

REGIONE PUGLIA

Provincia di LECCE



Comune Copertino



Comune Leverano



Comune NARDO'



Comune Salice Salentino



Comune Veglie



PROGETTO DEFINITIVO PER LA REALIZZAZIONE DI UN IMPIANTO EOLICO DENOMINATO "CE NARDO" COSTITUITO DA 5 AEROGENERATORI CON POTENZA COMPLESSIVA DI 33 MW E RELATIVE OPERE DI CONNESSIONE ALLA R.T.N.

Studio degli effetti di SHADOW-FLICKERING

ELABORATO

PR20

PROPONENTE:

AEI WIND PROJECT III S.R.L.

P.I. 16805251002
Via Vincenzo Bellini,
22 00198 Roma



AEI WIND PROJECT III S.R.L.

Via Vincenzo Bellini, 22
00198 Roma (RM)

pec: aeiwind-terza@legalmail.it

CONSULENZA:

Dott.ssa Elisabetta NANNI

Dott. Ing. Rocco CARONE

Dott. Agr. For. Mario STOMACI

Dott. Geol. Michele VALERIO

PROGETTISTI:



Via Caduti di Nassiriya 55
70124 Bari (BA)

e-mail: atechsrl@libero.it
pec: atechsrl@legalmail.it

DIRETTORE TECNICO

Dott. Ing. Orazio TRICARICO

Ordine ingegneri di Bari n. 4985



Dott. Ing. Alessandro ANTEZZA

Ordine ingegneri di Bari n. 10743



0	DICEMBRE 2022	C.C. - V.D.P.	A.A.	O.T.	Progetto definitivo
EM./REV.	DATA	REDATTO	VERIFICATO	APPROVATO	DESCRIZIONE

Consulenza: **Atech srl**

Proponente: **AEI WIND PROJECT III Srl**

PROGETTO DEFINITIVO

Progetto definitivo per la realizzazione di un impianto eolico denominato
"CE Nardò" costituito da 5 turbine con una potenza complessiva di
33 MW e relative opere di connessione alla R.T.N.

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



Elaborato: **Studio degli effetti di Shadow-Flickering**

Rev. 0 – Dicembre 2022

Pagina 1 di 14

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 WTG 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

Il progetto in oggetto consiste nella realizzazione di **parco eolico di potenza complessiva pari a 33 MW e relative opere di connessione alla RTN da realizzare nei comuni di Nardò, Salice Salentino, Veglie, Leverano e Copertino (Provincia di Lecce, in Regione Puglia).**



Figura 2-1: Inquadramento intervento di area vasta

Il layout dell'impianto è costituito da **5 turbine eoliche** ciascuna avente **diametro rotore fino a 170 m e altezza al mozzo fino a 135 metri**, ciascuna aventi **potenza massima pari a 6,6 MW**.

L'energia prodotta dagli aerogeneratori sarà raccolta dalla cabina di consegna d'impianto, dotata di trasformatore MT/AT, da realizzarsi nei pressi della futura stazione di consegna Terna ubicata nel territorio del comune di Nardò (LE – Regione Puglia).

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.

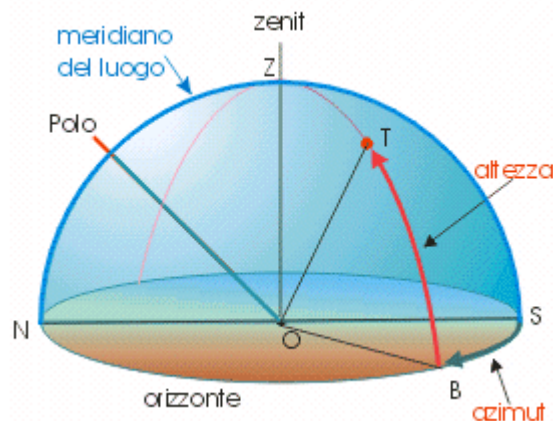


Figura 3-1: Individuazione dell'altezza e dell'azimut

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.



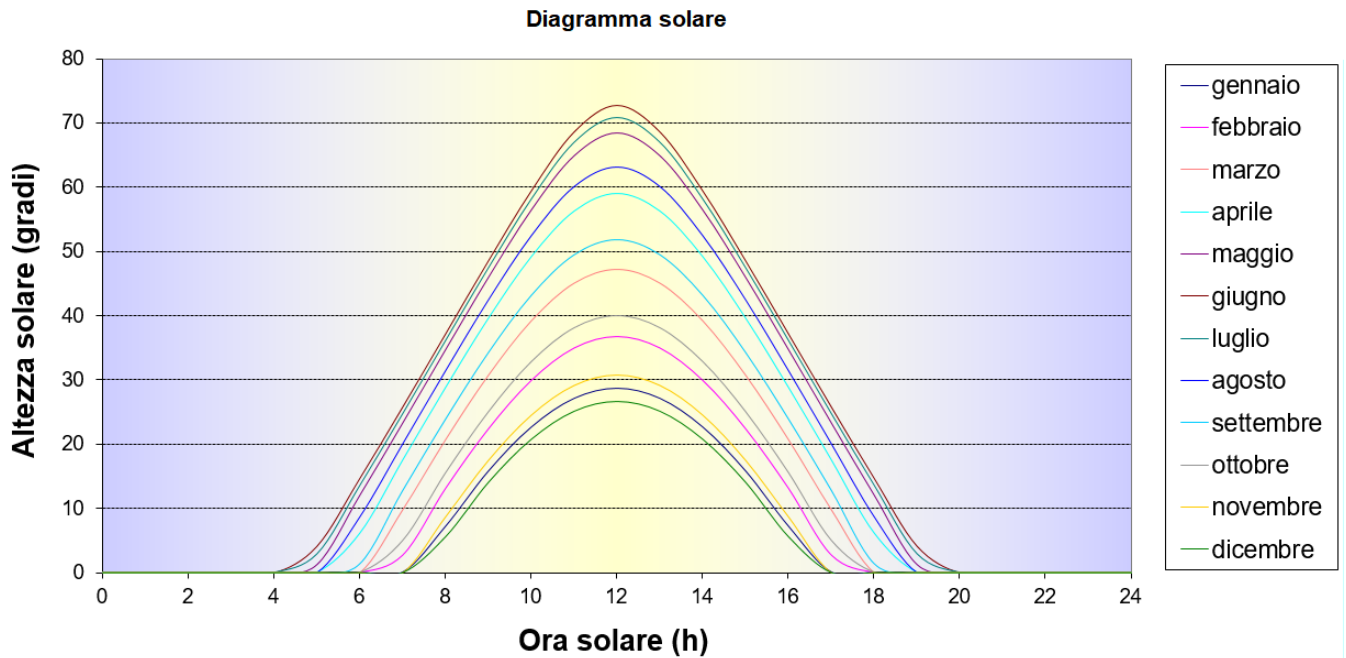


Figura 4-1: Diagramma solare della zona di Lecce

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.

Diagramma Obreggiamento

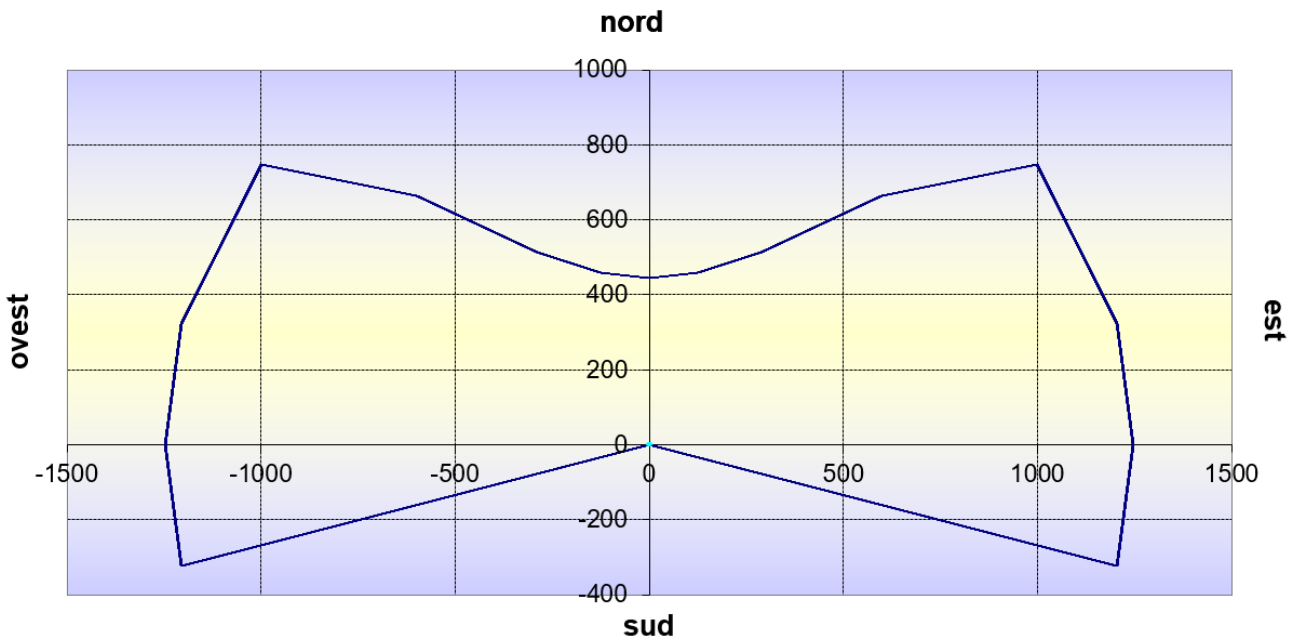


Figura 4-2: Diagramma di ombreggiamento della zona di Lecce (angolo limite 10°)

Diagramma Obreggiamento

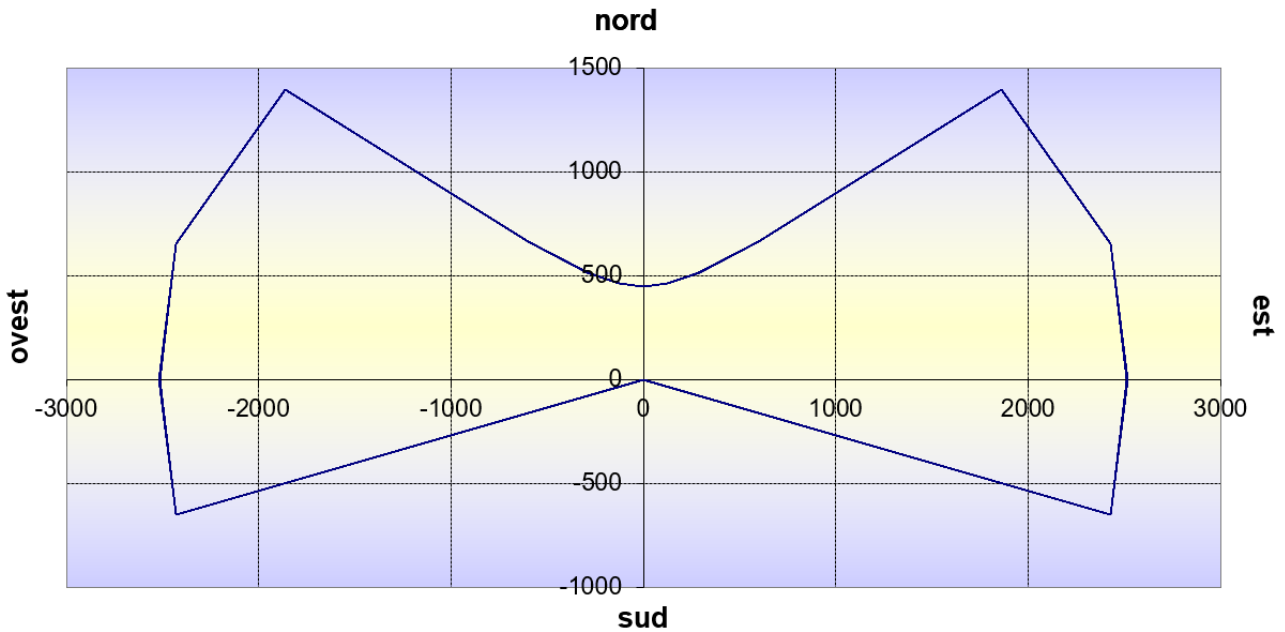


Figura 4-3: Diagramma di ombreggiamento della zona di Lecce (angolo limite 5°)

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 2,2 km di raggio da ciascuna WTG, ovvero 10 volte l'altezza complessiva.



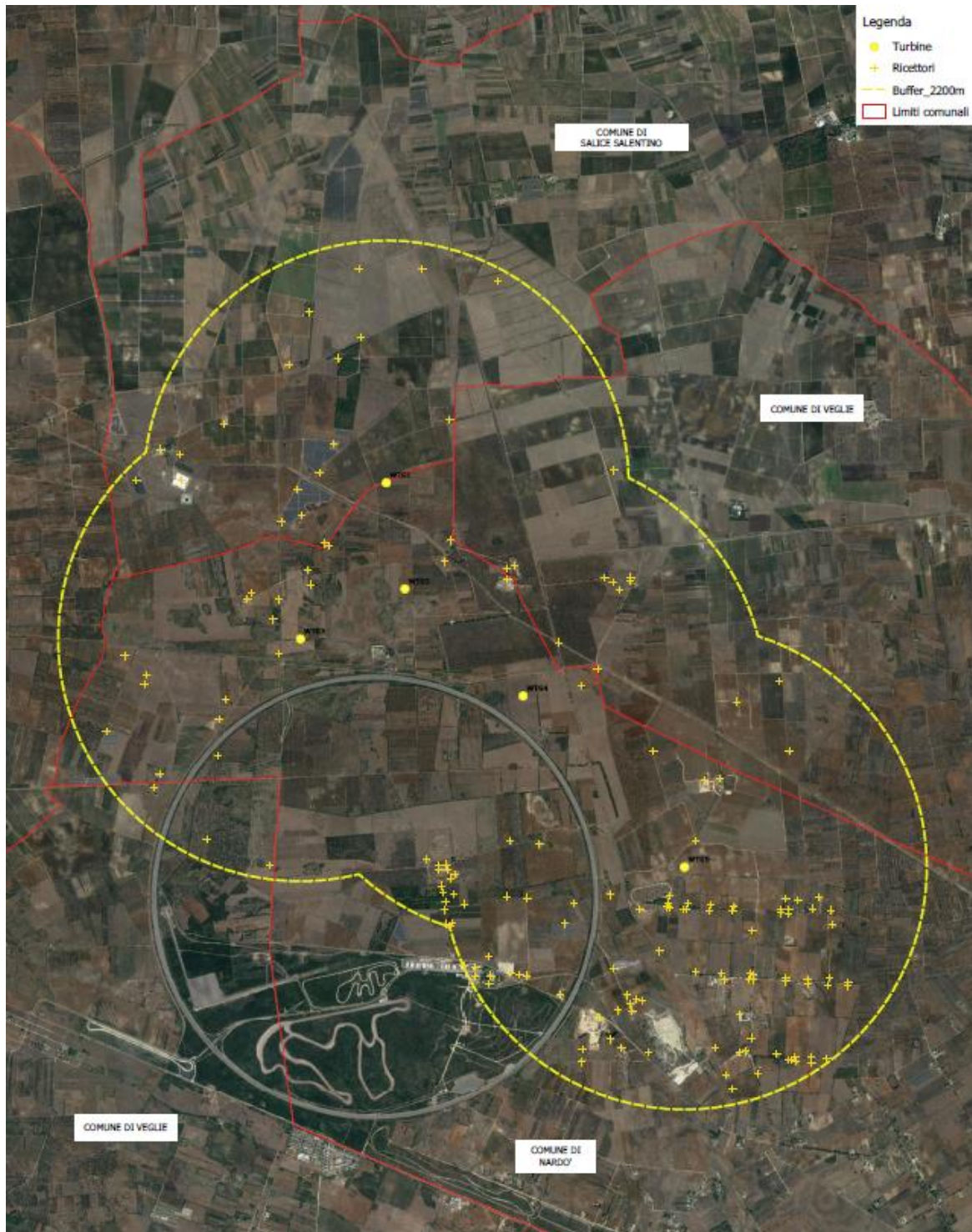


Figura 4-4: Individuazione dei ricettori sensibili nell'area di indagine

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.

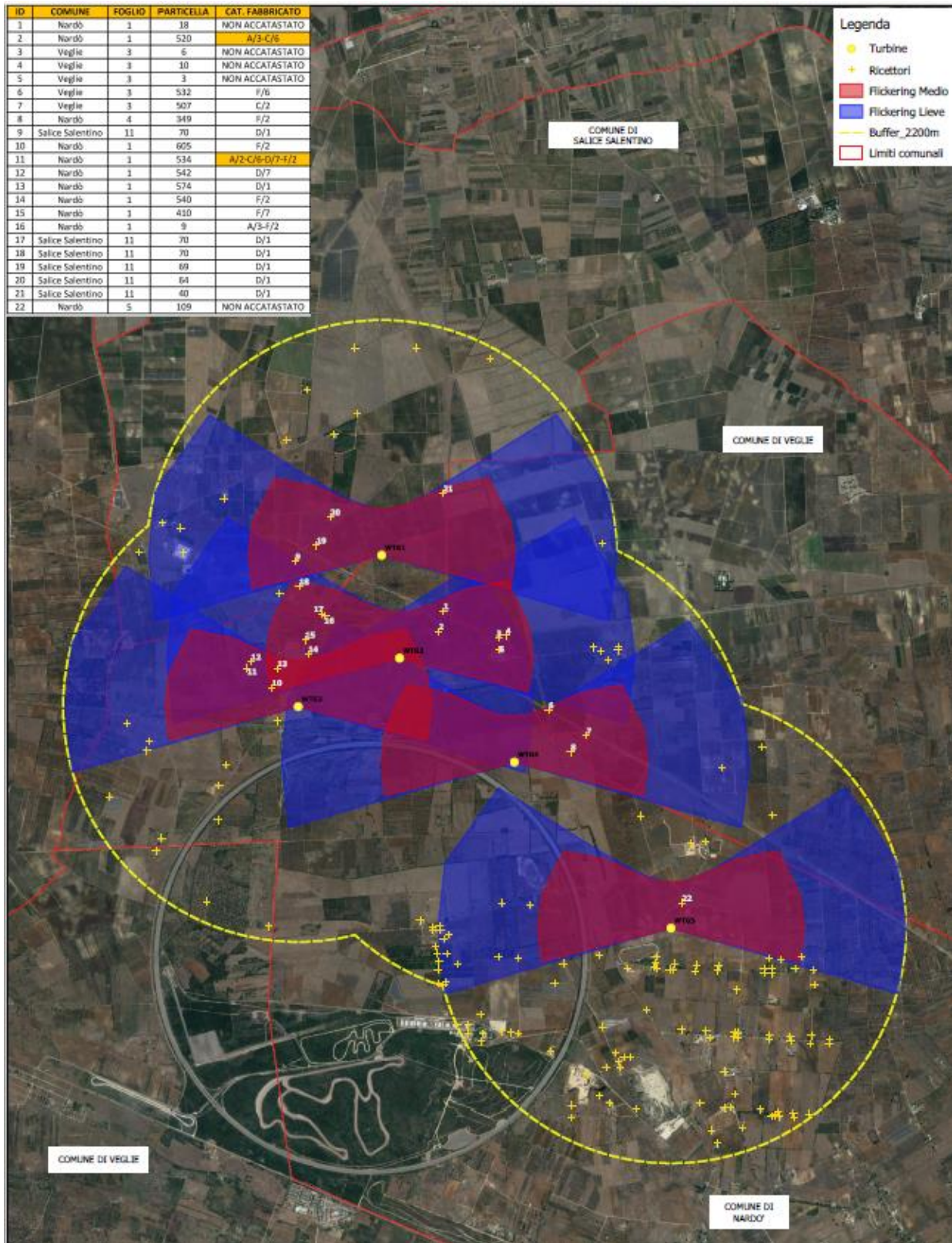


Figura 4-5: Evoluzione dell'ombra nell'area di indagine

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.

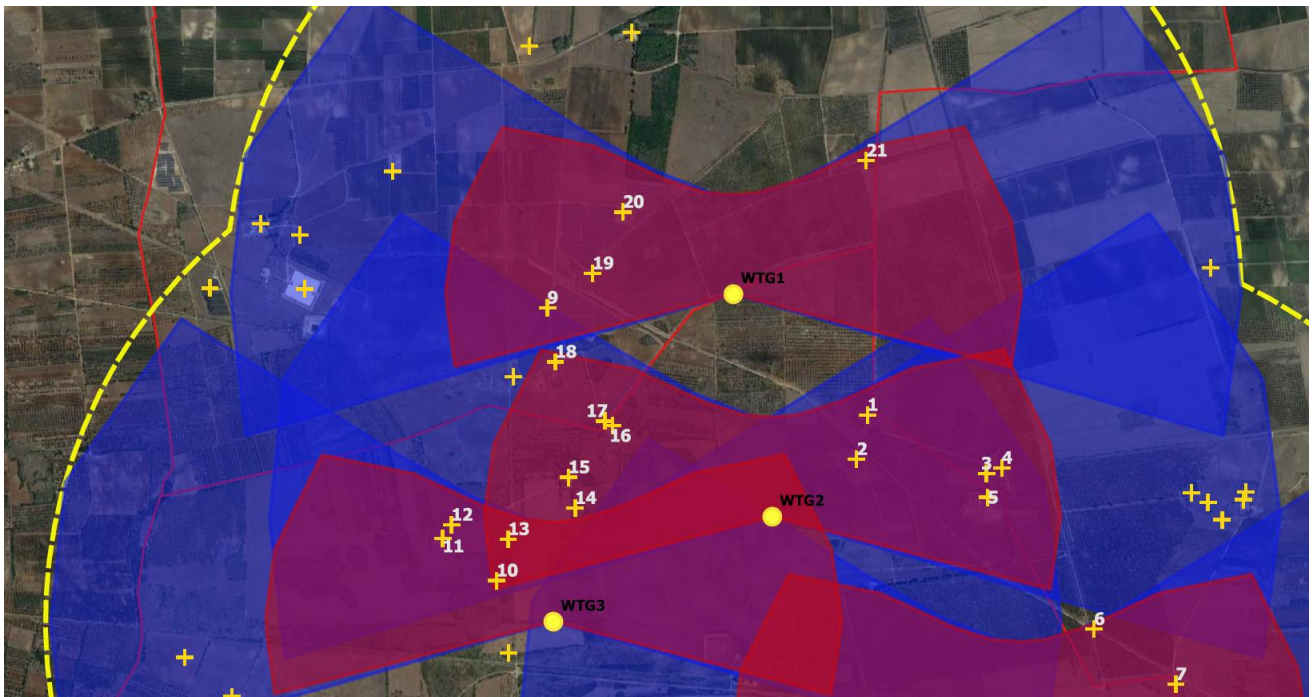


Figura 4-6: Effetto delle turbine WTG01-02-03

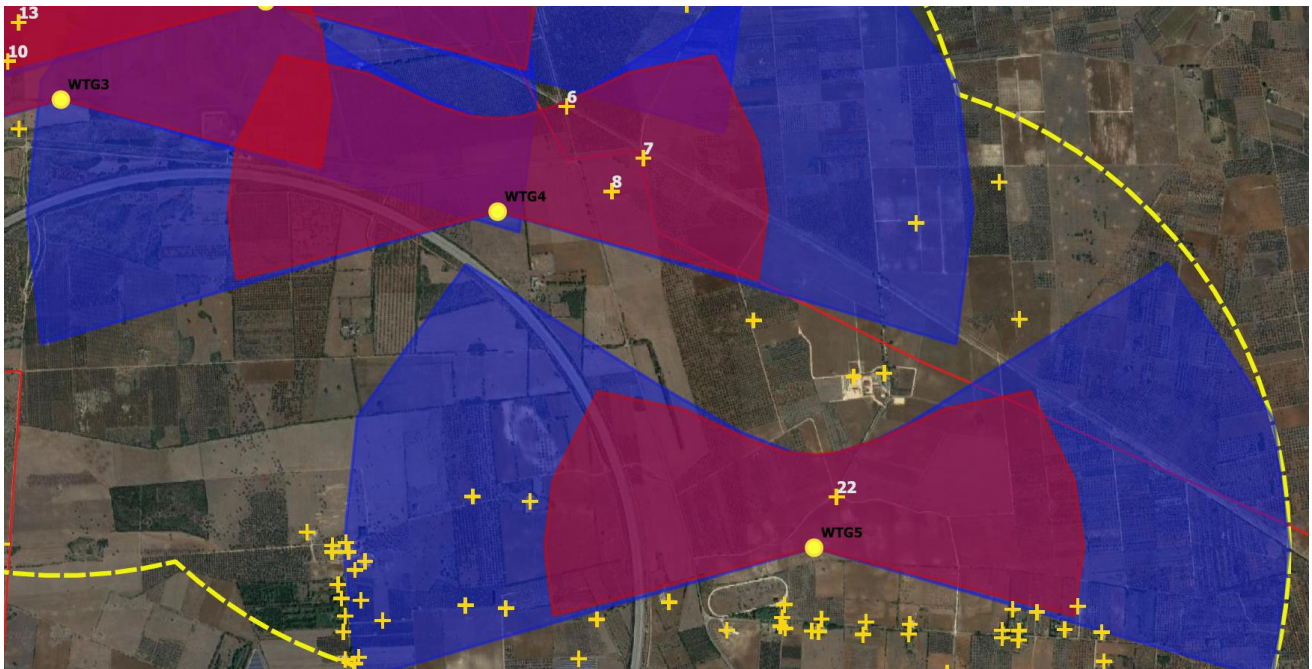


Figura 4-7: Effetto delle turbine WTG05-06

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
1	Nardò	1	18	NON ACCATASTATO
2	Nardò	1	520	A/3-C/6
3	Veglie	3	6	NON ACCATASTATO
4	Veglie	3	10	NON ACCATASTATO
5	Veglie	3	3	NON ACCATASTATO
6	Veglie	3	532	F/6
7	Veglie	3	507	C/2
8	Nardò	4	349	F/2
9	Salice Salentino	11	70	D/1
10	Nardò	1	605	F/2
11	Nardò	1	534	A/2-C/6-D/7-F/2
12	Nardò	1	542	D/7
13	Nardò	1	574	D/1
14	Nardò	1	540	F/2
15	Nardò	1	410	F/7
16	Nardò	1	9	A/3-F/2
17	Salice Salentino	11	70	D/1
18	Salice Salentino	11	70	D/1
19	Salice Salentino	11	69	D/1
20	Salice Salentino	11	64	D/1
21	Salice Salentino	11	40	D/1
22	Nardò	5	109	NON ACCATASTATO

Figura 4-8: 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 risultano solo due i ricettori, precisamente **R2 ed R11**, posti rispettivamente a circa 450 m e 530 m.

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;



Consulenza: **Atech srl**

Proponente: **AEI WIND PROJECT III Srl**

PROGETTO DEFINITIVO

*Progetto definitivo per la realizzazione di un impianto eolico denominato
"CE Nardò" costituito da 5 turbine con una potenza complessiva di
33 MW e relative opere di connessione alla R.T.N.*

- ❖ molte delle ore di luce analizzate corrispondono a frazioni della giornata poco attive da parte delle attività antropiche (primissime ore mattutine).

5. ALLEGATI



Elaborato: **Studio degli effetti di Shadow-Flickering**

Rev. 0 – Dicembre 2022

Pagina 14 di 14

- Legenda
- Turbine
 - + Ricettori
 - - - Buffer_2200m
 - Limiti comunali

COMUNE DI
SALICE SALENTINO

COMUNE DI
VEGLIE

COMUNE DI
VEGLIE

COMUNE DI
NARDO'

SCALA 1:30.000

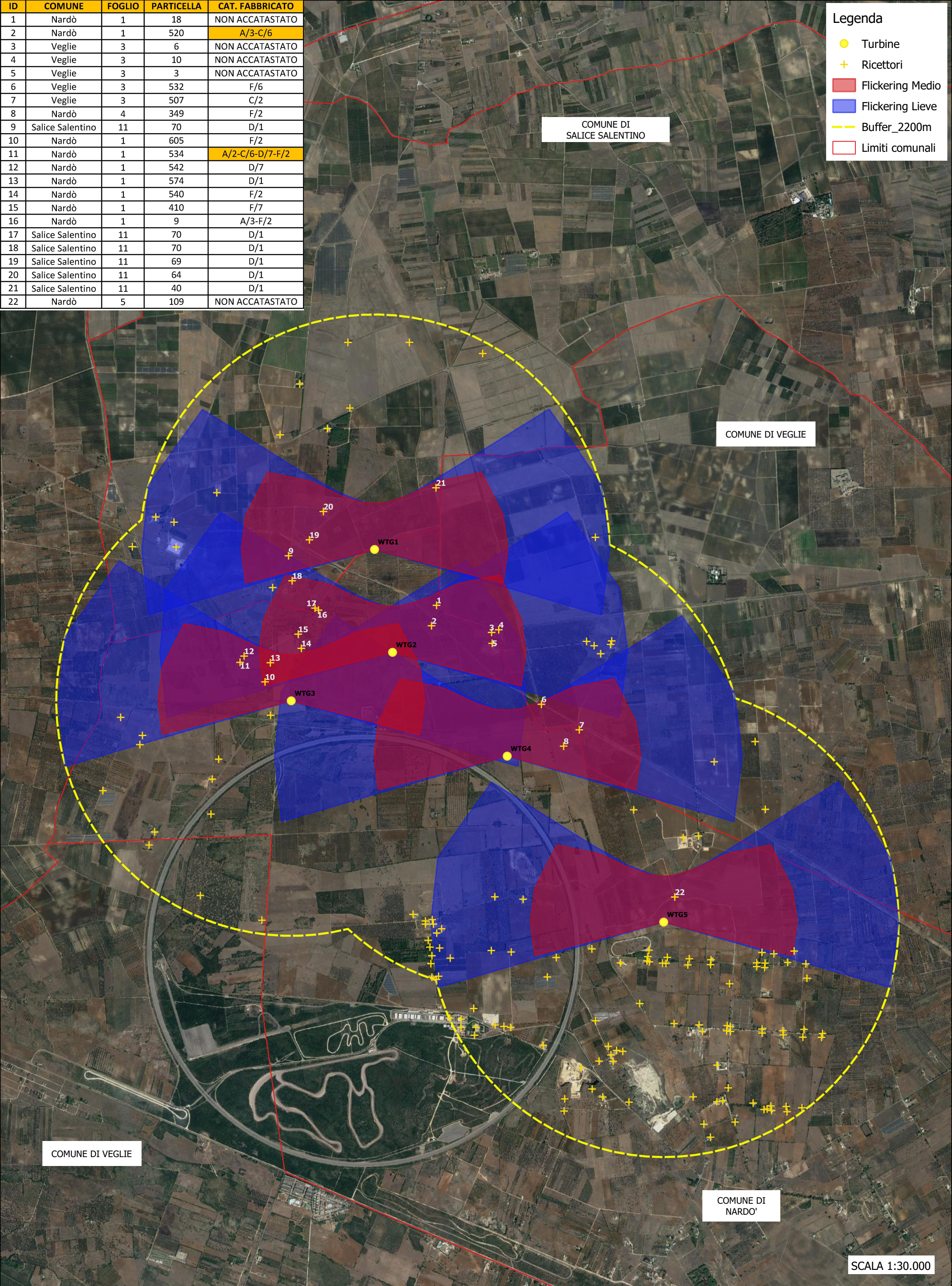
PROGETTO DEFINITIVO PER LA REALIZZAZIONE DI UN IMPIANTO EOLICO DENOMINATO "CE NARDO" COSTITUITO DA 5 AEROGENERATORI CON POTENZA COMPLESSIVA DI 33 MW E RELATIVE OPERE DI CONNESSIONE ALLA R.T.N.

Allegato Grafico
STUDIO DEGLI EFFETTI DI SHADOW FLICKERING

ALL01

ID	COMUNE	FOGLIO	PARTICELLA	CAT. FABBRICATO
1	Nardò	1	18	NON ACCATASTATO
2	Nardò	1	520	A/3-C/6
3	Veglie	3	6	NON ACCATASTATO
4	Veglie	3	10	NON ACCATASTATO
5	Veglie	3	3	NON ACCATASTATO
6	Veglie	3	532	F/6
7	Veglie	3	507	C/2
8	Nardò	4	349	F/2
9	Salice Salentino	11	70	D/1
10	Nardò	1	605	F/2
11	Nardò	1	534	A/2-C/6-D/7-F/2
12	Nardò	1	542	D/7
13	Nardò	1	574	D/1
14	Nardò	1	540	F/2
15	Nardò	1	410	F/7
16	Nardò	1	9	A/3-F/2
17	Salice Salentino	11	70	D/1
18	Salice Salentino	11	70	D/1
19	Salice Salentino	11	69	D/1
20	Salice Salentino	11	64	D/1
21	Salice Salentino	11	40	D/1
22	Nardò	5	109	NON ACCATASTATO

- Legenda**
- Turbine
 - + Ricettori
 - █ Flickering Medio
 - █ Flickering Lieve
 - - - Buffer_2200m
 - ▭ Limiti comunali



COMUNE DI VEGLIE

COMUNE DI SALICE SALENTINO

COMUNE DI VEGLIE

COMUNE DI NARDO'

SCALA 1:30.000

PROGETTO DEFINITIVO PER LA REALIZZAZIONE DI UN IMPIANTO EOLICO DENOMINATO "CE NARDO" COSTITUITO DA 5 AEROGENERATORI CON POTENZA COMPLESSIVA DI 33 MW E RELATIVE OPERE DI CONNESSIONE ALLA R.T.N.

Allegato Grafico
STUDIO DEGLI EFFETTI DI SHADOW FLICKERING

ALL02