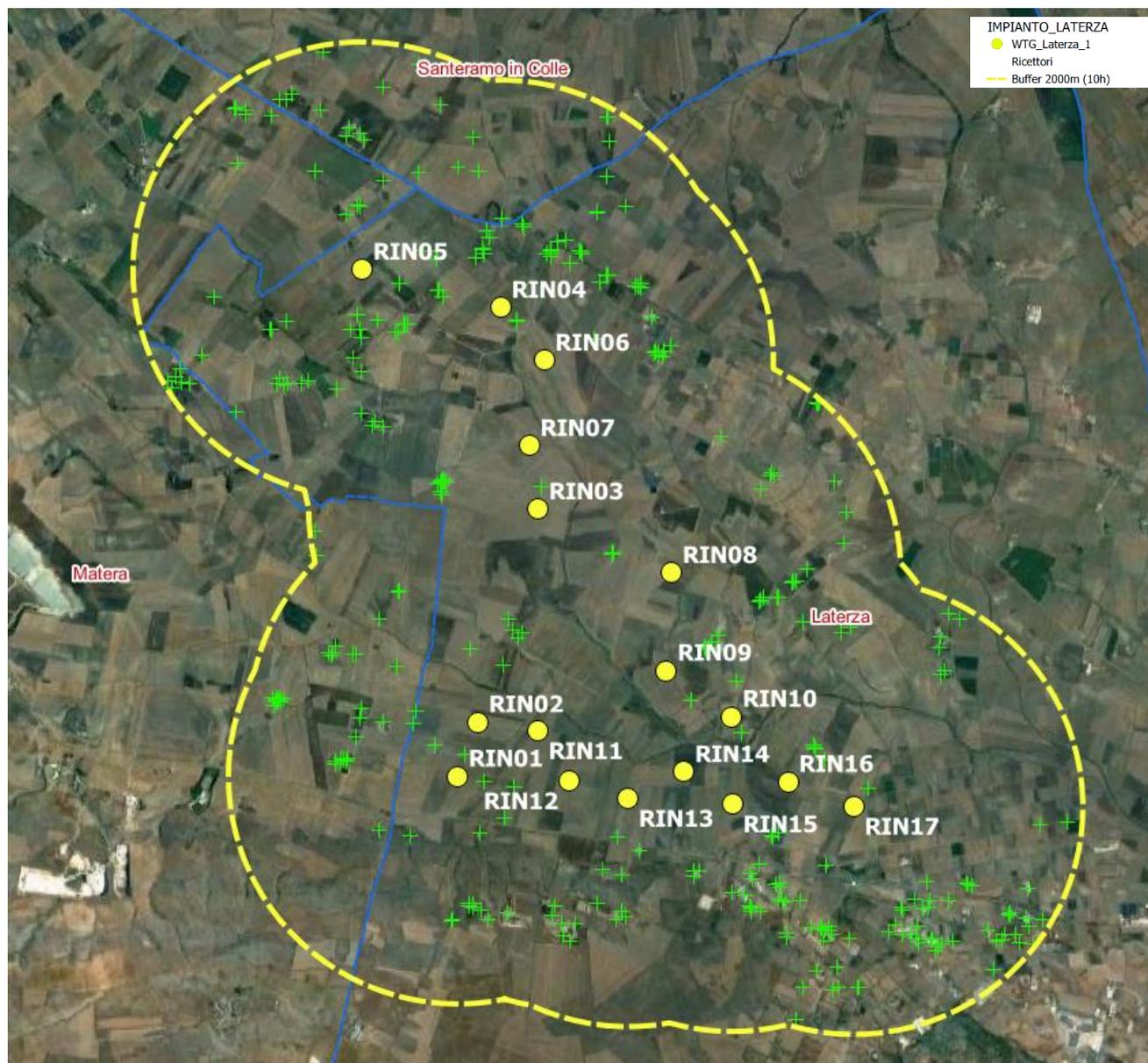


**Figura 4-3: Diagramma di ombreggiamento della zona di Taranto (angolo limite 5°)**

I diagrammi in figura mostrano, al variare dell'angolo limite considerato e quindi della altezza solare rispetto all'orizzonte, l'ombreggiamento di un aerogeneratore nell'arco della giornata esteso all'intero anno solare.

Tale ombreggiamento, determinato per una superficie piana, è stato poi adattato alla orografia del suolo, note le quote altimetriche del terreno dell'area del parco.

Lo studio dell'ombreggiamento è finalizzato alla verifica dell'effetto flickering sui ricettori sensibili (rappresentati nell'immagine seguente) presenti nei pressi del parco eolico, in particolare è stata definita un'area di indagine avente 2,0 km di raggio da ciascuna RIN, ovvero 10 volte l'altezza complessiva.



**Figura 4-4: Individuazione dei ricettori sensibili nell'area di indagine – cfr. All.01**

Nell'area di indagine sono stati individuati i potenziali ricettori presenti nell'area di progetto. In seguito è stata elaborata la mappa sotto riportata relativa all'evoluzione dell'ombra.

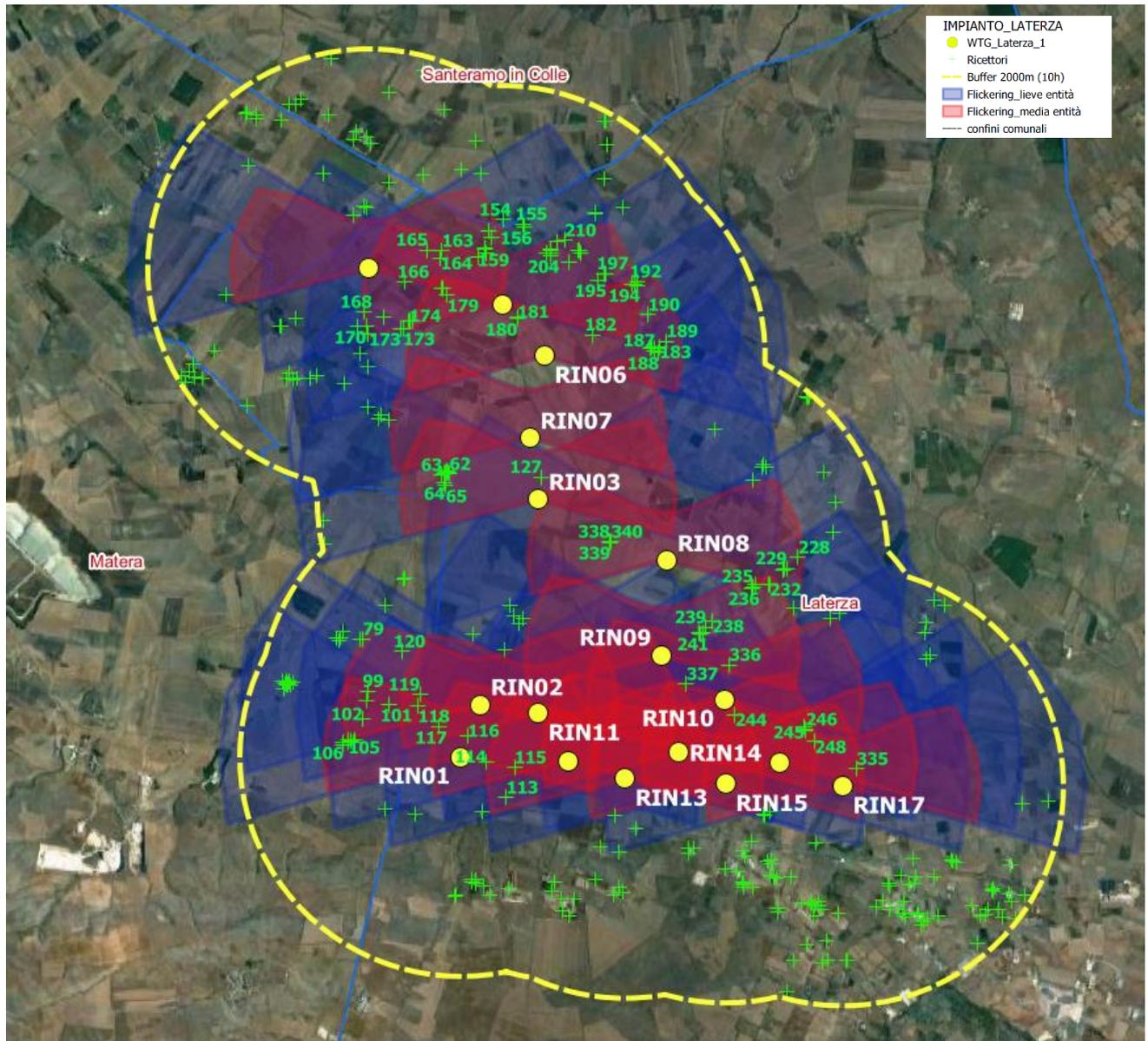


Figura 4-5: Evoluzione dell'ombra nell'area di indagine – cfr. All.02

La differenziazione di colore individua il passaggio dell'altezza dell'angolo solare da 5° a 10°.

L'effetto flickering, ossia l'oscillazione dell'ombra prodotta dal rotore, non deve verificarsi, secondo la normativa vigente, in maniera prolungata in prossimità di abitazioni, masserie, o comunque luoghi dove sia prevista una sosta superiore alle 4 ore.

Si è quindi analizzata **l'intensità dell'effetto flickering**, valutandola in base al quantitativo di ore (da 0 a 4) in cui il flickering ha interferenza con i recettori sensibili.

L'assenza di flickering si verifica quando ci si trova sulla **linea blu** di confine della proiezione dell'ombra; si passa da trascurabile a lieve entità nella fascia che degrada dal **bordo blu** verso il **bordo interno rosso**; ovviamente diventa di media intensità all'interno dell'**area rossa**, sino a divenire intenso in prossimità dell'aerogeneratore.

Nelle immagini seguenti sono individuate planimetricamente le aree ombreggiate su descritte, con la finalità di verificare nel dettaglio se insistono sui ricettori sensibili individuati e quantificarne l'intensità dell'impatto prodotto.

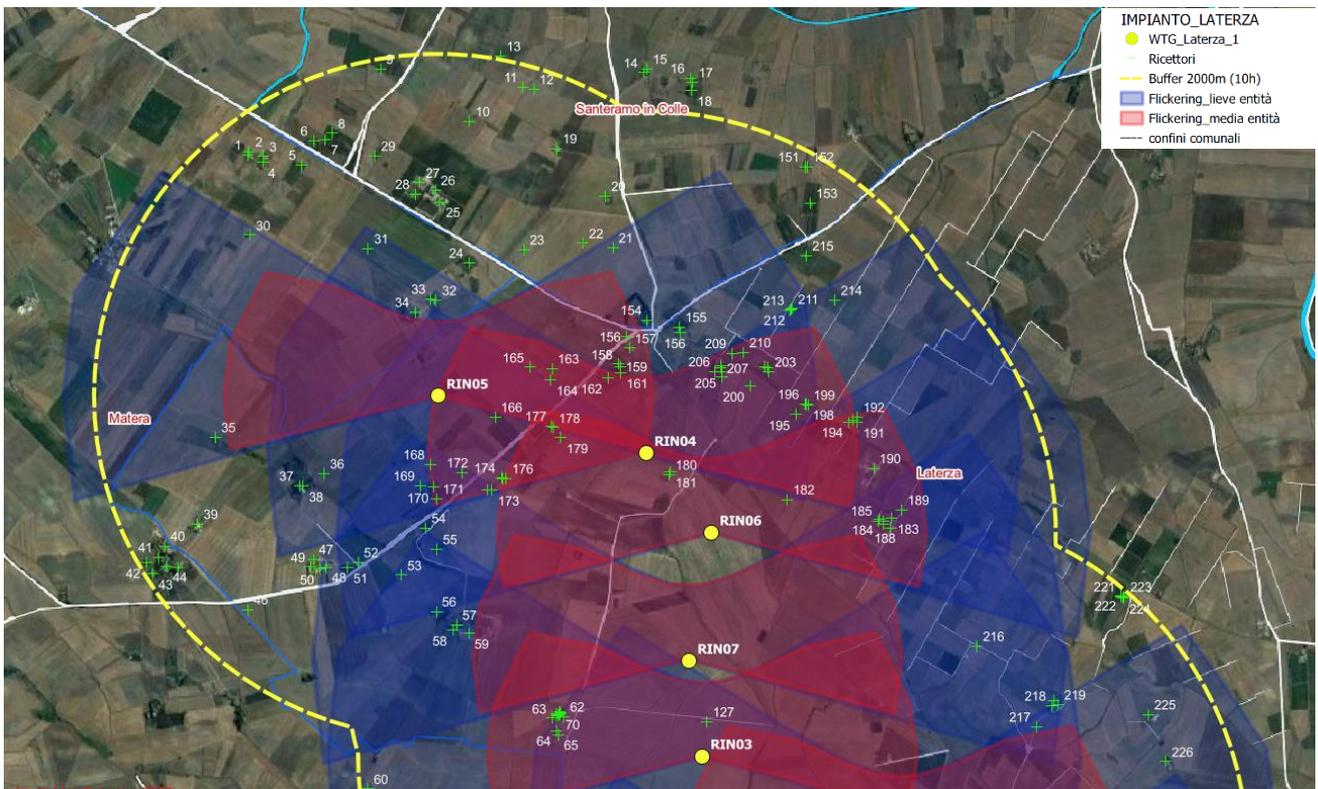
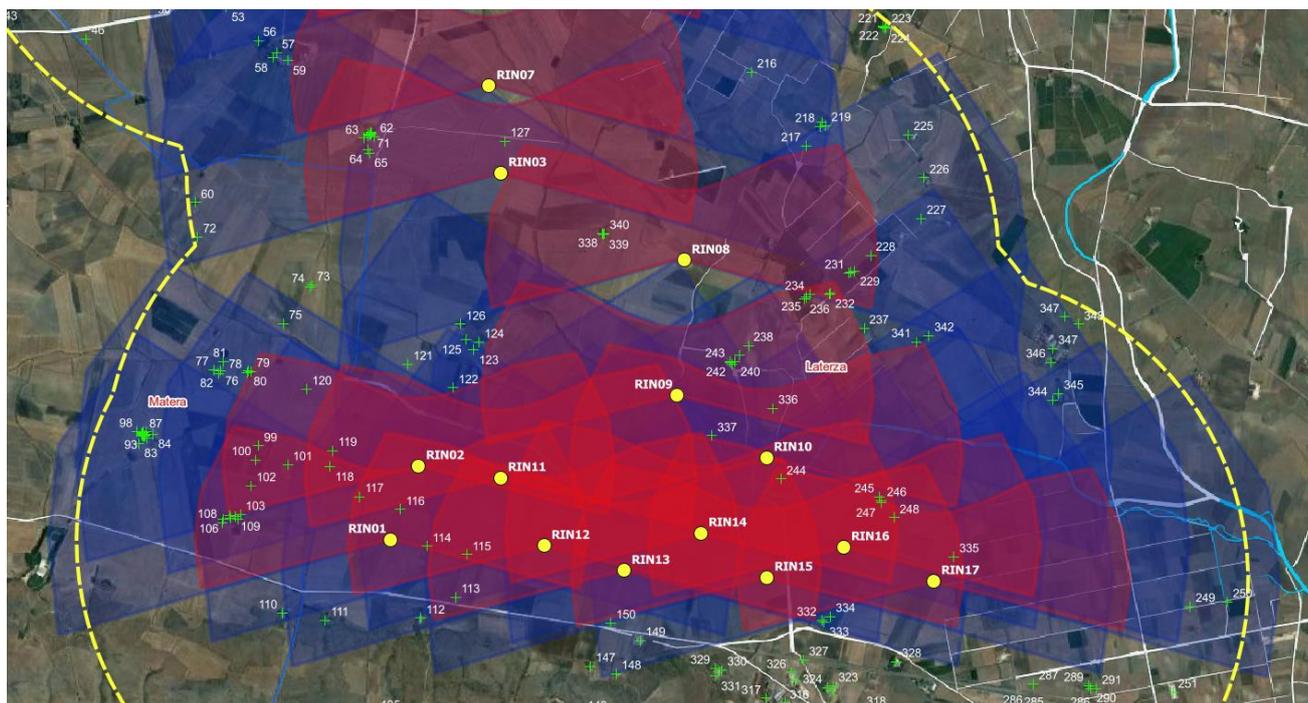


Figura 4-6: Effetto delle turbine RI05-04-06-07



**Figura 4-7: Effetto delle turbine RIN 03-08-09-10-01-02-11-12-13-14-15-16-17**

Al fine di valutare la percezione dell'effetto flickering sui recettori presenti nell'area a media intensità, ovvero quelli presenti all'interno dell'**area rossa** è stata elaborata la seguente tabella che ha consentito di identificare i **recettori sensibili**.

Pertanto una volta individuati i recettori presenti nell'area a effetto flickering di media intensità si è indagata la categoria catastale degli immobili:

ID	COMUNE	FOGLIO	PARTICELLA	CAT. FABBRICATO
79	MATERA	59	178-179-182	E2-F2-A4
99	MATERA	59	180	A3-D10-Bcnc
100	MATERA	59	189	A3-D10-Bcnc
101	MATERA	59	169	A3-D10-Bcnc
102	MATERA	59	175	NON ACCATASTATA
103	MATERA	59	190	D10
104	MATERA	59	210	D10
105	MATERA	59	193	A3-D10
106	MATERA	59	184	D10
107	MATERA	59	194	D10
108	MATERA	59	202	D10
109	MATERA	59	210	D10
113	LATERZA	28	72	D1
114	LATERZA	28	68	C2-F2
115	LATERZA	28	67	F2
116	LATERZA	27	60	C2
117	LATERZA	27	1	NON ACCATASTATA
118	LATERZA	27	59	D1
119	LATERZA	27	61	D1
120	MATERA	59	31	NON ACCATASTATA
127	LATERZA	8	136	F2
154	SANTERAMO IN COLLE	107	405	A2-D10-F02
155	LATERZA	3	166	A7-C2-Bcnc
156	SANTERAMO IN COLLE	107	395	NON ACCATASTATA
156	LATERZA	3	222	C2-F2
157	SANTERAMO IN COLLE	107	384	A3-D10
158	SANTERAMO IN COLLE	107	381	A3-C6
159	SANTERAMO IN COLLE	107	377	A3-C6
161	SANTERAMO IN COLLE	107	376	C2
162	SANTERAMO IN COLLE	107	338	NON ACCATASTATA
163	LATERZA	1	212	C2
164	LATERZA	1	127	NON ACCATASTATA
165	LATERZA	1	250	D10
166	LATERZA	1	322	F2
168	LATERZA	1	278	C2
170	LATERZA	1	82	A7-C6
171	LATERZA	1	262	A3
172	LATERZA	1	128	NON ACCATASTATA
173	LATERZA	1	324-323	F2
174	LATERZA	1	280	F2
175	LATERZA	1	282	F2
176	LATERZA	1	281-283	F2
177	LATERZA	1	184	F1-C2
178	LATERZA	1	299	F2
179	LATERZA	1	279	F2
180	LATERZA	1	273	F2
181	LATERZA	1	274	F2
182	LATERZA	2	73	A4-C2-Bcnc
183	LATERZA	10	94	A3-D10
184	LATERZA	10	125	D10-F6
185	LATERZA	10	124	D10-F6
186	LATERZA	10	99	D10
187	LATERZA	10	98	D10
188	LATERZA	10	97	D10
189	LATERZA	10	10	NON ACCATASTATA
190	LATERZA	10	96	C3
191	LATERZA	3	171	C2-F2
192	LATERZA	3	185	A4-C2
193	LATERZA	3	210	F2
194	LATERZA	3	205	F2
195	LATERZA	2	82	F2
196	LATERZA	3	44	NON ACCATASTATA
197	LATERZA	3	83	NON ACCATASTATA
198	LATERZA	3	92	NON ACCATASTATA
199	LATERZA	3	93	NON ACCATASTATA
200	LATERZA	2	3	NON ACCATASTATA
201	LATERZA	3	178	F2
202	LATERZA	3	195	A4-C2-C6
204	LATERZA	2	79	A3-D10-F2-Bcnc
205	LATERZA	2	80	D10-F2-Bcnc
206	LATERZA	2	75	F2
207	LATERZA	2	74	F2
208	LATERZA	2	72-76	NON ACCATASTATA
209	LATERZA	3	169	A3-C2
210	LATERZA	3	173-174	C02-A3
228	LATERZA	21	152	D1
229	LATERZA	21	151	D1
230	LATERZA	21	140	C2
231	LATERZA	21	139	C2
232	LATERZA	20	23	NON ACCATASTATA
233	LATERZA	20	24	NON ACCATASTATA
234	LATERZA	20	18	NON ACCATASTATA
235	LATERZA	20	79	NON ACCATASTATA
236	LATERZA	20	17	NON ACCATASTATA
238	LATERZA	20	49	NON ACCATASTATA
239	LATERZA	20	48	NON ACCATASTATA
240	LATERZA	20	97	F2
241	LATERZA	20	95	F2
242	LATERZA	20	120-122	F6
243	LATERZA	20	121	F6
244	LATERZA	30	23	NON ACCATASTATA
245	LATERZA	31	334	F2
246	LATERZA	31	335	F2
247	LATERZA	31	326	C2
248	LATERZA	31	337	F3
335	LATERZA	31	294	C2
336	LATERZA	30	8	NON ACCATASTATA
337	LATERZA	29	25	NON ACCATASTATA
338	LATERZA	18	78	F2
339	LATERZA	18	15	NON ACCATASTATA
340	LATERZA	18	2	NON ACCATASTATA

**Figura 4-7: Categoria catastale dei recettori all'interno dell'area a effetto flickering di media intensità.**

Dalla tabella sopra riportata si evince che gli immobili classificati di cat. catastale da A/1 a A/10 sono 11, precisamente **ID: 33-34-79-99-100-101-105-154-155-157-158-159-170-171-202-204**, posti a distanze tra i 500m e 1000 m. I ricettori **ID 181-182** sono posti ad una distanza, rispettivamente di 207m e 470m.

Tuttavia **i dati non sono accessibili alla Società proponente. Tali attività, pertanto sono espletabili dal Comune ovvero dalla Regione, in quanto titolati a dette verifiche.**

Qualora tali ulteriori verifiche dovessero dare un esito positivo, si provvederà ad un'analisi più dettagliata.

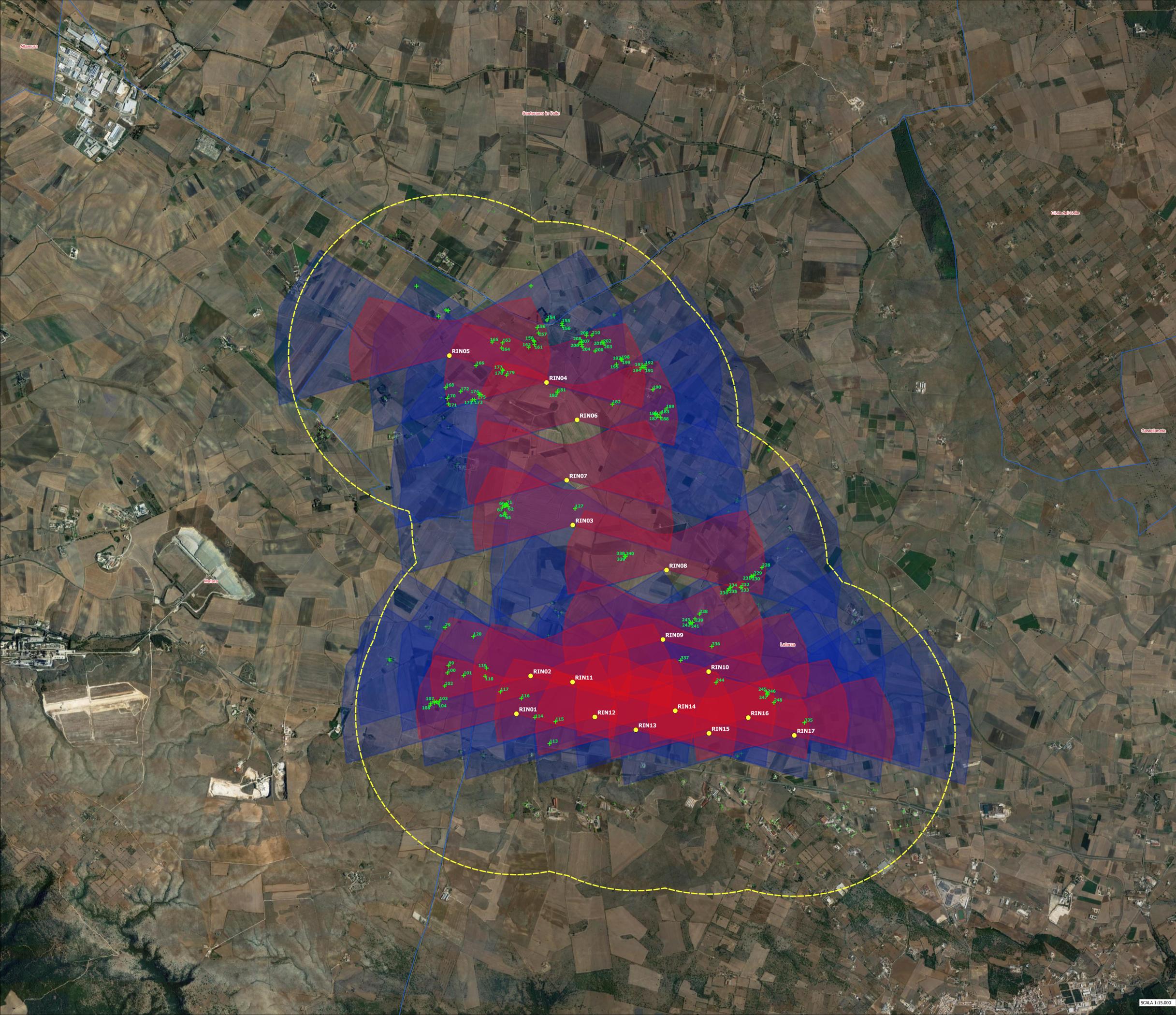
Ad ogni modo, ad ulteriore garanzia delle condizioni di sicurezza desunte dalle analisi, si può considerare che:

- ❖ i recettori sensibili sono tutti ubicati a distanza superiori ai 200 m rispetto alle turbine (così come indicato dal DM10/2010);
- ❖ le turbine eoliche non sono funzionanti per tutte le ore dell'anno;
- ❖ in molte ore all'anno, il sole è oscurato e non genera ombra diretta;
- ❖ molte delle ore di luce analizzate corrispondono a frazioni della giornata poco attive da parte delle attività antropiche (primissime ore mattutine).

## 5. ALLEGATI



- IMPIANTO\_LATERZA
- WTC Laterza\_1
- Ricettori
- Buffer 200m
- confini comunali



- IMPIANTO\_LATERZA
- WTC Laterza\_1
- Puntatori
- Buffer 200m\_Units
- Flickering\_basse entità
- Flickering\_medie entità
- Flickering\_alte entità
- confini comunali

ID	COMUNE	FOGLIO	PARTICELLA	CAT. FABBRICATO
79	MATERA	59	178-179-182	E2-F2-A4
99	MATERA	59	180	A3-D10-Bcnc
100	MATERA	59	189	A3-D10-Bcnc
101	MATERA	59	169	A3-D10-Bcnc
102	MATERA	59	175	NON ACCATASTATA
103	MATERA	59	190	D10
104	MATERA	59	210	D10
105	MATERA	59	193	A3-D10
106	MATERA	59	184	D10
107	MATERA	59	194	D10
108	MATERA	59	202	D10
109	MATERA	59	210	D10
113	LATERZA	28	72	D1
114	LATERZA	28	68	C2-F2
115	LATERZA	28	67	F2
116	LATERZA	27	60	C2
117	LATERZA	27	1	NON ACCATASTATA
118	LATERZA	27	59	D1
119	LATERZA	27	61	D1
120	MATERA	59	31	NON ACCATASTATA
127	LATERZA	8	136	F2
154	SANTERAMO IN COLLE	107	406	A2-D10-F02
155	LATERZA	9	166	A7-C2-Bcnc
156	SANTERAMO IN COLLE	107	395	NON ACCATASTATA
156	LATERZA	9	222	C2-F2
157	SANTERAMO IN COLLE	107	384	A3-D10
158	SANTERAMO IN COLLE	107	381	A3-C6
159	SANTERAMO IN COLLE	107	377	A3-C6
161	SANTERAMO IN COLLE	107	376	C2
162	SANTERAMO IN COLLE	107	338	NON ACCATASTATA
163	LATERZA	1	212	C2
164	LATERZA	1	127	NON ACCATASTATA
165	LATERZA	1	250	D10
166	LATERZA	1	322	F2
168	LATERZA	1	278	C2
170	LATERZA	1	82	A7-C6
171	LATERZA	1	262	A3
172	LATERZA	1	128	NON ACCATASTATA
173	LATERZA	1	324-323	F2
174	LATERZA	1	280	F2
175	LATERZA	1	282	F2
176	LATERZA	1	281-283	F2
177	LATERZA	1	184	F1-C2
178	LATERZA	1	299	F2
179	LATERZA	1	279	F2
180	LATERZA	1	273	F2
181	LATERZA	1	274	F2
182	LATERZA	2	73	A4-C2-Bcnc
183	LATERZA	10	94	A3-D10
184	LATERZA	10	125	D10-F6
185	LATERZA	10	124	D10-F6
186	LATERZA	10	98	D10
187	LATERZA	10	98	D10
188	LATERZA	10	97	D10
189	LATERZA	10	10	NON ACCATASTATA
190	LATERZA	10	96	C3
191	LATERZA	3	171	C2-F2
192	LATERZA	3	185	A4-C2
193	LATERZA	3	210	F2
194	LATERZA	3	205	F2
195	LATERZA	2	82	F2
196	LATERZA	3	44	NON ACCATASTATA
197	LATERZA	3	83	NON ACCATASTATA
198	LATERZA	3	92	NON ACCATASTATA
199	LATERZA	3	93	NON ACCATASTATA
200	LATERZA	2	3	NON ACCATASTATA
201	LATERZA	3	178	F2
202	LATERZA	3	195	A4-C2-C6
204	LATERZA	2	79	A3-D10-F2-Bcnc
205	LATERZA	2	80	D10-F2-Bcnc
206	LATERZA	2	75	F2
207	LATERZA	2	74	F2
208	LATERZA	2	72-76	NON ACCATASTATA
209	LATERZA	3	169	A3-C2
210	LATERZA	3	173-174	C02-A3
228	LATERZA	21	152	D1
229	LATERZA	21	151	D1
230	LATERZA	21	140	C2
231	LATERZA	21	139	C2
232	LATERZA	20	23	NON ACCATASTATA
233	LATERZA	20	24	NON ACCATASTATA
234	LATERZA	20	18	NON ACCATASTATA
235	LATERZA	20	79	NON ACCATASTATA
236	LATERZA	20	17	NON ACCATASTATA
238	LATERZA	20	49	NON ACCATASTATA
239	LATERZA	20	48	NON ACCATASTATA
240	LATERZA	20	97	F2
241	LATERZA	20	95	F2
242	LATERZA	20	120-122	F6
243	LATERZA	20	121	F6
244	LATERZA	30	23	NON ACCATASTATA
245	LATERZA	31	334	F2
246	LATERZA	31	335	F2
247	LATERZA	31	326	C2
248	LATERZA	31	337	F3
335	LATERZA	31	294	C2
336	LATERZA	30	8	NON ACCATASTATA
337	LATERZA	29	25	NON ACCATASTATA
338	LATERZA	18	78	F2
339	LATERZA	18	15	NON ACCATASTATA
340	LATERZA	18	2	NON ACCATASTATA