



REGIONE EMILIA ROMAGNA  
PROVINCIA DI PARMA  
COMUNE DI BORGO VAL DI TARO



PROGETTO PER LA REALIZZAZIONE  
DEL PARCO EOLICO  
"MONTE CROCE DI FERRO"

Potenza complessiva 30 MW

PROGETTO DEFINITIVO  
DELL'IMPIANTO, DELLE OPERE CONNESSE E DELLE  
INFRASTRUTTURE INDISPENSABILI



STUDIO OMBREGGIAMENTO  
E SHADOW FLICKERING

COMMITTENTE

**BORGOTARO  
WIND**

**Piazza del Grano 3  
39100 Bolzano, Italia**

GRUPPO DI LAVORO

Ing. GIUSEPPE STEFANINI: progettista opere civili, idrauliche e calcoli strutturali

Ing. PIETRO RICCIARDINI (GEOTECH srl): progettista opere elettriche e sottostazione

Ing. GIULIO BARTOLI, Dott. Geol. STEFANO MANTOVANI (MMA srl): SIA, studi paesaggistici, relazioni specialistiche, studio geologico geotecnico, studio di impatto acustico, simulazioni fotografiche

Dott.ssa. MARIA GRAZIA LISENO (NOSTOI srl): studio archeologico

Prof. DINO SCARAVELLI (Coop. S.T.E.R.N.A.): relazione faunistica, piano di monitoraggio faunistico, avifaunistico e chiroterri, relazione floristico-vegetazionale

Arch. LUCIANO SERCHIA: consulente paesaggistico

Arch. STEFANO BOTTI (ABACUS sas) geom. CESARE SCHIATTI (STUDIO ARCO srl): rilievi aerofotogrammetrici e GNSS, documentazioni fotografiche da drone e da terra

Arch. MATTEO MASCIA: modellazione tridimensionale e renderizzazione fotorealistica

Dott. ENRICO CIRCELLI: consulenza micologica

Dott. Forestale FRANCESCO MARIOTTI: progettista interventi forestali compensativi

SCALA:

FIRME



*Bartoli Giulio*



Rev.	Descrizione	Redatto	Verificato	Approvato	Data
00	Prima emissione	Bertani	Mantovani	Piovatucci A.	Marzo 2022
01	Integrazione nota ARPAE SAC Parma Prot. n. 203102/2022 del 12/12/2022	Bertani	Mantovani	Piovatucci A.	Marzo 2023



**REGIONE EMILIA ROMAGNA**

**Comune di Borgo Val di Taro (Parma)**

**BORGOTAROWIND**

**Borgotaro Wind Srl**

Piazza del Grano 3, Bolzano, P.IVA e Cod. Fisc. 03127880213

**PROGETTO DEL  
PARCO EOLICO “MONTE CROCE DI FERRO”,  
DELLE OPERE CONNESSE E  
DELLE INFRASTRUTTURE INDISPENSABILI**

**RS-7 STUDIO OMBREGGIAMENTO E SHADOW FLICKERING**

Revisione 01 d.d. marzo 2023



## INDICE

1	PREMESSA .....	3
2	CENNI SUL FENOMENTO DELLO SHADOW FLICKERING .....	3
3	CALCOLO DELLE FREQUENZE DI FLICKERING .....	3
4	ANALISI DI OMBREGGIAMENTO .....	4
5	CONCLUSIONI .....	6



## 1 PREMESSA

Il presente elaborato è stato redatto al fine di recepire le integrazioni richieste con nota prot. 203102/2022, trasmessa in data 12/12/2022, da parte di ARPAE Servizio Autorizzazioni e Concessioni di Parma e nota prot. 8492/4.2, trasmessa in data 5/12/2022 e le richieste di modifica e integrazione richieste da SNAM SpA al punto 2:

### **Aerogeneratore BT2 – Tavola PA-Tav. 12.8:**

*L'asse dell'aerogeneratore è posizionato oltre la fascia di sicurezza/servitù ma la proiezione della pala ricade all'interno di detta fascia e quindi in condizioni inaccettabili. Per ricondurre nella condizione di cui all'installazione BT1 è necessario che il progetto venga aggiornato spostando la proiezione della pala oltre la fascia di sicurezza/servitù;*

Il presente elaborato è stato altresì redatto tenendo in considerazione le modifiche progettuali introdotte rispetto alla proposta progettuale iniziale sottoposta ad iter procedurale di PAUR e che sono meglio descritte nell'elaborato RI-R.0 nelle premesse.

Su incarico conferito da “Borgotaro Wind S.r.l.” in merito alla realizzazione del parco eolico “Monte Croce di Ferro” situato in località Borgo Val di Taro, è stata predisposta un'apposita relazione con lo scopo di valutare il fenomeno dello “*shadow flickering*” relativo alla realizzazione del parco.

## 2 CENNI SUL FENOMENTO DELLO SHADOW FLICKERING

Lo “*shadow flickering*” è l'espressione più comunemente impiegata per descrivere l'effetto di lampeggiamento delle ombre proiettate dalle pale rotanti degli aerogeneratori nel caso di illuminazione diretta. Il fenomeno si traduce semplicemente in una variazione alternata di luce ed ombre, simile a quello che si verificherebbe in seguito alla variazione di intensità luminosa di una lampada ad incandescenza a causa di continui sbalzi della tensione della rete di alimentazione elettrica. Si sottolinea come il fenomeno risulta completamente assente sia quando il sole è oscurato, sia in assenza di vento in condizione di pale ferme.

Da letteratura si riscontra come le frequenze critiche che possono provocare fastidio sono quelle comprese fra i 2.5 e 20 Hz (Verkuijlen and Westre, 1984) mentre studi più recenti (G. Harding et al.: “Wind turbines, flicker, and photosensitive epilepsy: Characterizing the flashing that may precipitate seizures and optimizing guidelines to prevent them”, 4 aprile 2008) raccomandano una velocità di flickering non superiore ai 3 Hz. Nel presente studio in maniera totalmente cautelativa si prenderà in riferimento il valore di 2.5 Hz, inteso come frequenza massima di illuminazione da tenere in considerazione come valore di non superamento per le seguenti elaborazioni.

## 3 CALCOLO DELLE FREQUENZE DI FLICKERING

Considerando l'utilizzo di un aerogeneratore tripala, si riscontra come la frequenza massima di flickering di 2.5 Hz corrisponda ad una velocità di rotazione di 50 rpm (rotation per minute).

In Figura 3-1 sono contenute le velocità di rotazione per l'aerogeneratore di progetto, sia in condizione di potenza massima (6 MW), sia nel caso di macchina depotenziata (4.2 MW) come utilizzata in configurazione di progetto. In maniera totalmente cautelativa le elaborazioni successive saranno condotte in riferimento alle due diverse configurazioni.



Nominal Sound Power Level (dBA)	Nominal Rotor Speed (rpm)	Nominal Electrical Power (kW)			
		101.0m Hub Height	120.9m Hub Height	150.0m Hub Height	161.0m Hub Height
106.0	9.70	5300, 5500	5300, 5500	5300, 5500	5300, 5500
105.0	9.35	5300	N/A	5300	5300
104.0	9.00	4800, 5100	N/A	4500, 4800, 5100	4500, 4800, 5100
103.0	8.54	4800	4500, 4800	4500, 4800	4500, 4800
102.0	8.20	4650	4500, 4650	4500, 4650	4500, 4650
101.0	7.66	4340	4340	4340	4340
100.0	7.22	4090	4090	4090	4090

Figura 3-1 Velocità di rotazione per l'aerogeneratore di progetto

Si nota come in entrambi i casi la velocità di rotazione risulti nettamente inferiore rispetto il valore critico di 50 rpm (Tabella 3-1), denotando una velocità massima di 9.7 rpm per l'aerogeneratore di 6 MW. L'aerogeneratore depotenziato a 4.2 MW è caratterizzato da una velocità di rotazione ancora minore, pari a 7.66 rpm.

In riferimento alle frequenze di *flickering*, la velocità di 9.7 rpm corrisponde a 0.48 Hz mentre la velocità di 7.66 rpm corrisponde a 0.3684 Hz. Si riscontra come entrambe le frequenze di *flickering* rispettino i valori massimi di non superamento, potenzialmente dannosi per la salute umana (Tabella 3-1).

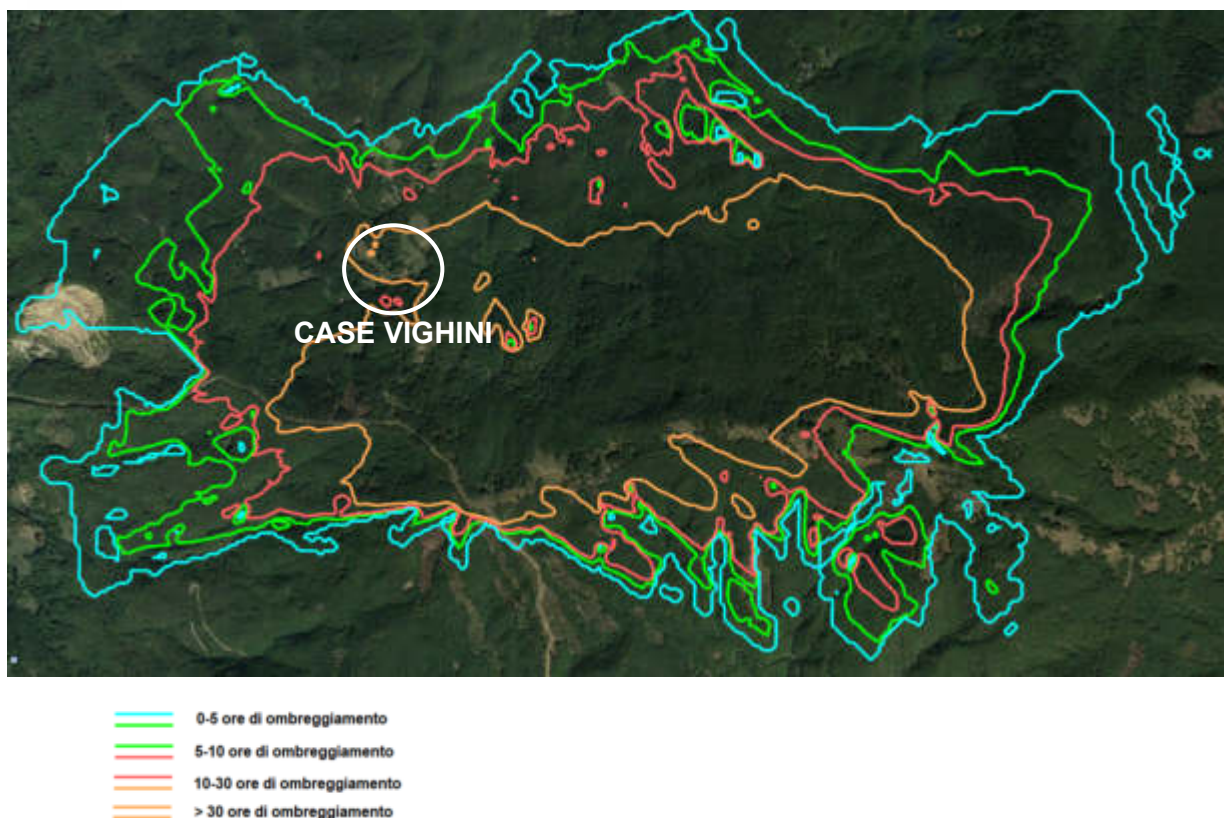
	Potenza	RPM	RPM limite	frequenza di flickering (Hz)	frequenza limite
Aerogen. non depotenziato	6 MW	9.7	50	0.48	2.5
Aerogen. depotenziato (config di progetto)	4.2 MW	7.66	50	0.3684	2.5

Tabella 3-1 Tabella riepilogativa elaborazioni shadow flickering

## 4 ANALISI DI OMBREGGIAMENTO

Anche se le frequenze di *flickering* indotte dagli aerogeneratori di progetto sono notevolmente ridotte e totalmente innocue all'individuo, la presente relazione tecnica ha voluto identificare le aree interessate dalla possibile presenza del fenomeno, dipendenti sia dalle caratteristiche dimensionali delle turbine, sia dalle caratteristiche di insolazione e di ventosità del sito. Le elaborazioni sono state condotte utilizzando il modulo “SHADOW” del software WindPro, in grado di tenere in considerazione tutte le variabili sopra descritte nelle condizioni sito-specifiche. In particolare il programma ha permesso l'identificazione di alcune aree di interesse, quantificate sulla base del parametro ore di ombreggiamento/anno in cui perciò il fenomeno può verificarsi. Si considera inoltre come gli unici edifici residenziali in prossimità degli aerogeneratori (< 1 km) sono costituiti dall'abitato di Case Vighini composto da 16 abitati residenziali, posizionato a 580 m dall'aerogeneratore più vicino (BT01). Da osservazioni sperimentali si riscontra come le zone a maggiore impatto ricadono entro i 300 m di distanza dalle macchine, corrispondente al caso in cui il piano del rotore risulta circa ortogonale alla congiungente recettore-sole e l'ombra proiettata dà origine ad un cerchio di diametro simile al diametro reale del rotore.





**Figura 4-1 Elaborazione shadow flickering**

Dall'osservazione di Figura 4-1 si riscontra come l'abitato di Case Vighini rientra all'interno delle fasce di ombreggiamento di 10-30 ore annue e maggiore di 30 ore annue.

Si riscontra infine come l'abitato risulti quasi completamente coperto e circondato da una fitta vegetazione costituita da bosco ceduo di castagni (Figura 4-2), rendendolo quasi completamente ombreggiato e riducendo notevolmente la visibilità degli aerogeneratori.



**Figura 4-2 fotoinserimento ravvicinato da Case Vighini**



## 5 CONCLUSIONI

Su incarico conferito da “Borgotaro Wind S.r.l.” in merito alla realizzazione del parco eolico “Monte Croce di Ferro”, è stata predisposta un’apposita relazione con lo scopo di valutare il fenomeno dello “*shadow flickering*” nei riguardi della presenza antropica ed abitativa del contesto limitrofo all’area di intervento.

In riferimento alla velocità massima di rotazione degli aerogeneratori di progetto, in via cautelativa ponendosi nel caso di macchina non depotenziata, il fenomeno di *shadow flickering* indotto dalle pale in movimento non costituisce alcun pericolo per la salute umana, causando frequenze di *flickering* nettamente inferiori rispetto quelle dannose e non tollerabili dal corpo umano ( $0.45 < 2.5$ ). In prossimità al sito di impianto si riscontra la presenza del solo abitato di “Case Vighini”, ricadente nelle fasce di ombreggiamento di 10-30 ore annue e maggiore di 30 ore annue.

In corrispondenza dell’abitato, sia in riferimento alla limitata visibilità degli aerogeneratori che all’entità del fenomeno stesso, il fenomeno di *shadow flickering* può quindi considerarsi irrilevante senza costituire alcun pericolo per la salute umana.