

REGIONE  
CALABRIA



PROVINCIA DI  
CATANZARO



COMUNE DI  
JACURSO



COMUNE DI  
CORTALE



COMUNE DI  
GIRIFALCO



## PARCO EOLICO SELLA DI CATANZARO



### REALIZZAZIONE DI UN PARCO DI PRODUZIONE DI ENERGIA DA FONTE RINNOVABILE EOLICA DI POTENZA 18 MW

**COMMITTENTE:**

**S.E.V.A. S.r.l. Società Benefit**

Uffici Valle d'Aosta e sede legale:

Rue des Forges, n. 5 – 11013 – Courmayeur (AO)

Uffici Milano:

C.so Sempione, n.33 – 20145 – Milano (MI)

P.I. e C.F. 00196480073 – PEC: [sevasrl@arubapec.it](mailto:sevasrl@arubapec.it)



**TITOLO DEL DOCUMENTO:**

### “ANALISI SUI POSSIBILI INCIDENTI”

DATA	REVISIONE	ELABORATO	ESEGUITO	APPROVATO	VERIFICATO
Gennaio 2023	0	<u>ANALISI SUI POSSIBILI INCIDENTI</u>	<u>Ing. Danilo Saporito</u>	<u>Ing. Andrea Corona</u>	<u>Ing. Andrea Corona</u>

### **GRUPPO DI LAVORO:**

- Laurent Jean Conti, consulente energie rinnovabili;
- Ing. Danilo Saporito;
- Ing. Enrico d'Alessandro;
- Dott. Scienze Naturali Carmine Mancuso;
- Geol. Alessio Brescia;
- Dott.ssa Rossella Scavello, archeologa;



### SOMMARIO

1	INTRODUZIONE .....	4
2	IL FUNZIONAMENTO DELL'AEROGENERATORE.....	5
3	AEROGENERATORE ADOTTATO .....	7
4	CLASSI DI INDICENTI .....	9
4.1	Rottura o deformazione della torre e il suo scalzamento .....	9
5	INCIDENTI DOVUTI ALLA FORMAZIONE DI GHIACCIO .....	13
5.1	Incidenti di tipo miscellaneous .....	13
5.2	Incidenti dovuti al fuoco e ai fulmini .....	13
5.3	Incidenti con influenza sull'ambiente .....	15
5.4	Danni per l'avifauna .....	16
6	INCIDENTI MECCANICI.....	18
6.1	Frammento di pala.....	19
7	PROBABILITÀ DI ACCADIMENTO .....	20

### 1 INTRODUZIONE

Il presente documento illustra l'analisi sui casi di possibili incidenti per la realizzazione e la messa in opera di un progetto di parco eolico denominato "Sella di Catanzaro" proposto dalla società S.E.V.A. S.r.l Società Benefit ubicato tra i Comuni di Jacurso, Cortale e Girifalco in provincia di Catanzaro. Il progetto prevede la realizzazione di n. 9 aerogeneratori di potenza complessiva pari a 18 MW, posizionati alla quota di circa 762 m s.l.m. In Figura 1 si riporta la localizzazione del parco.

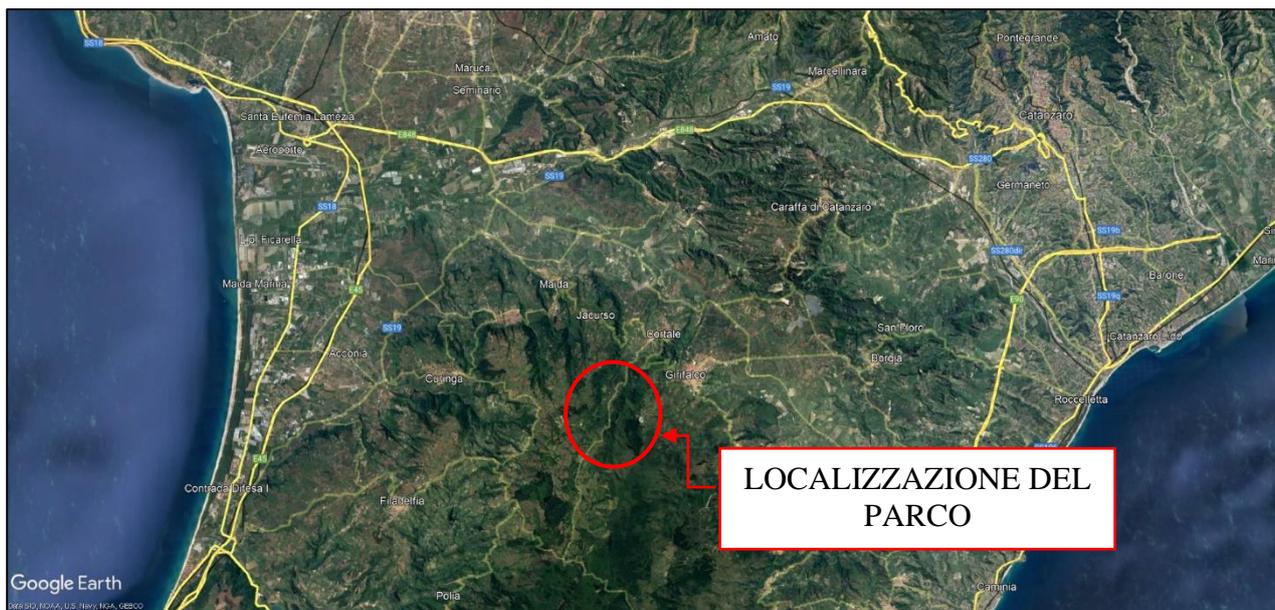


Figura 1. Localizzazione del parco eolico "Sella di Catanzaro"

L'impianto in progetto, grazie alle particolari condizioni del vento dell'area prescelta, sarà in grado di garantire una produzione energetica pulita, sicura e abbondante e contribuirà al raggiungimento degli obiettivi fissati non solo a livello nazionale ma anche a livello comunitario.

Gli studi animologici da noi condotti hanno potuto dimostrare una producibilità netta dell'impianto di circa 39.600 MWh all'anno, pari al fabbisogno di circa 15.840 famiglie (considerando un consumo medio annuo di 2.500kWh per famiglia).

## 2 IL FUNZIONAMENTO DELL'AEROGENERATORE

Un aerogeneratore è composto dalle pale che sono fissate su un mozzo, e nell'insieme costituiscono il rotore. È presente, inoltre, un sistema di controllo aerodinamico denominato imbardata, che consente il controllo della potenza ruotando le pale intorno al loro asse principale e modificando l'orientamento rispetto alla direzione del vento prevalente. Nella Figura 2 si riportano le principali componenti meccaniche che compongono un aerogeneratore:

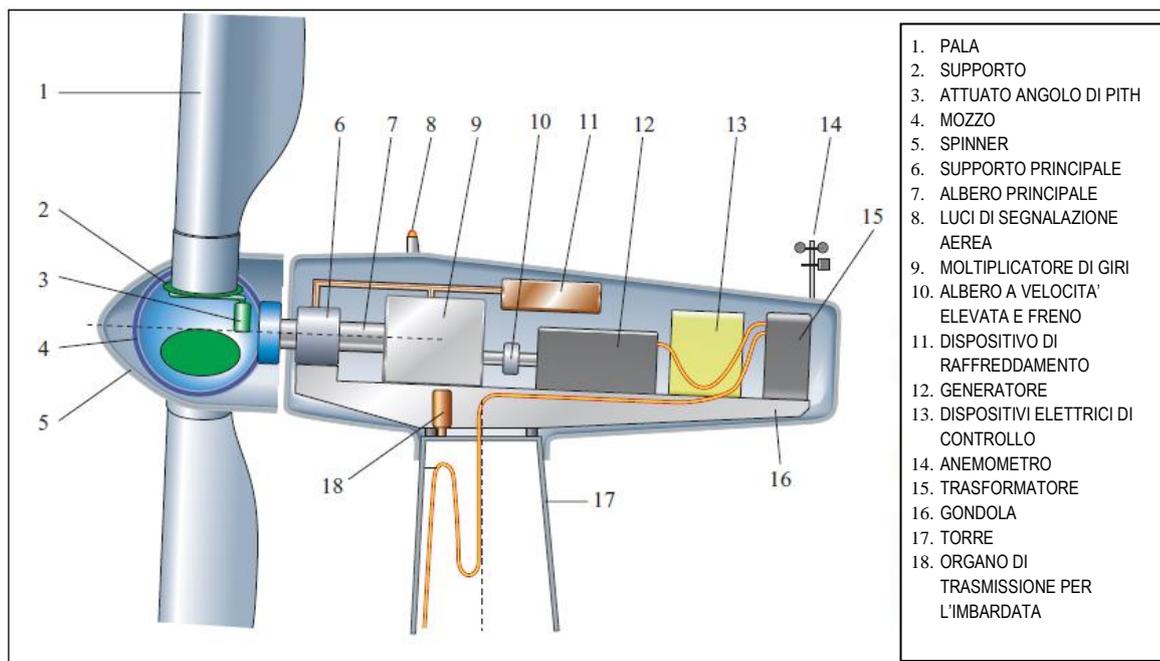


Figura 2. Principali componenti di un aerogeneratore

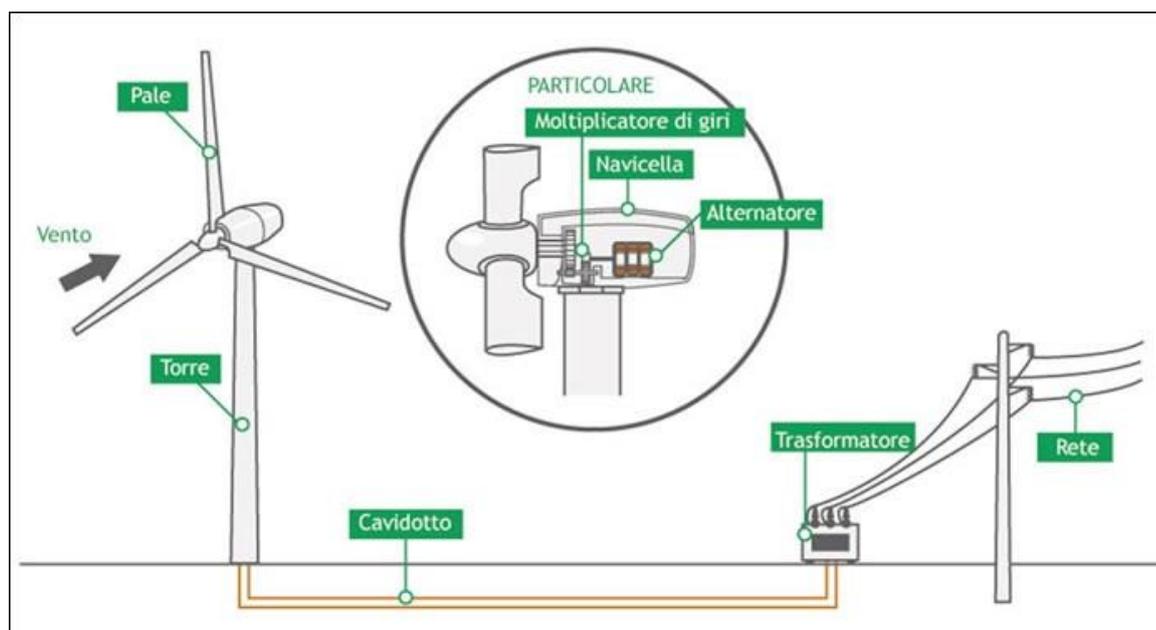


Figura 3. Come funziona un aerogeneratore

La relazione tra direzione del vento e rotazione delle pale è di fondamentale importanza in quanto la connessione tra le due consente di fissare in qualsiasi momento il verso della velocità tangenziale, rispetto a quello della velocità del vento.

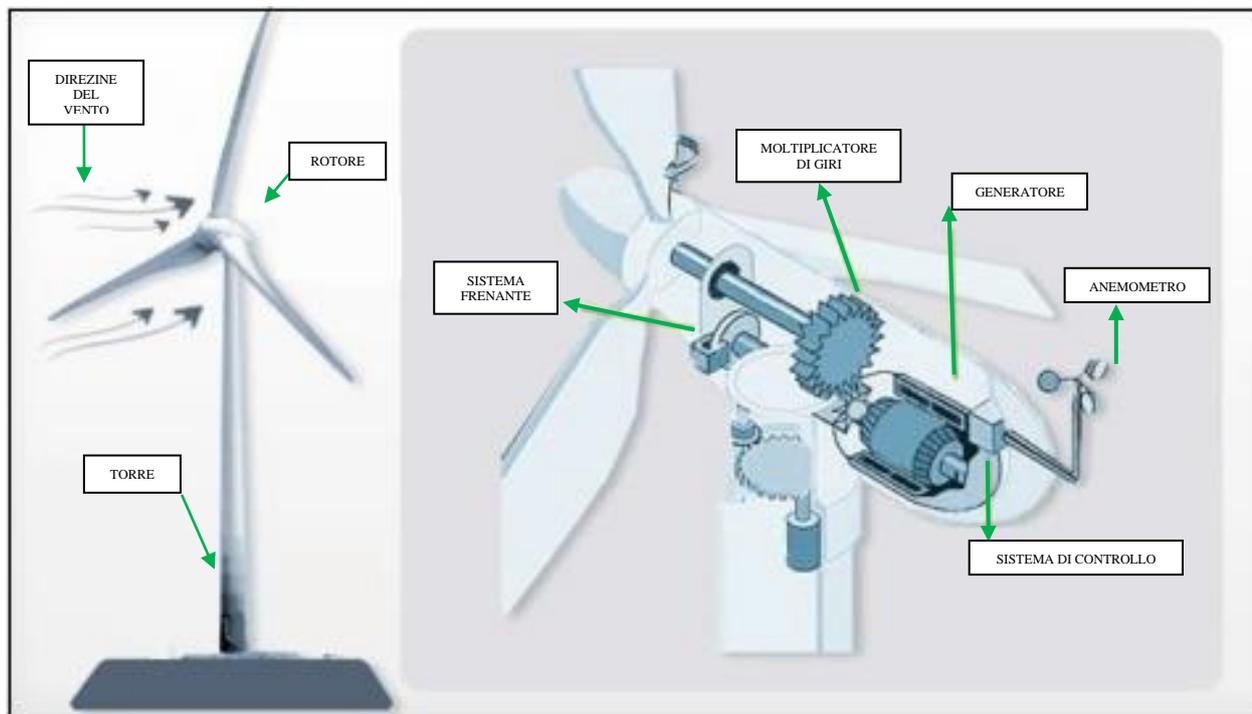


Figura 4. Relazione tra direzione del vento e rotazione delle pale

Dalla combinazione delle due traiettorie si ottiene la traiettoria complessiva che individua la direzione del moto del corpo. Mettendo insieme questa traiettoria con la configurazione del territorio si capisce se la pala, nel percorrere la sua traiettoria, può rappresentare un pericolo oppure no.

### 3 AEROGENERATORE ADOTTATO

Il progetto prevede l'installazione di n. 9 aerogeneratori ad asse orizzontale del tipo VESTAS V112 MW o similari della potenza elettrica nominale di 2000 kW cadauno, per una potenza elettrica nominale complessiva pari a 18 MW. Come richiesto, gli aerogeneratori utilizzati sono certificati IEC 61400 e applicano la miglior tecnologia disponibile.

La macchina prevista risulta essere un aerogeneratore di nuova concezione, tecnologicamente molto avanzato, in grado di massimizzare la produzione di energia elettrica anche con venti deboli (in confronto a quelli del Nord Europa) quali quelli italiani.

La turbina scelta è infatti stata ideata per l'installazione in parchi eolici sulla terraferma con venti di bassa e media intensità. Una delle particolarità di questa turbina è il suo essere silenziosa anche durante il funzionamento a regime, ma ancora di più nella modalità di funzionamento a basso rumore. La turbina può essere infatti utilizzata in modalità configurabili, che mantengono la rumorosità all'interno di una gamma definita di decibel senza incidere negativamente sulla produttività. Inoltre, nonostante sia la più grande fra tutte le turbine eoliche prodotte per siti con venti di velocità bassa e media, la V112 rispetta tutti i limiti standard per il trasporto. Anche con le sue pale da 54,6 metri, la V112 può essere trasportata senza essere soggetta ad oneri speciali o restrizioni.



Figura 5. Aerogeneratore VESTAS V122

## Relazione sui possibili incidenti

Nella tabella seguente (Tabella 1) si riportano i dati dell'aerogeneratore VESTAS V112:

Aerogeneratore VESTAS	Mod. V112
Potenza (kW)	2000
Diametro del rotore (m)	112
Numero di pale	3
Tipo di turbina	Con moltiplicatore di giri e con controllo dell'angolo di pitch su ogni pala
Area spazzata (m <sup>2</sup> )	9852
Lunghezza delle pale (m)	54.65
Direzione di rotazione	Oraria
Velocità d'attacco (m/s)	3
Velocità d'arresto (m/s)	25
Altezza della torre (m)	94
Tensione (V)	400
Velocità nominale rotore (RPM)	12.8

Tabella 1. Dati dell'aerogeneratore VESTAS V112

In Figura 6 si riporta una vista laterale ed una frontale dell'aerogeneratore scelto per la realizzazione del progetto:

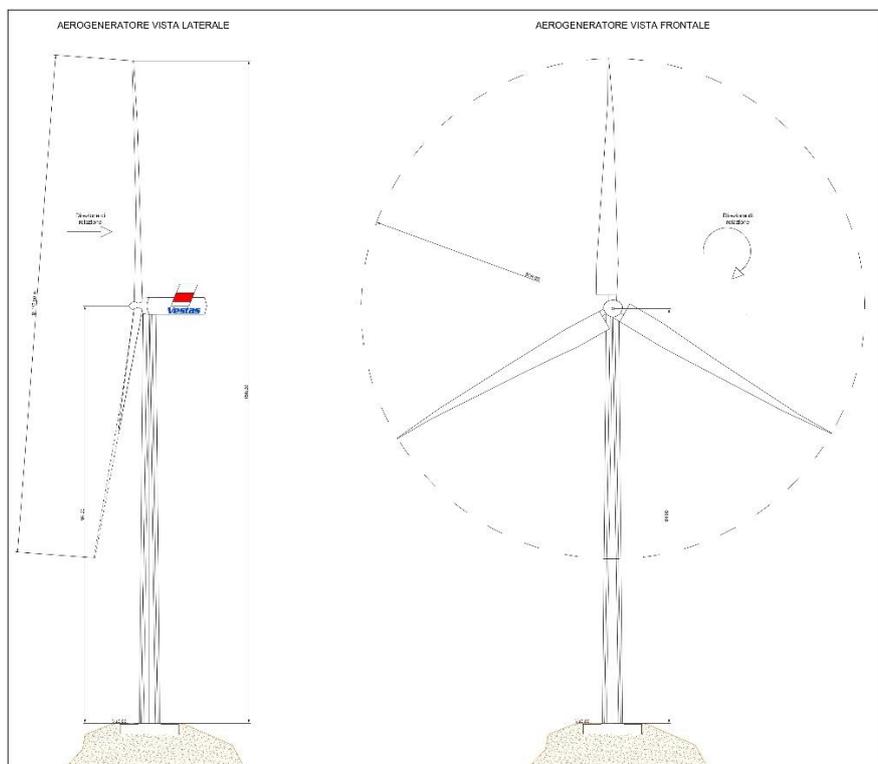


Figura 6. Vista frontale e laterale dell'aerogeneratore adottato

### 4 CLASSI DI INCIDENTI

Gli elementi che influiscono negativamente sulla realizzazione degli aerogeneratori sono causati da manifestazioni naturali. Bisogna considerare, pur con misura minore, la presenza di azioni umane impreviste che possono rientrare nelle cause di incidenti.

Il tempo di vita da valutare per le possibili cause di incidenti è il periodo di funzionamento della macchina. Non è detto però che eventi negativi possono verificarsi nelle fasi precedenti alla messa in funzione dell'impianto anzi, alcuni di questi incidenti possono avvenire in questa fase classificati come incidenti sul lavoro.

#### 4.1 Rottura o deformazione della torre e il suo scalzamento

La rottura delle pale di un aerogeneratore è una delle cause più frequenti di guasto della turbina eolica. Quest'ultimo può includere sia la rottura dell'intera pala alla radice, sia la rottura di un frammento di essa.

Le pale sono costruite in vetroresina con inserti in carbonio mentre la torre è prevalentemente costituita da acciai con notevole riduzione delle sollecitazioni di natura aerodinamica sulla torre e con la garanzia di un maggiore equilibrio della struttura.

La rottura di una pala può avere generalmente due cause di rottura:

- Rottura del giunto di collegamento tra mozzo e pala;
- Discontinuità nella struttura della pala;

Alcuni studi condotti tra il 1990 e il 2014 a livello internazionale hanno mostrato che la probabilità di rottura di una pala in un anno è compresa tra lo 0.1 % e lo 0.7 %; questo valore è variabile in quanto nelle indagini condotte si sono considerati differenti fattori come le ore di manutenzione e differenti tassi di guasto. Uno studio americano del 2013 condotto su un campione di 10.000 aerogeneratori, con anni di funzionamento differente, ha mostrato come solo il 2 % delle turbine richiedono la sostituzione delle pale. Inoltre, questo dato considera anche le sostituzioni che avvengono nei primi due anni di funzionamento che sono dovuti a problematiche che emergono durante la fase di trasporto e montaggio. Inoltre, lo studio mostra come la maggiore causa di rottura delle pale di un aerogeneratore sia dovuto all'impatto con i fulmini. Per tale motivo le norme tecniche di riferimento prevedono dei sistemi di protezione e sicurezza per gli aerogeneratori come i sistemi di drenaggio della corrente proveniente dal fulmine.

Nel caso però la corrente fulminea superi quella progettuale si possono verificare dei danneggiamenti alla pala e conseguente rottura.

La rottura alla radice della pala causa il suo distacco ed il suo moto a “gittata” fino all’impatto a terra. Una volta ipotizzato il distacco di pala, si va quindi ad analizzare il moto di caduta da essa percorsa.

La distruzione della pala o di suoi frammenti può concludersi in un moto regolare fino al piano campagna o può in taluni casi finire con l’interagire con altre porzioni della torre eolica.

L’urto anelastico, che ne consegue, può:

- Provocare una lesione locale accompagnata da deformazione della sezione con eventuale ripercussione sulla stabilità della navicella, che potrebbe essere catapultata a terra ( rovesciamento di navicella);
- Incidere più profondamente sino a produrre inflessione della torre, che è un corpo contraddistinto da una relativa snellezza, essendo molto sviluppato in altezza, e la cui superiore potrebbe essere abbattuta.

Nel primo caso non è detto che la navicella venga proiettata al suolo, nel secondo caso l’effetto finale è senz’altro di questo tipo.

L’insieme delle forze statiche e dinamiche (azione del vento, vibrazioni scaricate dai carichi a quote superiori, come navicella, rotore e pala, che sono fuori controllo, etc.) possono portare addirittura a rottura o crollo della torre.

Un caso di incidente più grave è quello della distruzione dell’aerogeneratore a seguito del rovesciamento completo nell’insieme di turbina-fondazione. Una delle cause principali di questo incidente è naturalmente il vento ma bisogna considerare il fatto che dalle fondazioni non sia arrivata nessuna risposta “anti ribaltante” a tale azione.

L’azione risultante del vento si manifesta e può essere ridotta ad una forza lungo l’asse del rotore. Ne consegue un rilevante momento flettente ( forza risultante per altezza della turbina ) da riportare necessariamente sul basamento.



*Figura 7. Crollo di un aerogeneratore*

Il risultato evidente è che il corpo di fondazione non sia riuscito ad offrire una massa adeguata e sufficiente per opporsi al momento d'origine eolica, quando il vento raggiunga il valore eccezionale sviluppatosi.

È proprio in questo tempo che la fondazione deve provvedere a difendere la turbina, tenendola costantemente nel suo assetto verticale e con il piede ben saldo.

Il cedimento della struttura di sostegno o limitata deformazione della navicella è il terzo fenomeno registrato in termini numerici dopo la rottura delle pale ed i casi di fuoco. Tuttavia, il danno economico è nettamente superiore a quelli riscontrati con il distacco di una pala o di un frammento di pala. Il fenomeno di crollo riguarda maggiormente gli aerogeneratori con un'età utile avanzata e con minore potenza e dimensioni. Il rischio per gli operai specializzati o la popolazione risulta essere molto basso in quanto, l'eventuale crollo si sviluppa entro un ridotto raggio di distanza dal piede.

Per far fronte a tali fenomeni, non potendo agire direttamente sugli aerogeneratori risulta di importanza primaria:

- Definire un corretto dimensionamento delle fondazioni, considerando e valutando tutti i possibili carichi in gioco e la struttura del terreno;
- Studiare la posizione degli aerogeneratori in modo tale che stiano ad una determinata distanza di sicurezza da elementi sensibili.

Infatti, tramite Decreto Ministeriale del 10 settembre 2010, sono state imposte distanze di sicurezza da abitazioni e da strade provinciali/nazionali, al fine di evitare l'impatto con esse in caso di collasso della struttura;

- Conformità tra quanto dichiarato in fase di progettazione e quanto definito in fase di esecuzione.

## **5 INCIDENTI DOVUTI ALLA FORMAZIONE DI GHIACCIO**

La formazione di lastre o croste di ghiaccio di piccola o grande dimensione dovute all'azione delle stagioni fredde è una causa di incidenti che non deve essere esclusa o ignorata. Questo fenomeno può causare il “lancio” di pezzi di ghiaccio dagli aerogeneratori.

La distanza che può percorrere il corpo di ghiaccio dipende da diversi motivi quali:

- dimensione del corpo;
- peso del corpo;
- forza centrifuga;
- altezza della torre;

Questo fenomeno riguarda le zone che presentano un clima eccessivamente gelido che favoriscono appunto la formazione di croste ghiacciate. Tuttavia, per quanto riguarda il parco eolico “Sella di Catanzaro”, si ritiene che non ci siano le condizioni metereologiche tali e durature nel corso dell'anno che possono portare alla formazione di questo fenomeno e causare l'incidente sopradescritto. In tal senso il rischio potrà essere considerato o minimo o del tutto assente.

### **5.1 Incidenti di tipo miscellaneous**

All'interno di questa categoria di incidenti ricadono quelli dovuti a malfunzionamenti delle componenti dell'aerogeneratore che non generano evidenti conseguenze strutturali.

Si definiscono incidenti di tipo miscellaneous anche quelli:

- dovuti ad una mancata manutenzione;
- dovuti a disfunzioni elettriche per sovraccarichi;
- dovuti a danni causati durante la fase di costruzione o trasporto;
- dovuti alla caduta di fulmini purché non generi rottura delle pale o dalli alla turbina.

### **5.2 Incidenti dovuti al fuoco e ai fulmini**

Per questa tipologia di incidenti, nonostante si prendano tutte le precauzioni in grado di limitare questi incidenti, non si può agire sulla causa se quest'ultima è di origine naturale e quindi, si dovranno studiare delle soluzioni di contenimento ovvero fare tutto ciò che consenta di prevenire conseguenze catastrofiche.

La caduta dei fulmini sulla turbina eolica è una causa che può generare sia rottura (ad esempio della pala) sia di incendio. Nel caso di incendio, non essendo possibile provvedere se non in casi eccezionali ad estinguere il fuoco laddove si è sviluppato ed è concentrato, si lascia bruciare completamente ciò che è stato attaccato dalle fiamme.

A questo proposito la navicella è dotata di un sistema antincendio, che consiste di rilevatori di fumo e CO<sub>2</sub> i quali rilevano gli incendi e attivano un sistema di spegnimento ad acqua atomizzata ad alta pressione nel caso di incendi dei componenti meccanici e a gas inerte (azoto) nel caso degli incendi dei componenti elettrici (cabine elettriche e trasformatore). Inoltre, il materiale di rivestimento della navicella contiene dei materiali “autoestinguenti” appunto per limitare in tutto l’eventualità di incendi.

L’aerogeneratore è dotato inoltre di un completo sistema antifulmine, in grado di proteggere da danni diretti ed indiretti sia la struttura interna che quella esterna che anche le persone.

Il fulmine viene “catturato” per mezzo di un sistema di conduttori integrati nelle pale del rotore, disposti ogni 5 metri per tutta la lunghezza della pala.

Da questi, la corrente del fulmine è incanalata attraverso un sistema di conduttori a bassa impedenza fino al sistema di messa a terra. La corrente di un eventuale fulmine è scaricata da rotore e dalla navicella alla torre tramite collettori ad anelli e scaricatori di sovratensioni.

La corrente del fulmine è infine scaricata a terra tramite un dispersore di terra.

I dispositivi antifulmine previsti devono risultare conformi con gli standard di protezione IEC 61024 – 1 Classe I.

### **5.3 Incidenti con influenza sull'ambiente**

Quando si parla di incidenti con influenza sull'ambiente bisogna tenere conto della eventuale collisione con corpi aerei, ovvero con corpi in grado di volare a certe altezze.

Sbattere contro un ostacolo di questo tipo, mobile e sottile, dovrebbe essere un'occasione particolarmente sfortunata.

La turbina è equipaggiata, in accordo alle disposizioni dell'ENAC (Ente Nazionale per l'Aviazione Civile) con un sistema di segnalazione notturna per la segnalazione aerea.

La segnalazione consiste nell'utilizzo di una luce rossa da installare sull'estradosso della navicella dell'aerogeneratore. Le turbine di inizio e fine tratto avranno una segnalazione diurna consistente nella verniciatura della parte estrema della pala con tre bande di colore rosso ciascuna di 6 metri per un totale di 18 metri.

### 5.4 Danni per l'avifauna

L'impatto che ha un impianto eolico sull'avifauna locale è uno dei maggiori punti di studio in fase di localizzazione e progettazione dell'impianto eolico. Già a livello nazionale ed europeo, vengono definite le cosiddette "Import Bird and Biodiversity Areas" (IBA), aree per la conservazione degli Habitat specie di avifauna locale.

Nelle aree dove dovrebbero essere costruiti questi aerogeneratori non ricade nessuna area IBA come si mostra nella figura seguente (Figura 8).

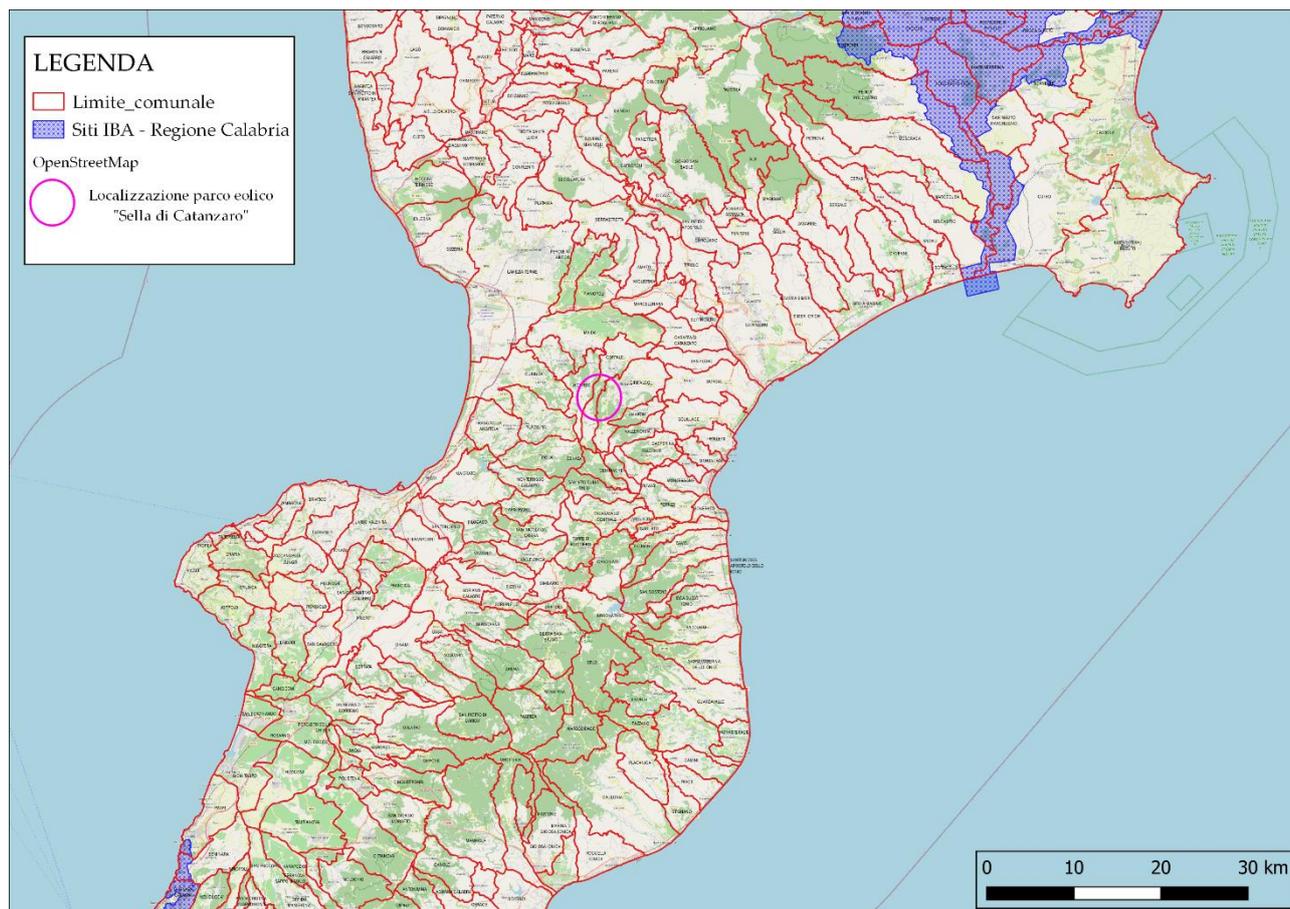


Figura 8. Siti IBA - Regione Calabria

Ad ogni modo, in qualsiasi area, vi potrebbe essere un possibile impatto con l'avifauna locale. Ma in ogni caso sarebbe utile monitorarla sia prima della costruzione che durante gli anni di funzionamento.

Vi sono stati studi in passato con valutazioni statistiche, da parte del Ministero dell'Ambiente olandese in cui porterebbe a far annoverare il numero di morti corrispondenti ad un sito di 1 GWh in confronto con altre attività umane in grado di produrre effetti altrettanto negativi sulla vita dei volatili. Ciò porta alla seguente analisi:

- 1500 (Mille e cinquecento) volatili morti per effetto dell'azione di caccia;

- 1000 (Mille) volatili morti per effetto della presenza di tralicci elettrici;
- 2000 (Duemila) elementi deceduti per effetto della presenza di traffico di vario genere e tipo;
- 20 (venti) a causa dell'intervento di rotor eolici.

Dai numeri provenienti da questi studi si evince come la fonte eolica genera solamente una minima parte dell'impatto sull'avifauna che essa subisce per una serie di attività umane legate o al proprio piacere o alle necessità vitali.

Con macchine delle dimensioni attuali il crescere della taglia porterebbe a velocità decrescenti e di conseguenza ad una migliore visibilità dell'ostacolo da parte del volatile e ciò indurrebbe ancora minori decessi per causa degli aerogeneratori.

### 6 INCIDENTI MECCANICI

Gli incidenti meccanici possono essere di vario tipo ovvero:

- Rottura o separazione della pala dal rotore;
- Deformazione della pala;
- Caduta di navicella e torre;
- Collisioni con corpi aerei;
- “Lancio di ghiaccio” formatosi sulle pale;

La rottura della pala può avvenire in due modi:

- Rottura della pala alla radice: è un fenomeno che risulta frequente in quanto la sezione di attacco è un punto critico dal punto di vista strutturale. Le cause possono essere legate:
  - ad una discontinuità della struttura ovvero, al passaggio del carico distribuito sulle fibre alla flangia di attacco;
  - ad una rottura che avviene alla giunzione bullonata tra le pale ed il mozzo.

Il modo in cui vengono fissati i bulloni nella fase di serraggio ha un'importanza determinante sulla resistenza della giunzione tra pala e mozzo. Per cui è previsto un controllo di tale serraggio durante le periodiche operazioni di manutenzione. L'evento di rottura si può quindi manifestare a causa di non corretti interventi di manutenzione a cui l'impianto eolico deve essere sottoposto. Di conseguenza una mancata manutenzione può portare alla rottura per fatica dei bulloni ed il distacco improvviso della pala. Per stimare la massima gittata della pala si considerano alcune ipotesi:

- distacco netto ed improvviso dell'intera pala dalla sua radice;
- baricentro posizionato ad un terzo della lunghezza della pala;
- assenza di attriti viscosi durante il “volo”;
- distacco in corrispondenza di un angolo di  $315^\circ$  rispetto alla verticale;
- distacco con la rotazione di massimo funzionamento;
- presenza del vento durante tutto il “volo” della pala;

### 6.1 Frammento di pala

L'evento della rottura di un frammento consistente di pala risulta meno frequente. Per le caratteristiche del materiale strutturale, tende ad essere una rottura progressiva. Pertanto, nella maggior parte dei casi si ha una prima flessione della struttura con conseguente inevitabile urto con la torre. La conseguente rottura dà luogo a traiettorie varie che non sono determinabili e calcolabili.



*Figura 9. Esempio di pala frammentata senza distacco.*

È possibile che alcuni frammenti possano staccarsi ma si tratta di parti molto leggere e non possono essere quindi oggetto di calcolo come avviene invece per la pala intera.

## 7 PROBABILITÀ DI ACCADIMENTO

Il processo di rottura della torre è una catena di eventi intermedi che si susseguono tra di loro. Di conseguenza la probabilità che accada sarà il totale della combinazione di tutti di eventi intermedi mediante il quale troviamo il risultato. Il risultato è basato sulla seguente relazione

$$P_{so} > P1 \times P2 \times P3 \times P4$$

Dove:

- Pso: valore di soglia;
- P1: probabilità dell'evento incidentale accaduto alla turbina eolica;
- P2: probabilità di urto tra oggetto da proteggere e pala;
- P3: probabilità di vento sfavorevole o delle condizioni ambientali;
- P4: probabilità di altre cause.

Di seguito si riporta una tabella con alcuni casi di incidenti registrati:

Sito	Data	Evento
Kaiser-Wilhelm-Koog (Schleswig-Holstein, De)	04.04.1997	rottura pala
Rebgeshain, Vogelsbergkreis (Hessen, De)	16.01.1999	caduta torre
Helpershain, Vogelsbergkreis (Hessen, De)	01.03.1999	caduta torre
Lichtenau Asseln, Paderbron (Westphalia, De)	12.12.1999	caduta torre
Lichtenau Kreis, Paderbron (Westphalia, De)	20.01.2000	rovesciamento di torre
Jutland (Dk)	29.01.2000	caduta di tre torri
Wittmund, Harlingerland (De)	10.02.2000	caduta torre
Wehe den Hoorn bei Groningen (Nl)	15.02.2000	caduta torre
Wieringerwaard-Kolhorn (West Friesland, Nl)	11.03.2000	caduta torre
Husum, Schleswig-Holstein (De)	28.11.2000	caduta torre
Burgos (Merindales, Sp)	09.12.2000	rottura torre
Colorado (USA)	15.05.'02	rottura pala
Ulrichstein-Helpershain (De)	09.09.'02	caduta rotore completo
Goldenstedt Ellenstedt (De)	28.10.'02	rovesciamento torre
Wachusett Wind Site, Princeton, (Massachusetts, USA)	19.11.'02	caduta torre anemometrica
Reinsberg im Kreis Freiberg (Sassonia, De)	05.04.'03	rottura torre
Köstorf im Kreis Lüneburg (Bassa Sassonia, De)	14.07.'03	fulminaz., perdita/deformazione pale
Borkum Offshore Wind Park (Nl)	21.12.'03	perdita pale
Portel, Boulogne sur Mer (Fr)	01.01.'04	rottura pala e torre
Lankern bei Dingden (Westfalia, De)	26.02.'04	lancio ghiaccio
Loon plage, Port de Dunkerque (Fr)	20.03.'04	rottura pala e torre
Carzig im Kreis Märkisch Oderland (Brandenburgo, De)	14.11.'04	lancio ghiaccio
Rhede, Kreis Borken (Westphalia, De)	12.12.'04	lancio ghiaccio
Bölling bei Dahl, Stadtgebiet (Westphalia, De)	30.01.'05	lancio ghiaccio
Schlüchtern-Hohenzell im Main-Kinzig-Kreis (Hessen, De)	01.02.'05	lancio ghiaccio
Crystal Rig, (Scozia)	07.04.'05	rottura pala
Weatherford (Oklahoma, USA)	06.05.'05	rottura di torre
St. Thegonnec, Pleyber Christ (Finistère, Bretagna, Fr)	06.10.'06 28.6 e 8.7.'04	rottura pala id.
Lankem bei Dingen (Westphalia, De)	17.12.'05	lancio ghiaccio
Filsumer Wind Park a Filsum bei Leer im	10.01.'06	lancio ghiaccio

## Relazione sui possibili incidenti

<i>Cold Northcott Windfarm, Bondmin Moor (Cornovaglia, Uk)</i>	<i>13.01.'06</i>	<i>rottura pala</i>
<i>Wachusett Wind Site, Princeton, Massachusetts (USA)</i>	<i>21.02.'06</i>	<i>perdita pale e torre</i>
<i>Oldside, Workington (Cumbria, Uk)</i>	<i>02.07.'06</i>	<i>rottura di pala</i>
<i>Lago Wilson (stato di Minnesota, USA)</i>	<i>01.09.'06(?)</i>	<i>rottura pala</i>
<i>Scroby Sands (Norfolk, uk)</i>	<i>06.10.'06</i>	<i>asportazione di punta da pala per urto con jack-up</i>
<i>Bondues (Lille, Francia)</i>	<i>04.12.'06</i>	<i>rovesciamento di torre</i>
<i>Schauenberg-Martinshagen im Landkreis Kasse (Bassa Sassonia, DE)</i>	<i>28.12.'06</i>	<i>lancio ghiaccio</i>
<i>Iwaya Wind Farm (distretto di Higashidori, Ja)</i>	<i>11 01.'07</i>	<i>rottura torre</i>
<i>Windpark Raden in Besdorf im Kreis Steinburg (Schleswig-Holstein, De)</i>	<i>13.01.'07</i>	<i>caduta torre</i>
<i>Fenner, Contea di Madison (stato di New York)</i>	<i>28.01.'07</i>	<i>rottura pala</i>
<i>Parc Cynog a Llanmiloe (Carmarthen, Galles)</i>	<i>25.02.'07</i>	<i>causa dubbia, danni ad una pala</i>
<i>Fairfield nella Contea di Herkimer (stato di New York)</i>	<i>08.03.'07</i>	<i>cedimento di due torri anemometriche</i>
<i>Allegheny Ridge Wind Farm, Contea di Cambria (Pennsylvania, USA)</i>	<i>31.03.'07</i>	<i>cricche in pala</i>
<i>Voe (Shetland, Scozia)</i>	<i>11.05.'07</i>	<i>caduta di torre anemometrica</i>
<i>Cham de Chamlonge, Saint Etienne de Lugdars (Ardèche, Fr)</i>	<i>15.06.'07</i>	<i>rottura di una pala</i>
<i>Uelvesbüll bei Husum a Landkreis Nordfriesland (Schleswig-Holstein, De)</i>	<i>30.07.'7</i>	<i>perduta una pala</i>
<i>Klondike III presso la città di Wasco, Contea rurale di Sherman (stato dell'Oregon, USA)</i>	<i>26.08.'07</i>	<i>rottura torre</i>
<i>Argyll, Beinn an Tuirc (Scozia)</i>	<i>08.11.'07</i>	<i>rottura torre</i>
<i>Fenner, Contea di Madison (stato di New York)</i>	<i>15.11.'07</i>	<i>rottura pala per insufficiente serraggio pala-mozzo</i>
<i>Hersket Newmarket (Cumbria, UK)</i>	<i>30.12.'07</i>	<i>cedimento torre</i>
<i>Alkmaar (NL)</i>	<i>15.05.'08</i>	<i>rottura pala</i>
<i>Cohocton (stato di New York)</i>	<i>27.01.'08</i>	<i>rottura pala</i>
<i>Prince Wind Energy Project, Sault St. Marie (Ontario, Canada)</i>	<i>30.01.'08</i>	<i>perdita di una pala</i>
<i>Isola di Texel (Olanda settentrionale, NL)</i>	<i>07.02.'08</i>	<i>caduta torre</i>
<i>Hyacintvej, Hornslet (Jutland orientale, Dk)</i>	<i>22.02.'08</i>	<i>esplosione turbina</i>
<i>Regioni di Tokai e Kanto (Ja)</i>	<i>09.04.'08</i>	<i>rottura di una pala in due turbine</i>
<i>Searsburg VT (stato del Vermont, USA)</i>	<i>15.09.'08</i>	<i>rottura di torre</i>

Tabella 2. Alcuni casi di incidenti registrati