

**TITLE:** Relazione sull'analisi di possibili incidenti

**AVAILABLE LANGUAGE:** IT

**“IMPIANTO EOLICO DI 43,4 MW IN LOCALITÀ MONTE SANT’ANTONIO”**

**Comuni di Sindia e Macomer (NU)**

**Progetto Definitivo**

**Relazione sull'analisi di possibili incidenti**

Il Tecnico

Ing. Leonardo Sblendido



File: C21BLN001CWR06401\_Relazione sull'analisi di possibili incidenti

REV.	DATE	DESCRIPTION	PREPARED	VERIFIED	APPROVED
00	30/05/2022	SECONDA EMISSIONE	G. Angarano	M. Barresi	L. Sblendido
00	17/05/2022	PRIMA EMISSIONE	G. Angarano	M. Barresi	L. Sblendido
<b>VALIDATION</b>					
NOME		NOME		NOME	
COLLABORATORS		VERIFIED BY		VALIDATED BY	
PROJECT / PLANT EO SINDIA		INTERNAL CODE <b>C21BLN001CWR06401</b>			
CLASSIFICATION:		COMPANY	UTILIZATION SCOPE		



## INDICE

<b>1</b>	<b>PREMESSA</b>	<b>3</b>
<b>2</b>	<b>COMPONENTI DELL'AEROGENERATORE</b>	<b>8</b>
<b>3</b>	<b>NOZIONI SUL FUNZIONAMENTO DELL'IMPIANTO</b>	<b>11</b>
<b>4</b>	<b>POSSIBILI INCIDENTI</b>	<b>14</b>
4.1	INCIDENTI DI NATURA MECCANICA	15
4.1.1	<i>Rottura delle pale dell'aerogeneratore e/o della torre</i>	15
4.1.2	<i>Rovesciamento completo di torre e/o fondazione</i>	16
4.1.3	<i>Eventi accidentali dovuti alla formazione di ghiaccio</i>	17
4.1.4	<i>Collisione con corpi estranei</i>	18
4.2	INCIDENTI PROVOCATI DA INCENDI	19
<b>5</b>	<b>PROBABILITÀ DI ACCADIMENTO</b>	<b>20</b>

## 1 PREMESSA

La presente relazione, in riferimento al § 7 dell'Allegato 4 del D.M. 10/09/2010, illustra i rischi collegati al funzionamento della centrale per la produzione di energia da fonte eolica proposta da Wind Energy Sindia S.r.l., nei territori comunali di Sindia (NU) e Macomer (NU).

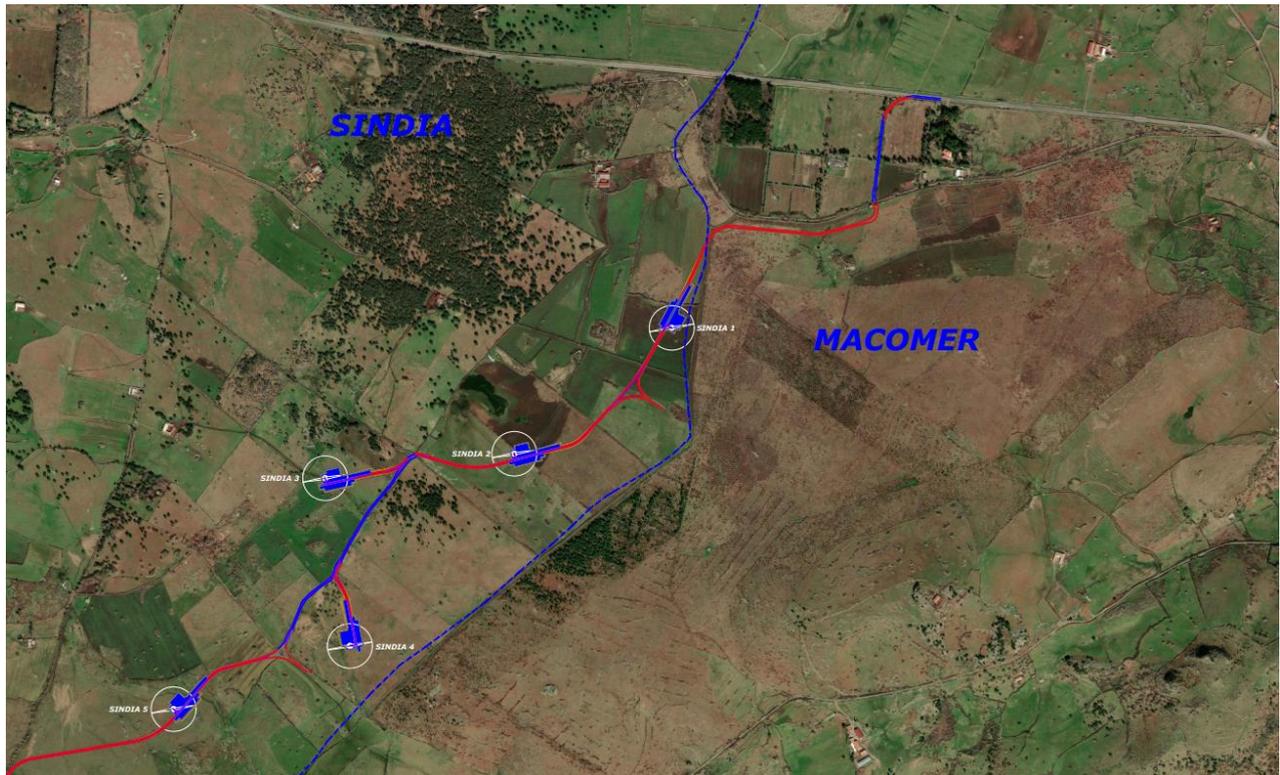
L'impianto, costituito da n. 7 aerogeneratori di potenza nominale singola pari a 6.2 MW, per una potenza nominale complessiva pari a 43.4 MW, sarà destinato a funzionare in parallelo alla rete elettrica nazionale in modo da immettere energia da fonte rinnovabile in rete; l'iniziativa oltre a contribuire al potenziamento della produzione di energia elettrica da fonte rinnovabile su territorio nazionale sarà a servizio dei futuri fabbisogni energetici comunali.

Ciascun aerogeneratore è montato su una torre tubolare di altezza pari a 115 m, all'interno della quale sono ubicate le apparecchiature per il sezionamento e la protezione dell'impianto ed i relativi quadri elettrici.

L'energia elettrica prodotta sarà convogliata, dall'impianto, mediante cavi interrati di tensione 36 kV, al punto di connessione previsto nella SE RTN TERNA 380/150/36 kV "Macomer 380", ubicata nel Comune di Macomer.

I possibili incidenti collegati all'esistenza ed al funzionamento dell'impianto eolico sono da riferire alle caratteristiche dimensionali dell'aerogeneratore ed ai suoi componenti in movimento.

Di seguito vengono riportate le coordinate degli aerogeneratori in progetto e l'inquadramento con la localizzazione dell'area di impianto e le opere di connessione su base satellitare:



**Figura 1 - Primo inquadramento dell'ubicazione delle WTG, della viabilità di impianto e del Cavidotto AT 36 kV su base ortofoto**

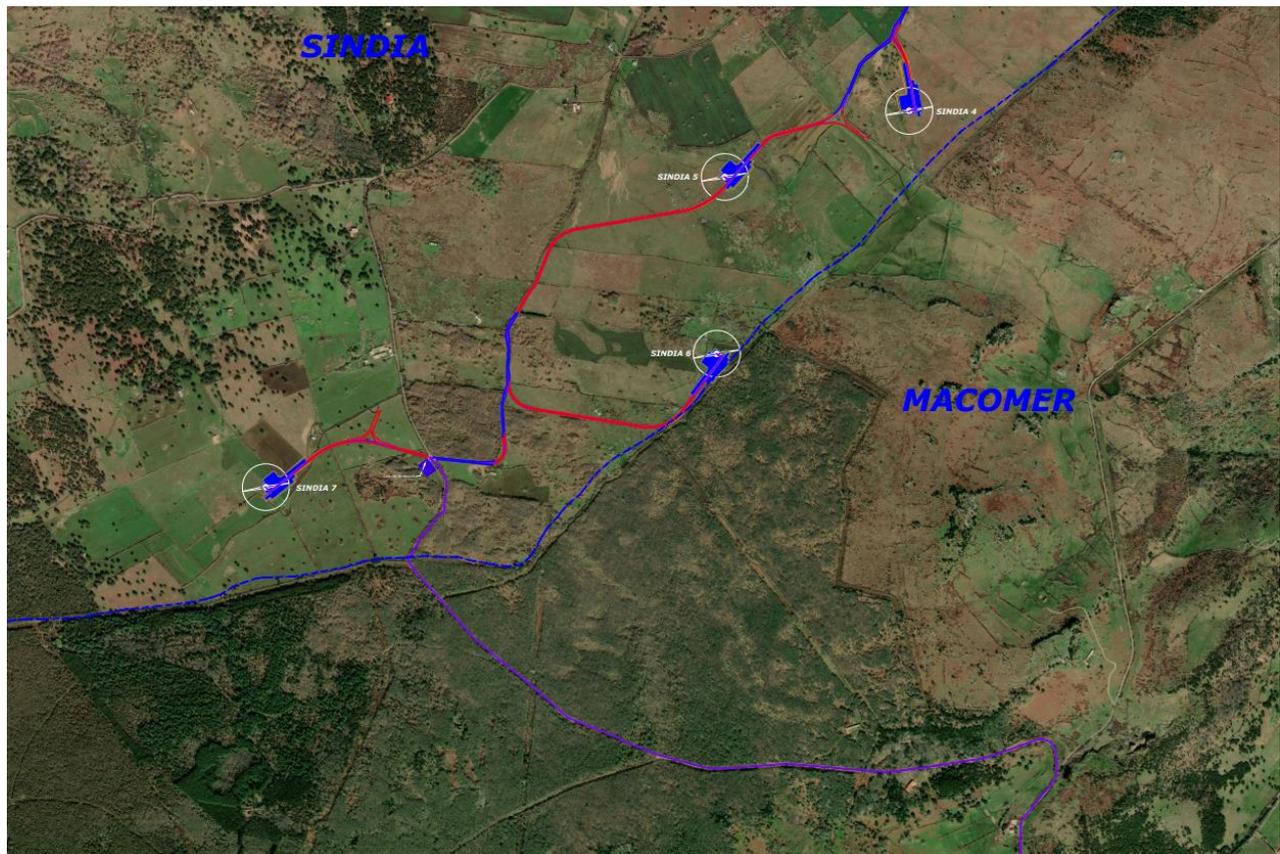
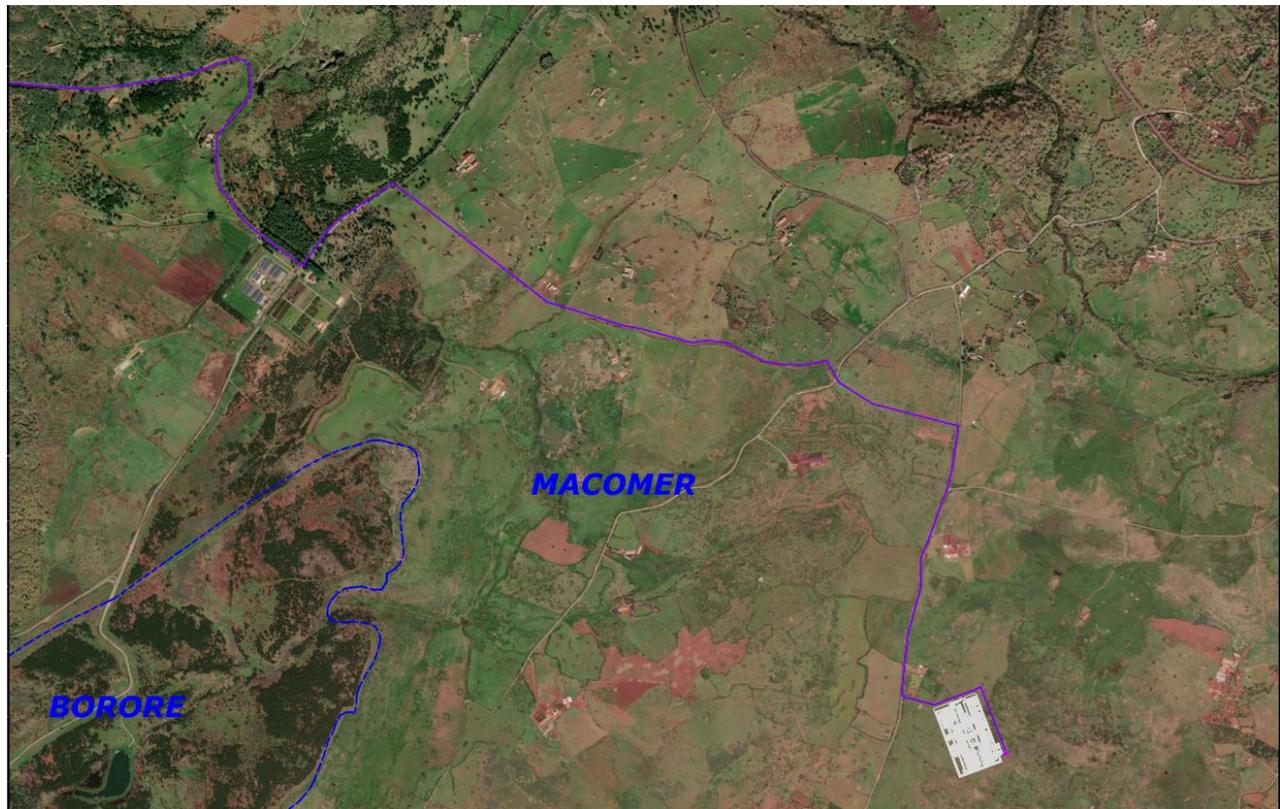


Figura 2 - Secondo inquadramento dell'ubicazione delle WTG, della viabilità di impianto e del Cavidotto AT 36 kV su base ortofoto



-  Cavidotto 36 kV
-  Limiti amministrativi comunali (Macomer, Sindia)
-  Cabina di consegna
-  Futura SE Terna 380/150/36 kV "Macomer 380"

**Figura 3 – Terzo inquadramento dell'ubicazione delle WTG, della viabilità di impianto e del cavidotto su base ortofoto**



**Tabella 1 - Coordinate aerogeneratori in progetto**

<b>WTG</b>	<b>Comune</b>	<b>Est [m]</b>	<b>Nord [m]</b>	<b>Altitudine [m s.l.m.]</b>
<b>SINDIA 1</b>	Sindia	476343	4458611	654
<b>SINDIA 2</b>	Sindia	475748	4458130	653
<b>SINDIA 3</b>	Sindia	475032	4458037	648
<b>SINDIA 4</b>	Sindia	475126	4457397	682
<b>SINDIA 5</b>	Sindia	474459	4457156	664
<b>SINDIA 6</b>	Sindia	474430	4456512	702
<b>SINDIA 7</b>	Sindia	472800	4456026	655

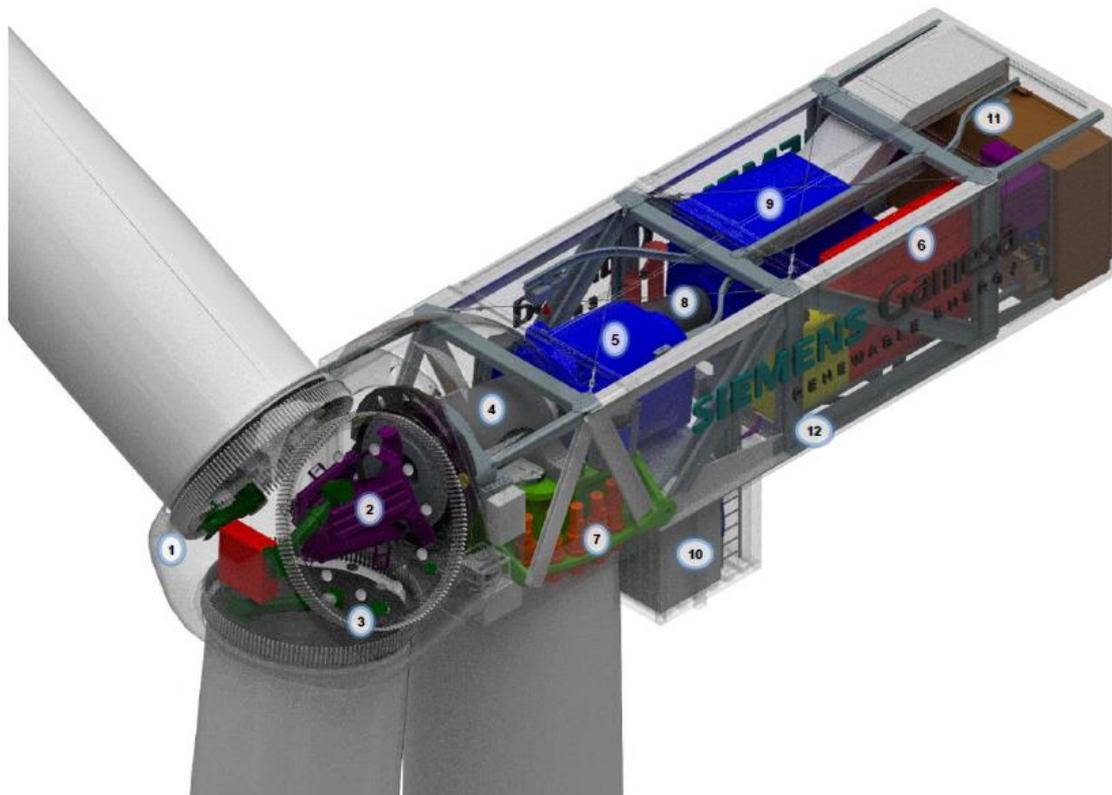
## 2 COMPONENTI DELL'AEROGENERATORE

Il progetto del parco eolico prevede l'installazione di 7 aerogeneratori da 6,2 MW per una potenza complessiva pari a 43,4 MW.

Propedeutica all'esercizio dell'impianto, la realizzazione della sottostazione e di tutte le opere accessorie e di servizio per la costruzione e gestione dell'impianto, quali:

- Piazzole di montaggio e manutenzione per ogni singolo aerogeneratore;
- Viabilità interna di accesso alle singole piazzole sia per le fasi di cantiere che per le fasi di manutenzione;
- Adeguamento della viabilità esistente interna all'area di impianto per consentire la trasportabilità delle componenti;
- Cavidotti (36 kV) interrati interni all'impianto di connessione tra i singoli aerogeneratore;
- Cabina di raccolta (36 kV).
- Cavidotto (36 kV) di veicolazione dell'energia prodotta dalla cabina di raccolta del parco eolico al punto di connessione;
- Cabina di consegna.

Gli aerogeneratori costituenti il parco eolico hanno tutti lo stesso numero di pale (tre) e la stessa altezza. Si riportano a seguire le caratteristiche tecniche riferite all'aerogeneratore considerato nella progettazione definitiva.



1 Hub	7 Yaw system
2 Pitch system	8 High speed shaft
3 Blade bearings	9 Generator
4 Low speed shaft	10 Transformer
5 Gearbox	11 Cooling system
6 Electrical cabinets	12 Rear Structure

**Figura 4 - Allestimento navicella dell'aerogeneratore**

### **Rotore**

Il rotore è costituito da un mozzo (hub) realizzato in ghisa sferoidale, montato sull'albero a bassa velocità della trasmissione con attacco a flangia. Il rotore è sufficientemente grande da fornire spazio ai tecnici dell'assistenza durante la manutenzione delle pale e dei cuscinetti all'interno della struttura.

- Diametro: 170 m
- Superficie massima spazzata dal rotore: 22.697 m<sup>2</sup>
- Numero di pale: 3
- Velocità: variabile per massimizzare la potenza erogata nel rispetto dei carichi e dei livelli di rumore.

### Torre

Tipo tubolare in acciaio e/o in cemento armato.

### Pale

Il materiale di cui risulta costituita la pala è composto da una matrice in fibra di vetro e carbonio pultrusi. La pala utilizza un design basato su profili alari. La lunghezza della singola pala è pari a 83,33 m.

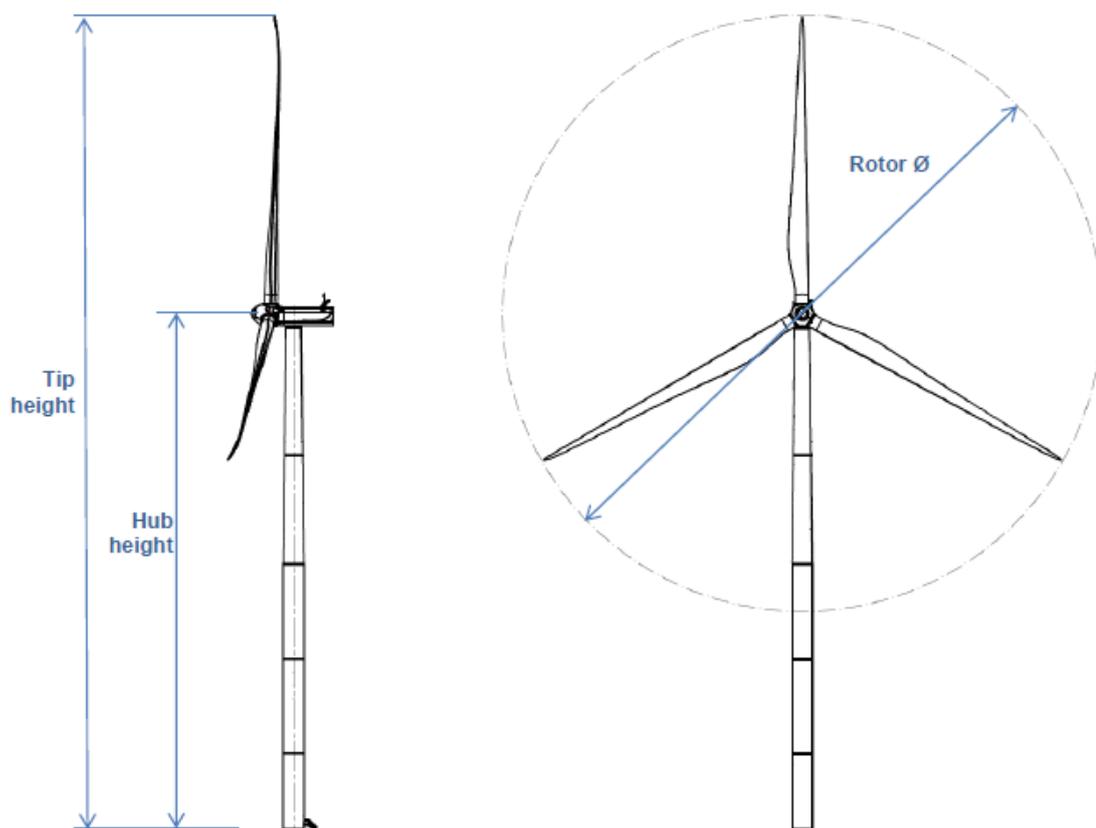


Figura 5- Dimensioni aerogeneratore tipo

Tabella 2 - Dimensioni aerogeneratore tipo

Altezza della punta (Tip height)	200 m
Altezza del mozzo (Hub height)	115 m
Diametro del rotore (Rotor $\varnothing$ )	170 m

### Generatore

Tipo DFIG asincrono, potenza massima 6350 kW @30°C.

### 3 NOZIONI SUL FUNZIONAMENTO DELL'IMPIANTO

Per poter funzionare e generare energia, l'aerogeneratore richiede una velocità minima del vento di circa i 3 m/s (cut-in); ad una velocità del vento pari a 10 m/s l'aerogeneratore genera la sua potenza nominale; ad una velocità di 20/25 m/s l'aerogeneratore viene arrestato per motivi di sicurezza (cut off).

La scala di Beaufort fornisce un riferimento indicativo dell'effetto sull'ambiente della velocità del vento.

**Tabella 3 - Tabella di Beaufort**

Valore Scala Beaufort	Termine descrittivo	Velocità media del vento			Effetti sulla terra
		nodi (KT)	m/s	Km/h	
0	Calma	< 1	0-0.2	<1	Calma; il fumo sale verticalmente.
1	Bava di vento	1-3	0.3-1.5	1-5	La direzione del vento è segnalata dal movimento del fumo, ma non dalle maniche a vento.
2	Brezza leggera	4-6	1.6-3.3	6-11	Si sente il vento sul viso e le foglie frusciano; le maniche a vento si muovono.
3	Brezza tesa	7-10	3.4-5.4	12-19	Le foglie e i ramoscelli più piccoli sono in costante movimento; il vento fa sventolare bandiere di piccole dimensioni.
4	Vento moderato	11-16	5.5-7.9	20-28	Si sollevano polvere e pezzi di carta; si muovono i rami piccoli degli alberi.
5	Vento teso	17-21	8-10.7	29-38	Gli arbusti con foglie iniziano a ondeggiare; le acque interne s'increspano.
6	Vento fresco	22-27	10.8-13.8	39-49	Si muovono anche i rami grossi; gli ombrelli si usano con difficoltà.
7	Vento forte	28-33	13.9-17.1	50-61	Gli alberi iniziano a ondeggiare; si cammina con difficoltà contro vento.
8	Burrasca moderata	34-40	17.2-20.7	62-74	Si staccano rami dagli alberi; generalmente è impossibile camminare contro vento.
9	Burrasca forte	41-47	20.8-24.4	75-88	Possono verificarsi leggeri danni strutturali agli edifici (caduta di tegole o di coperchi dei camini).
10	Burrasca fortissima	48-55	24.5-28.4	89-102	(Raro nell'entroterra) Alberi sradicati e considerevoli danni agli abitati.
11	Fortunale	56-63	28.5-32.6	103-117	(Rarissimo nell'entroterra) Vasti danni strutturali.
12	Uragano	>63	>32.7	>118	Danni ingenti ed estesi alle strutture.



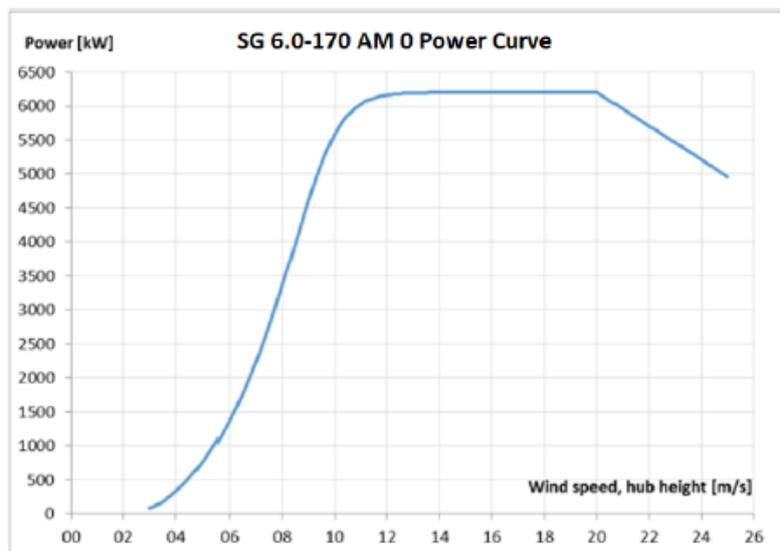
La scala Beaufort è una misura empirica della forza del vento, basata sull'osservazione degli effetti del vento sul mare. La scala prende il nome dall'ammiraglio inglese Francis Beaufort (1774-1857), addetto al servizio idrografico britannico, che nel 1805 propose un metodo per la classificazione del vento in 13 gradi. Dal 1° gennaio 1949 questo sistema di valutazione ha validità internazionale.

Ai bassi regimi di vento corrispondono minimi valori di potenza erogata dalla macchina. Al crescere del vento, la potenza prodotta dalla macchina aumenta in modo più che proporzionale; all'interno della navicella il moltiplicatore di giri, posizionato tra il rotore e il generatore, riceve il moto dall'albero del rotore e lo trasferisce al generatore per la produzione di energia elettrica. I sistemi di controllo presenti all'interno della navicella hanno il compito di gestire automaticamente l'aerogeneratore in diverse situazioni come proteggere tutto l'apparato elettrico da casi di malfunzionamento o di vento elevato. La produzione di energia elettrica pertanto dipende dalla velocità del vento. Il legame tra la velocità del vento e la potenza elettrica erogata è rappresentato mediante il grafico della curva di potenza.

La tabella ed il relativo grafico, riportati a seguire, considerata la densità dell'aria pari a 1.225 kg / m<sup>3</sup>, si riferiscono alla curva di potenza per la versione standard dell'aerogeneratore proposto in progetto (variazione della potenza elettrica [kW] in funzione della velocità del vento [m / s]).

**Tabella 4 - Tabella di curva standard aerogeneratore tipo**

SG 6.0-170 Rev 0, AM 0	
Wind Speed [m/s]	Power [kW]
3.0	89
3.5	178
4.0	328
4.5	522
5.0	758
5.5	1040
6.0	1376
6.5	1771
7.0	2230
7.5	2758
8.0	3351
8.5	3988
9.0	4617
9.5	5166
10.0	5584
10.5	5862
11.0	6028
11.5	6117
12.0	6161
12.5	6183
13.0	6192
13.5	6197
14.0	6199
14.5	6199
15.0	6200
15.5	6200
16.0	6200
16.5	6200
17.0	6200
17.5	6200
18.0	6200
18.5	6200
19.0	6200
19.5	6200
20.0	6200
20.5	6080
21.0	5956
21.5	5832
22.0	5708
22.5	5584
23.0	5460
23.5	5336
24.0	5212
24.5	5088
25.0	4964



La curva di potenza non include le perdite nel trasformatore e cavi ad alta tensione.

Dalla curva di potenza si evince che esistono due soglie di velocità, una minima e una massima, affinché l'aerogeneratore eolico produca energia elettrica:

- Al di sotto di una determinata velocità minima del vento, detta "cut in" o anche velocità di taglio inferiore, l'aerogeneratore non eroga energia elettrica e il rotore resta fermo. Questa

soglia minima per l'aerogeneratore di progetto è pari ad una velocità del vento di 3 m/s.

- Esiste anche una soglia massima, detta "cut out" o anche velocità di taglio superiore, oltre la quale il rotore dell'aerogeneratore smette di girare per evitare danni alla turbina. Per l'aerogeneratore di progetto la velocità di "cut out" risulta pari a 25 m/s. Oltre queste velocità l'aerogeneratore non produce energia elettrica.

Considerate le caratteristiche fisico-meccaniche dell'aerogeneratore tipo, proposto in progetto, la potenza nominale di 6,20 MW si raggiunge quando all'altezza del mozzo il vento raggiunge la velocità nominale di 15 m/s (vento costante senza turbolenze, come definito da IEC61400-1).

#### 4 POSSIBILI INCIDENTI

Considerando la vita utile del parco eolico (25-30 anni), per gli eventi che possono influenzare il comportamento strutturale e funzionale delle macchine è utile riferirsi al periodo di esercizio dell'impianto.

Nell'ambito dell'esercizio di un parco eolico si distinguono le seguenti classi incidentali:

- Incidenti di natura meccanica:
  - distacco di pala intera;
  - rottura/deformazione torre e atterramento navicella;
  - rovesciamento completo di torre e/o fondazione;
  - lancio/caduta di ghiaccio;
  - collisioni con corpi aerei;
- Incidenti provocati da incendi:
  - da sorgenti interne;
  - da fulminazione;
  - da altre azioni esterne naturali o umane.

Gli impianti eolici non sono presidiati, funzionano in maniera autonoma; il controllo del funzionamento e la gestione dei sistemi è svolta da remoto. La presenza dei lavoratori nel sito avviene in occasione delle attività di manutenzione organizzate sulla base dei report e delle segnalazioni di anomalie durante il funzionamento che arrivano alla centrale di controllo.

Il ciclo di vita di un impianto eolico è articolato nelle seguenti fasi:

- commissioning, realizzazione del sito, installazione e montaggio delle macchine eoliche, collegamento alla rete elettrica;
- esercizio, gestione del funzionamento dell'impianto e produzione di energia elettrica;
- decommissioning, smantellamento delle torri e ripristino alle condizioni iniziali dei luoghi.

Nella fase di esercizio, sono indispensabili interventi di manutenzione distinti in:

- Programmata: lubrificazione, ingrassaggio, sostituzione di componenti usurate;
- Su guasto: riparazione/sostituzione delle parti danneggiate.

## 4.1 INCIDENTI DI NATURA MECCANICA

### 4.1.1 Rottura delle pale dell'aerogeneratore e/o della torre

Nel corso della vita utile di un aerogeneratore può accedere per svariati motivi che un componente (ad esempio una pala e/o navicella) si danneggi o si disancori. Il distacco del componente può avvenire senza interferire con altri elementi o collidere con porzioni della torre.

La perdita di integrità strutturale per rotture (di pale, di torre, etc.) in un aerogeneratore può essere ingenerata da:

- carenze interne alla macchina per mancato od insufficiente controllo o regolazione dei regimi di funzionamento del rotore durante temporali o tempeste di vento più o meno vigorose;
- eventi esterni, come fulminazioni o eccessivi carichi eolici, che sempre si manifestano in concomitanza con condizioni meteorologiche complesse o molto forti o, addirittura, eccezionali, pur con i sistemi di controllo e di sicurezza dell'unità perfettamente operativi.

La prima causa, è correlabile ad una debolezza del sistema. Può colpire in diversa misura i vari componenti responsabili della risposta non adeguata alle sollecitazioni esterne, siano essi parti strutturali, apparecchiature di controllo, dispositivi di sicurezza, programmi di regolazione, processi di costruzione o altro. Per sanare tali manchevolezze il fornitore della macchina dovrà provvedere in modo da eliminare le cause o da ridurne gli effetti.

Il mancato o difettoso intervento del controllo di velocità, le rotture sul sistema di freno o sul moltiplicatore possono essere una causa comune della rottura di una pala per ragioni interne. Il meccanismo di freno è previsto, sia per arrestare il rotore, sia per tenerlo fermo, quando il vento soffi ad una velocità eccessiva (20-25 m/s) tale per cui la macchina deve essere tenuta fuori servizio per ragioni di sicurezza. Il sistema ad ingranaggi (gearbox) serve per moltiplicare i giri dell'albero lento in entrata in modo che l'albero veloce in uscita dall'apparecchio consenta al generatore elettrico di produrre l'elettricità attesa. Se entrambi dovessero andare in avaria, la macchina si dice nella condizione di "fuga". Il rotore tende ad accelerare il suo regime di rotazione e raggiunge parecchie volte il suo valore a funzionamento normale. Così si producono carichi sulle pale in notevole eccesso rispetto a quelli di progetto. La rottura può verificarsi alla radice della pala, dove si innesta nel mozzo.

Il processo di rottura può anche essere indotto o propagato da azioni esterne, come una fulminazione o un tornado od altro.

Il distacco della pala può concludersi in corrispondenza del piano campagna (per ulteriori approfondimenti si rinvia al documento "BLN001CWR03300\_Relazione gittata massima elementi

rotanti per rottura accidentale”) o nel suo movimento può provocare lesioni locali alla torre che potrebbero in casi eccezionali essere accompagnati da deformazioni della sezione con eventuali ripercussioni sulla stabilità della navicella; quest’ultima potrebbe essere lanciata verso il piano campagna.

In altri casi l’urto potrebbe incidere in profondità sulla struttura della torre sino a determinare una sua inflessione, la torre è infatti un elemento strutturale caratterizzato da elevata snellezza che potrebbe subire l’abbattimento della parte a quota più elevata.

#### Misure di mitigazione

In ottemperanza al § 7.2 dell’Allegato 4 “Impianti eolici: elementi per il corretto inserimento nel paesaggio e sul territorio” del DM 10 settembre 2010 “Linee guida per l’autorizzazione degli impianti alimentati da fonti rinnovabili”, la distanza di ogni turbina eolica da una strada provinciale o nazionale sarà superiore all’altezza massima dell’elica comprensiva del rotore e comunque non inferiore a 150 m dalla base della torre.

Inoltre l’assenza di elementi sensibili e/o aree ad elevata frequentazione umana permettono di considerare contenuto il rischio legato ad eventuali fenomeni di distacco delle pale, caduta della navicella o deformazione della torre.

#### **4.1.2 Rovesciamento completo di torre e/o fondazione**

Ulteriori casi di incidenti possono essere quelli in cui si verificano guasti meccanici che possono portare a rotture o distruzioni dell’hub e a seguito del rovesciamento completo dell’insieme turbina-torre-fondazione.

Il vento, come condizione eccezionale di carico, trova attività contrastante (anti-ribaltante), nel blocco di fondazione della torre dell’aerogeneratore. Il blocco di fondazione è inoltre chiamato a sopportare le sollecitazioni dovute ai carichi sismici.

È in questo caso che la fondazione deve operare come protezione (massa adeguata e sufficiente) per la turbina eolica, tenendola costantemente nel suo corretto assetto verticale.

Cedimenti della struttura di sostegno, o di sua parziale deformazione, in termini probabilistici, è il terzo dopo i casi di rottura delle pale o di incendi dovuti ai casi di fuoco.

#### Misure di mitigazione

Il rischio per la popolazione e per il personale addetto alla manutenzione ed alle lavorazioni in fase di costruzione ed esercizio appare essere tuttavia bassa visto che l’eventuale caduta nella maggior parte dei casi può risolversi entro una distanza dal piede circoscritta. Il fenomeno tuttavia interessa per la maggior parte le turbine più vetuste e per tanto con una potenza minore. La mitigazione del rischio, in questo senso può essere attuata mediante dimensionamenti opportuni della fondazione, in accordo alle indicazioni normative vigenti, valutando in maniera adeguata i carichi accidentali ed

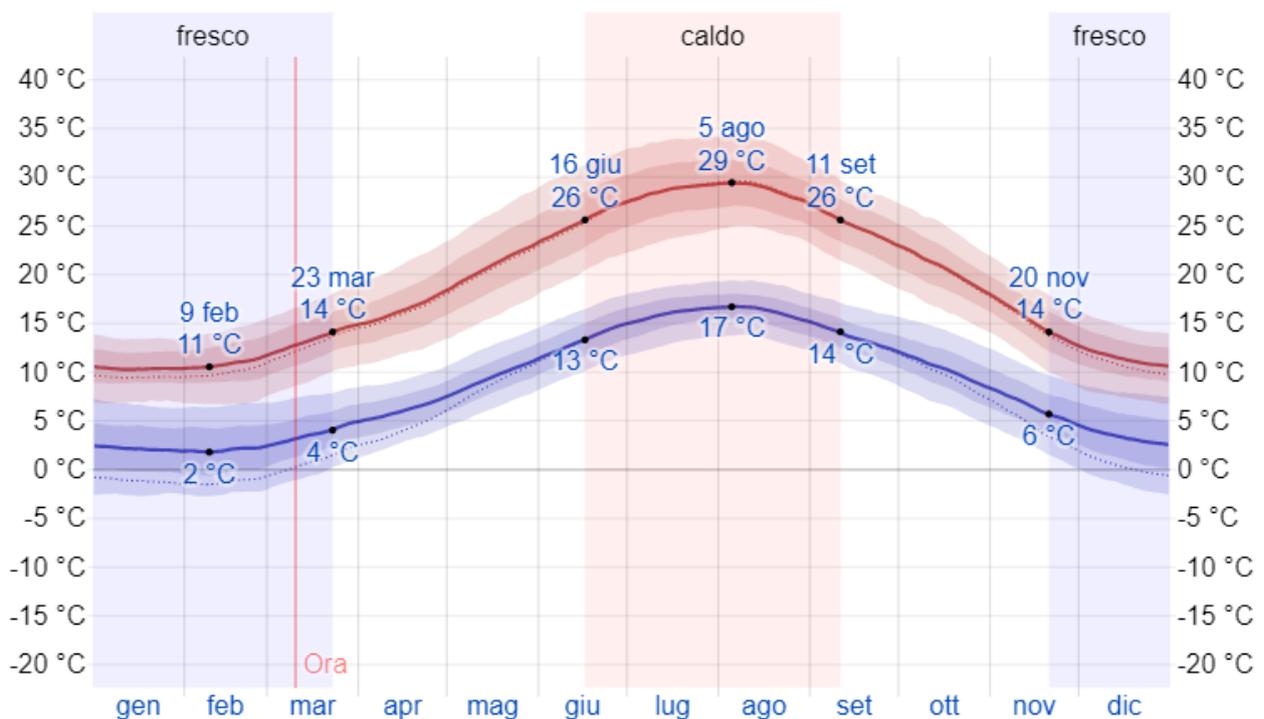
eccezionali in gioco, oltre che le caratteristiche chimico-fisiche dei terreni interessati. Alla corretta progettazione si affianca chiaramente una corretta esecuzione a regola d'arte.

#### 4.1.3 Eventi accidentali dovuti alla formazione di ghiaccio

La formazione di ghiaccio o ammassi nevosi sulle superficie delle pale sono da far risalire all'azione di stagioni fredde in zone climatiche rigide e solitamente settentrionali. Pur se infrequente il fenomeno di clima molto rigido con temperature sotto zero non è da escludere anche alle latitudini interessate dall'impianto eolico in trattazione.

Il comune di Sindia, interessato dall'installazione dell'impianto eolico, è caratterizzato da inverni con una temperatura massima giornaliera media inferiore a 14°C e una temperatura minima giornaliera media inferiore a 4°C. Il giorno più freddo dell'anno è il 9 Febbraio, con una temperatura minima media di 2°C e massima di 11°C.

Temperatura massima e minima media a Sindia



La temperatura massima (riga rossa) e minima (riga blu) giornaliere medie, con fasce del 25° - 75° e 10° - 90° percentile. Le righe sottili tratteggiate rappresentano le temperature medie percepite.

L'area circoscritta sui cui è ubicato l'impianto in progetto si trova a non più di 800 m.s.l.m., l'altezza al top degli aerogeneratori tuttavia, raggiunge la quota massima circa 1000 m.s.l.m.. Il sito di interesse, potrebbe essere interessato da neve nel periodo invernale, e da eventi meteorologici eccezionali correlati a stagioni particolarmente fredde, ciò porta a non escludere la possibile formazione di ghiaccio lungo le pale, con conseguente rischio di cadute o lanci di frammenti ghiacciati.

#### Misure di mitigazione

Le distanze raggiungibili dai corpi estranei dipendono da diversi fattori come dimensione, conformazione e consistenza della massa, forza centrifuga raggiunta dalle pale (in funzione dalla loro velocità di rotazione), altezza e punto di distacco della massa. L'assenza di elementi sensibili e/o aree ad elevata frequentazione umana permettono di considerare contenuto il rischio legato ad eventuali fenomeni di distacco delle masse ghiacciate.

#### **4.1.4 Collisione con corpi estranei**

A causa della sua altezza, l'aerogeneratore, rappresenta un ostacolo mobile contro cui corpi estranei potrebbero collidere.

L'analisi della componente faunistica ed avifauna è stata effettuata in prima fase attraverso una ricerca bibliografica di dati esistenti inerenti all'area di studio.

In fase di sopralluogo sono state verificate le specie riportate dalle schede natura 2000 e dalla carta natura ISPRA. Data la stretta vicinanza ad ambienti ad alta naturalità, come ad esempio SIC e ZPS, si è confermata la presenza di molte specie legate a questi habitat. Per ulteriori approfondimenti si rimanda all'elaborato specialistico "C21BLN001CWR03401\_Studio di Impatto Ambientale".

#### Misure di mitigazione

Verniciare con colori diversi le pale del rotore o le torri, e altre misure per aumentare il contrasto cromatico fra le varie componenti di un impianto eolico possono ridurre notevolmente il rischio di collisioni con corpi estranei.

## 4.2 INCIDENTI PROVOCATI DA INCENDI

A causa dei possibili guasti che potrebbero interessare le apparecchiature elettriche e le varie componenti contenute nell'aerogeneratore non è possibile trascurare l'eventualità di eventi pericolosi dovuti al rischio incendio.

La navicella è dotata di un sistema antincendio. In aggiunta a ciò il suo rivestimento contiene materiali autoestinguenti.

In caso di incendi non correlati a cause interne all'aerogeneratore (incendio esterno all'aerogeneratore o caduta di un fulmine), si dovranno studiare per quanto possibile soluzioni di contenimento, atte a prevenire conseguenze catastrofiche.

Motivo per il quale, nel caso in cui i meccanismi di protezione non riuscissero, a causa di avarie, ad entrare in funzione, e non potendo a causa dell'elevata altezza dell'hub effettuare un pronto intervento, le autorità locali provvederanno a circoscrivere l'area interessata dalla possibile caduta di frammenti fino al completo esaurimento dell'incendio e conseguente estinzione del rischio.

### Misure di Mitigazione

Le misure di mitigazione del rischio legato a questa tipologia di incidente sono da ricercare nella scelta dell'ubicazione degli aerogeneratori ad adeguata distanza da fabbricati e/o strade ad alta frequentazione caratterizzate da presenza di "recettori" sensibili.

## 5 PROBABILITÀ DI ACCADIMENTO

Come qualsiasi apparecchiatura l'aerogeneratore è soggetto ad una serie di danni potenziali che possono essere limitati ottemperando alle prescrizioni del produttore della macchina, al rispetto della normativa vigente e alla manutenzione periodica. Ogni evento individuale e probabile, è visto con le sue conseguenze in modo che il prodotto della probabilità di occasione di ogni individuale evento fornisca la relativa probabilità di danno.

La probabilità di accadimento di ogni singolo evento può essere messa in relazione con un valore di soglia  $P_{SO}$  attraverso la disuguaglianza:

$$P_{SO} > P_1 \times P_2 \times P_3 \times P_4$$

- $P_{SO}$  è il valore di soglia relativo all'oggetto da difendere e che per prassi corrisponde a 1006 o valore ben maggiore;
- $P_1$  è la probabilità di occasione dell'evento incidentale accaduto alla turbina eolica;
- $P_2$  è la probabilità di occasione dell'urto tra l'oggetto da proteggere e la pala;
- $P_3$  è la probabilità di occasione della condizione di vento sfavorevole o dei condizionamenti ambientali;
- $P_4$  la probabilità di occasione relativa ad altre cause, come tolleranze di costruzione, etc

Studi specialistici condotti dall'ECN (Energy Research Centre of the Netherlands) sulla base dei dati relativi a produzione di energia eolica, incidenti e manutenzione raccolti dallo ISET in Germania e dall'EMD in Danimarca, hanno valutato le frequenze degli eventi accidentali più comuni. I risultati dell'analisi mostrano come:

- la probabilità di rottura di una pala si aggira intorno allo 0.84‰;
- la probabilità della rottura della torre si aggira intorno allo 0.13‰;
- la probabilità della rottura della navicella e del rotore si aggira intorno allo 0.32‰.

Il tecnico

Ing. Leonardo Sblendido

