



Regione Sicilia



Comune di Mazara del Vallo



Comune di Castelvetrano



Comune di Santa Ninfa

PROGETTO PER LA REALIZZAZIONE
DI UN IMPIANTO PER LA PRODUZIONE DI ENERGIA ELETTRICA A FONTE
RINNOVABILE EOLICA, OPERE CONNESSE ED INFRASTRUTTURE INDISPENSABILI
località Calamita di Mazara del Vallo

PROGETTO DEFINITIVO

SED_VRI
Valutazione rischi, incidenti e calamità

Proponente

SOCIETA' EOLICA DUE SRL
VIA ENRICO FERMI N 22/24
Palermo 90145
P.IVA: 06718530824



Progettista



Formato

A4

Scala

-

Scala stampa

-

Revisione	Descrizione	Data	Preparato	Controllato	Approvato
00	Prima emissione	08/11/2019	GLC	EB	Francesco Rossi



INDICE

1	Introduzione	3
2	Tipologie di incidenti.....	4
2.1	Cenni sul funzionamento di un aerogeneratore	4
2.2	Distacco di una delle pale del rotore e Rottura dell'estremità della pala.....	7
2.3	Incidenti legati al lancio di ghiaccio.....	9
2.4	Incidenti legati a possibili fulminazioni	10
2.5	Collisioni con corpi aerei estranei ed avifauna.....	11
3	Considerazioni	12



1 Introduzione

Il presente documento, costituisce il Documento di approfondimento su gravi incidenti e calamità relativo alla realizzazione di un impianto di produzione di energia elettrica da fonte eolica sito nel Comune di Mazara del Vallo in Provincia di Trapani.

Il Progetto prevede la realizzazione di un impianto composto da 13 aerogeneratori tripala con potenza nominale da 4,80 MW ciascuno, per una potenza installata di 62,4 MW, altezza al mozzo 120 m e diametro rotore 158 m. Essi ricadranno nel territorio del Comune di Mazara del Vallo (TP), nelle c.de Giammitro, Calamita, Decanto.

Il parco eolico sarà costituito dagli aerogeneratori, dalle nuove piste di accesso alle piazzole degli stessi e dalle opere per la connessione alla Rete di Trasmissione Nazionale (RTN) dell'energia elettrica. L'energia elettrica prodotta dagli aerogeneratori verrà vettoriata tramite cavidotto interrato ricadente nei Comuni di Mazara del Vallo, Castelvetrano e Santa Ninfa (TP). La stazione di trasformazione MT/AT sarà localizzata nel Comune di Santa Ninfa (TP) nelle vicinanze della nuova stazione in AT della RTN presso cui avverrà la consegna dell'energia.

L'iniziativa si inquadra nel piano di sviluppo di impianti per la produzione d'energia da fonte rinnovabile che la "Società Eolica Due S.r.l." intende realizzare nella Regione Sicilia per contribuire al soddisfacimento delle esigenze d'energia pulita e sviluppo sostenibile sancite sin dal Protocollo Internazionale di Kyoto del 1997 e ribadite nella "Strategia Energetica Nazionale 2017".

Il presente documento si propone di fornire un quadro dei possibili scenari legati ad eventi rari come incidenti gravi e calamità naturali analizzandone i rischi. Il presente documento tiene conto del fatto che esistono rischi legati all'esistenza ed al funzionamento del parco per coloro i quali popolano la zona in esame. I rischi potenziali sono dovuti alla presenza di componenti pensanti ed in movimento ad alla vicinanza di linee elettriche in media tensione.



2 Tipologie di incidenti

Nell'ambito della progettazione di un impianto di produzione energia da fonte eolica, uno dei molteplici aspetti che viene preso in considerazione è la valutazione degli effetti sull'ambiente circostante derivanti da un evento incidentale dovuto a varie tipologie di cause scatenanti.

Nell'ambito della progettazione ed esecuzione di un parco eolico le tipologie di incidenti analizzate sono le seguenti:

- Rottura delle pale dell'aerogeneratore;
- Incidenti legati al lancio di ghiaccio;
- Incidenti legati a possibili fulminazioni;
- Collisione con corpi aerei estranei ed avifauna.

2.1 Cenni sul funzionamento di un aerogeneratore

Gli impianti eolici, in condizioni di esercizio ordinario, non necessitano di presidio e sono in grado di funzionare in maniera autonoma ed il controllo del funzionamento e la gestione dei sistemi è svolta da remoto.

La presenza di lavoratori in 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.

Le pale, messe in rotazione dall'insieme delle azioni aerodinamiche della corrente ventosa, sono fissate ad un mozzo e l'insieme di queste parti costituisce il rotore. Il mozzo ha la funzione di trasmettere il moto su un primo albero di trasmissione, detto albero lento, per via di un collegamento rigido.

Al fine di garantire un alto rendimento dal generatore, tale velocità viene incrementata da un moltiplicatore di giri azionato dall'albero lento. L'albero in uscita, detto veloce, ruoterà ad una velocità angolare pari a quella dell'albero lento per il rapporto di trasmissione installato. Tali



componenti meccanici sono situati entro una cabina rigida detta navicella, installata su un supporto-cuscinetto girevole che consente di variare l'orientamento del gruppo navicella-rotore con facilità secondo la direzione del vento.

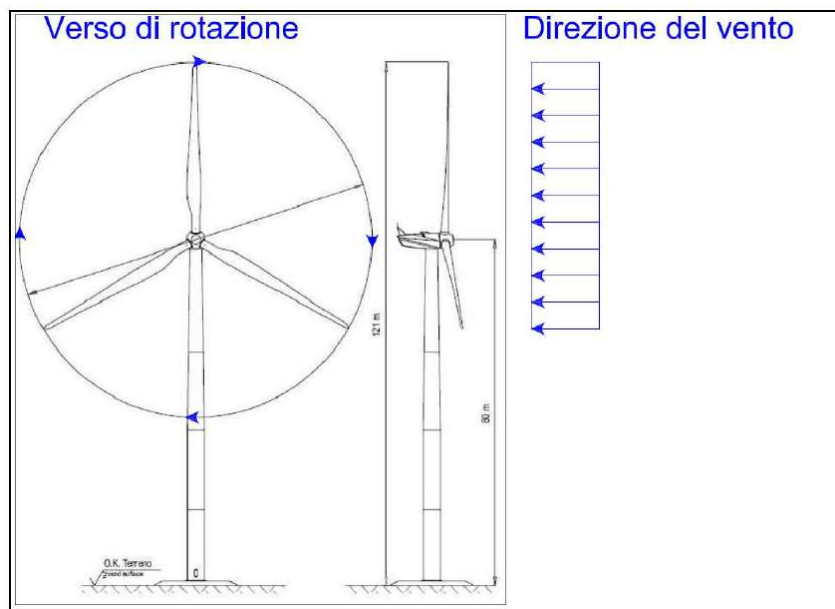


Figura 1: schema generico torre eolica



Fig. 4-1a. Schema di navicella completa di rotore e di pale (1. Raffreddamento olio; 2. Raffreddamento generatore; 3. Trasformatore; 4. Sensori condizioni vento; 5. Sistema controllo; 6. Argano e rotaia di movimentazione pezzi; 7. Punto di controllo generatore; 8. Collegamento generatore-moltiplicatore giri; 9. Azionamento imbardata; 10. Moltiplicatore; 11. Freno di stazionamento; 12. Cella di sostegno macchinario; 13. Cuscinetto di pala; 14/15. Albero; 16. Collegamento per azionamento pitch; 17. Controller dell'albero)

Figura 2: navicella



Il controllo della potenza generata e della velocità di rotazione è reso possibile da un sistema centralizzato che interviene su più parametri, tra cui il calettamento delle pale (rotazione delle pale intorno al proprio asse principale al fine di variare l'incidenza relativa della vena fluida e con essa intensità e direzione della risultante aerodinamica) e l'orientamento della navicella (controllo dell'imbardata o yaw).

A regime, il piano del rotore sarà sempre orientato perpendicolarmente alla direzione del vento (il vento investirà il rotore frontalmente), offrendo costantemente lo stesso profilo alare delle pale e garantendo il mantenimento del verso orario di rotazione indipendentemente dalla direzione del vento.

Da ciò ne segue che in condizioni operative il verso della velocità tangenziale della pala (o di un suo frammento), rispetto a quello del vento, è sempre noto. La letteratura di settore ha studiato vari casi di rischio caduta oggetti dall'alto connesso alla operatività di un aerogeneratore, fondamentalmente raggruppabili in due categorie di base:

- caduta di frammenti di ghiaccio formatisi sulla pala;
- rottura accidentale di pezzi meccanici in rotazione.

Considerate le caratteristiche climatiche dell'area d'impianto nel caso specifico in esame, il fenomeno della caduta di frammenti di ghiaccio verrà (la cui incidenza statistica si può considerare praticamente trascurabile) per concentrarci sull'indagine del danno che potrebbe essere provocato da elementi rotanti in caso di rottura.

Il rischio in quanto tale si considera come combinazione di due fattori:

- la probabilità che possa accadere un determinato evento;
- la probabilità che tale evento possa avere conseguenze sfavorevoli.

La valutazione della probabilità specifica che possa avvenire il distacco di un frammento di pala è connessa a una molteplicità di fattori che non è possibile determinare con accuratezza. Nel contesto dell'analisi del rischio, al mero scopo di avere una dimensione indicativa dell'incidenza del fenomeno, si farà infatti riferimento a dati statistici generali estrapolati dalla letteratura esistente. In base alla letteratura di settore, per tutti quegli incidenti che non siano riconducibili a cause eccezionali (uragani, tifoni), nella maggior parte dei casi si possono riconoscere due tipologie di fenomeno: il distacco di una delle pale dal rotore, e la rottura dell'estremità di pala.



2.2 Distacco di una delle pale del rotore e Rottura dell'estremità della pala

la pala è calettata sul mozzo mediante una giunzione bullonata. Può avvenire che, per varie ragioni, si possa verificare la rottura di tale collegamento. Nella maggior parte dei casi tale rottura dipende dal cedimento dei prigionieri che collegano il corpo strutturale della pala (il longherone) al mozzo.

Le pale dei rotori sono realizzate in materiale composito: tipicamente fibra di vetro rinforzata con materiali plastici quali il poliestere, o fibre epossidiche. La scelta dei materiali è dettata dalla necessità di garantire una resistenza strutturale adeguata alle variabilità delle sollecitazioni di natura aerodinamica e meccanica, contenendo al tempo stesso la massa delle parti in rotazione. A seguito di traumi meccanici di particolare intensità, si può manifestare un danneggiamento strutturale della pala dell'aerogeneratore. La discontinuità nella resistenza strutturale può determinare l'apertura di una cricca. Benché le fibre che compongono la pala tendano nella maggior parte dei casi a mantenerla comunque unita in unico pezzo, per quanto gravemente danneggiato, la frattura può propagarsi in corrispondenza dei cicli operativi di funzionamento e carico strutturale della pala, fino a determinarne la frammentazione.

Il principale fenomeno che comporta questo tipo di rottura della pala è la fulminazione diretta atmosferica. Proprio per questa ragione le normative tecniche vigenti prescrivono dei sistemi di protezione: ad esempio la norma CEI 81-1 individua la classe di protezione più elevata (Classe I) per gli aerogeneratori, che corrisponde a un livello di protezione del 98% (il 2% di probabilità che a fulminazione avvenuta si abbiano dei danni al sistema). Le pale sono quindi protette da sistemi di drenaggio della corrente di fulmine (vi sono tipicamente dei recettori metallici all'estremità della pala e lungo l'apertura della stessa, collegati a un sistema di messa a terra) che consentono di scaricare buona parte delle correnti indotte da fulminazione.

Tuttavia, può capitare che la corrente di fulmine effettiva ecceda i limiti progettuali fissati dalle normative tecniche di omologazione. A seconda dell'entità della scarica, si può manifestare un danneggiamento all'estremità di pala che comporta la



separazione dei due gusci del rivestimento, non necessariamente accompagnato da un distacco istantaneo. La dimensione dei frammenti che eventualmente si distaccano è altamente variabile e non facilmente prevedibile, considerata la natura dell'evento.

Per una descrizione più accurata delle dinamiche dell'evento si rimanda all'elaborato "Analisi degli effetti della rottura degli organi rotanti".

4.2 Risultati della simulazione

Simulazione 1: distacco della pala intera

Dati in ingresso

Altezza mozzo H_{mozzo}	120.9 m
Lunghezza corpo	79 m
Distanza del baricentro del corpo r_G	26.67 m
Frequenza max di rotazione di progetto	11.6 giri/min
Velocità tangenziale baricentro del corpo v	32.38 m/s

Dati in uscita

Angolo di gittata max ϑ_{max}	29°
Distanza massima orizzontale baricentro x_{max}	192.19 m

Quanto detto vale per il moto del baricentro del corpo. Nel caso in cui il corpo dovesse ribaltarsi e andare a toccare il suolo con l'estremità più lunga rispetto al baricentro, la massima distanza coperta da quella estremità della pala intera sarebbe pari a $192.19 + 79 + 23.03 = 294.22$ m.

Figura 3: risultati della simulazione della Analisi degli effetti della rottura degli organi rotanti allegata al progetto del parco eolico in esame



2.3 Incidenti legati al lancio di ghiaccio

La formazione di elementi ghiacciati o nevosi, quindi lastre, croste od ammassi nevosi di varia grandezza e costituzione, sono strettamente legati all'azione del freddo ed innescate da temperature invernali prossime allo 0° C.

Queste condizioni sono riscontrabili, sul territorio regionale siciliano, in zone che non fanno parte della zona scelta per l'installazione del parco in esame.

Se pur altamente improbabile che tali eventi possano occorrere, pare corretto non escludere apriori ed in modo assoluto tale evenienza. Le distanze percorse in volo da un corpo estraneo, come del ghiaccio formatosi sulla superficie della pala di un aerogeneratore durante un periodo di freddo particolarmente rigido, dipendono da diversi fattori, quali dimensioni, conformazione e consistenza della massa ghiacciata, la forza centrifuga raggiunta dalle pale e conseguentemente trasmessa al corpo estraneo, l'altezza della torre, il punto dell'area spazzata dal rotore dal quale la massa si distacca etc. Anche le caratteristiche intrinseche del sito in esame, come la presenza di oggetti da preservare, quella di abitanti od anche la stessa conformazione topografica, nel quale si ha la produzione di masse che cadono per gravità o vengono lanciate al suolo gioca un ruolo fondamentale nel rischio di lesioni.

I siti considerati per l'installazione delle torri eoliche si trovano tutti in aree agricole con scarsa frequentazione umana e mancanza quasi totale di costruzione antropiche nelle immediate vicinanze.

In considerazione di ciò e considerata anche la bassissima probabilità che si avverino le condizioni metereologiche necessarie per la formazione di ammassi nevosi e lastre di ghiaccio, la temperatura minima media annuale raggiunta nel sito durante i mesi invernali si attesta intorno ad i 7° C, appare evidente che il rischio ad esso associato sia quasi del tutto trascurabile.



2.4 Incidenti legati a possibili fulminazioni

Tenendo conto che questa tipologia d'incidenti viene causata da fenomeni non controllabili, nel caso specifico la scarica a terra di carica elettrica dall'atmosfera, fenomeno meteorologico non prevedibile sia nella posizione che nell'entità, risulta evedente come sia impossibile cercare di prevenirne l'accadimento.

Si dovranno quindi studiare soluzioni di contenimento e predisporre tutto ciò che consenta di evitare conseguenze catastrofiche per l'uomo e per l'ambiente.

I fulmini, che colpiscono una torre eolica, hanno come conseguenza più frequente o la rottura di parte di essa (ad esempio gli organi rotanti, argomento esposto nella relazione "Analisi degli effetti della rottura degli organi rotanti") o l'innescò di un incendio causa presenza di sostanze infiammabili (materiale strutturale delle pale, olio per il raffreddamento delle parti meccaniche, vapori combustibili, etc.) in fase di realizzazione.

Nel caso di accadimento di tale eventualità, non essendo possibile nella maggior parte dei casi provvedere all'estinzione del fuoco laddove si è sviluppato e concentrato l'incendio, risulta necessario lasciar bruciare completamente ciò che è stato attaccato dalle fiamme. Le Autorità locali (vigili del fuoco, polizia, etc.) si limiteranno a circoscrivere la zona colpita per il periodo di tempo necessario all'esaurimento dell'evento e per l'estenzione necessaria ad evitare eventi dannosi per cose e persone (caduta di parti, crolli, etc.).

Le navicelle sono dotate di sistema antincendio, costituito da rilevatori di fumo e monossido di carbonio (CO) che attivano un sistema di spegnimento ad acqua atomizzata ad alta pressione nel caso di incendi dei componenti meccanici ed a gas inerte (azoto) nel caso di incendi dei componenti elettrici (cabine elettriche e trasformatore). In aggiunta il rivestimento della navicella contiene materiali autoestinguenti e la torre è dotata di sistema antifulmine.

I dispositivi antifulmine previsti sono conformi agli standard della classe I di protezione secondo lo standard internazionale IEC 61024-1.



2.5 Collisioni con corpi aerei estranei ed avifauna

Per quanto riguarda le collisioni con corpi aerei estranei, si può ipotizzare che si tratti esclusivamente di volatili, non essendo presenti aeroporti attivi nelle vicinanze, ma il sistema di segnalazione considerata anche la possibilità di interazione con attività antropiche.

L'altezza massima alla quale arriva la punta della pala dell'aerogeneratore nel caso specifico è di circa 199 m (120 m altezza del mozzo e 158 m di diametro del sistema pala-navicella), mentre la quota minima è di circa 41 m e si tratta sempre di un organo mobile e relativamente sottile ma dotato, in accordo alle disposizioni dell'ENAC (Ente Nazionale per l'Aviazione Civile), di sistema di segnalazione aerea notturna e diurna.

La segnalazione notturna consiste nell'utilizzo di luci segnaletiche, mentre la diurna nella verniciatura di bande di colore rosso sulle pale.

Per quanto riguarda l'incidenza sull'avifauna, la letteratura fornisce una solida base per sostenere che l'impatto di tale attività antropica rappresenta un rischio contenuto, essendo riscontrati valori di mortalità inferiori a quelli derivanti da collisioni con altri manufatti quali strade, linee elettriche, torri per telecomunicazioni etc.



3 Considerazioni

L'azienda proponente fa capo al Gruppo VSB, che ha una comprovata e vastissima esperienza nella gestione a lungo termine di numerosi parchi eolici in varie zone geografiche. Ai fini della prevenzione e del monitoraggio i sistemi rotorici presenti nei parchi del Gruppo sono tutti confrontabili fra loro per modalità operative, struttura e limiti di esercizio.

Le azioni di monitoraggio e prevenzione che l'Azienda svolge, nel preciso interesse di tutelare l'integrità dei sistemi rotorici ed altre tipologie di incidenti e malfunzionamenti, sono riassumibili nelle seguenti famiglie:

1. Prevenzione

Viene svolta tramite l'ascolto e l'osservazione giornaliera e con campagne di indagini visive. L'ascolto e l'osservazione e ha lo scopo di evidenziare microalterazioni della superficie delle pale. Le campagne di indagini visive, svolte con telescopi ad alta definizione, servono a certificare periodicamente lo stato delle pale.

2. Monitoraggio strumentale

Il monitoraggio strumentale avviene in maniera continua ed è svolto dal sistema automatico di controllo dell'aerogeneratore. Questo, tramite la valutazione di opportuni parametri, è in grado di individuare sbilanciamenti del rotore e, quando diventano significativi, attua il blocco dell'aerogeneratore.

Tali azioni di prevenzione sono dunque volte a mantenere le buone condizioni di uso dei rotorici, mentre le azioni di monitoraggio impediscono di mantenere in esercizio operativo dei rotorici che non rispondano alle caratteristiche definite dal costruttore.