

PROPONENTE:

**D&D Costruzioni s.r.l.**

Sede in:

Viale Aleardo Aleardi, 1/D - 50124 Firenze, Italia

Pec: costruzionided@pec.it



PROVINCIA DI  
NUORO



PROVINCIA  
DEL SUD  
SARDEGNA



COMUNE DI  
USSASSAI



COMUNE DI  
SEUI



COMUNE DI  
ESCALAPLANO



COMUNE DI  
ESTERZILI



REGIONE  
AUTONOMA DELLA  
SARDEGNA

OGGETTO:

PROGETTO DEFINITIVO DI UN IMPIANTO EOLICO COMPOSTO DA 6 AEROGENERATORI CON POTENZA COMPLESSIVA DI 36 MW, DENOMINATO "SU CASTEDDU", NEL COMUNE DI USSASSAI (NU) E OPERE CONNESSE NEI COMUNI DI USSASSAI, SEUI (SU), ESTERZILI (SU) E ESCALAPLANO (SU)

NOME ELABORATO:

## VERIFICA PROTEZIONE CONTRO LE SCARICHE ATMOSFERICHE

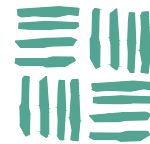
PROGETTO SVILUPPATO DA:

**AGREENPOWER s.r.l.**

Sede legale: Via Serra, 44

09038 Serramanna (SU) - ITALIA

Email: info@agreenpower.it



agreenpower s.r.l.

GRUPPO DI LAVORO:

Ing. Simone Abis  
Dott. Ing. Fabio Sirigu  
Dott. Ing. Daniele Cabiddu  
Arch. Roberta Sanna  
Ing. Danilo Marras  
Dott. Gianluca Fadda

COLLABORATORI:

Vamirgeoind Ambiente Geologia e  
Geofisica Srl  
bmp Srl  
Dott. Archeologo Matteo Tatti  
Dott. Geologo Luigi Sanciu  
Dott. Naturalista Francesco Mascia  
Dott. Agronomo Vincenzo Sechi  
Ing. Federico Miscali  
Ing. Vincenzo Carboni

TIMBRO E FIRMA:

SCALA:	CODICE ELABORATO	TIPOLOGIA	FASE PROGETTUALE			
-	REL.PE.04	IMPIANTO EOLICO	DEFINITIVO			
FORMATO:						
-						
3						
2						
1						
0	Prima emissione	Marzo 2024	Agreenpower	Agreenpower	Agreenpower	
REV.	DESCRIZIONE	DATA	REDATTO	CONTROLLATO	APPROVATO	



**D&D COSTRUZIONI S.R.L.**

**IMPIANTO EOLICO "SU CASTEDDU"**

**POTENZA NOMINALE 36 MW**

*Comune di Ussassai (NU)*

*Comune di Seui (SU)*

*Comune di Esterzili (SU)*

*Comune di Escalaplano (SU)*

**REL.PE.04**

**VERIFICA PROTEZIONE CONTRO LE SCARICHE  
ATMOSFERICHE**

## INDICE DELLE REVISIONI

Data	Descrizione	Redatto	Verificato	Approvato
Marzo 2024	Prima emissione	Agreenpower	Agreenpower	Agreenpower

## GRUPPO DI LAVORO

Nome e cognome	Ruolo
Dott. Gianluca Fadda	Coordinamento generale, amministrazione
Ing. Simone Abis	Progettazione civile, cartografia, vincolistica
Dott. Ing. Daniele Cabiddu	Progettazione ambientale, vincolistica
Dott. Ing. Fabio Sirigu	Progettazione elettrica
Arch. Roberta Sanna	Progettazione civile, cartografia
Ing. Danilo Marras	Progettazione civile, cartografia

## SOMMARIO

1. Premessa.....	5
1.1. Descrizione del progetto .....	5
1.2. Tipo e ubicazione dell'impianto .....	5
1.3. Contenuto del documento .....	5
1.4. Norme tecniche di riferimento.....	6
2. Individuazione della struttura da proteggere .....	7
3. Dati iniziali.....	7
3.1. Densità annua di fulmini a terra.....	7
3.2. Dati relativi alle strutture.....	7
3.3. Dati relativi alle linee elettriche esterne.....	7
3.4. Definizione e caratteristiche delle zone.....	8
4. Calcolo delle aree di raccolta (struttura e linee elettriche esterne).....	9
5. Valutazione dei rischi .....	9
5.1. Aerogeneratore.....	9
5.2. Cabina di campo.....	10
5.3. SSEU.....	10
6. Scelta delle misure di protezione .....	11
7. Conclusioni.....	11
8. Appendici.....	12
8.1. Caratteristiche delle strutture.....	12
8.2. Caratteristiche delle linee elettriche.....	12
8.3. Caratteristiche delle zone: Aerogeneratore .....	13
8.4. Caratteristiche delle zone: Cabina di campo .....	14
8.5. Caratteristiche delle zone: SSEU .....	15
8.6. Aree di raccolta e numero annuo di eventi pericolosi: Aerogeneratore .....	16
8.7. Aree di raccolta e numero annuo di eventi pericolosi: Cabina di campo .....	16
8.8. Aree di raccolta e numero annuo di eventi pericolosi: SSEU .....	17
8.9. Valori delle probabilità P per le strutture non protette.....	17
9. Dimensioni strutture e aree di raccolta .....	19
9.1. Aerogeneratore.....	19
9.2. Cabina di campo.....	21
9.3. SSEU.....	22

---

10. Valore di  $N_G$ ..... 23

## 1. PREMESSA

### 1.1. Descrizione del progetto

La presente relazione descrittiva riguarda la progettazione dell'impianto elettrico interno al parco eolico, fino alla Sottostazione Elettrica Utente di trasformazione MT/AT (step-up o SSEU). Il parco eolico è denominato "Su Casteddu" ed è costituito da n. 6 aerogeneratori del produttore VESTAS, serie EnVentus modello V162-6.0 MW, ciascuno di potenza pari a 6 MW, aventi altezza mozzo 166 m e diametro del rotore 162 m, per complessivi 36 MW.

L'impianto sarà del tipo grid-connected e l'energia elettrica prodotta sarà riversata completamente in rete, salvo gli autoconsumi di centrale.

Come da STMG di TERNIA allegata al preventivo di connessione datato 12/09/2023 - codice pratica 202303317 - si prevede un collegamento in antenna a 150 kV con una nuova stazione elettrica (SE) di smistamento a 150 kV RTN da inserire in entra-esce alla linea RTN 150 kV "Goni - Ulassai" e da collegare, per il tramite di due nuovi elettrodotti RTN a 150 kV, con una nuova SE di trasformazione RTN a 380/150 kV da inserire in entra - esce alla linea RTN 380 kV "Ittiri - Selargius".

La stessa STMG informa che, al fine di razionalizzare l'utilizzo delle strutture di rete, sarà necessario condividere lo stallo in stazione con altri impianti di produzione; in alternativa sarà necessario prevedere ulteriori interventi di ampliamento da progettare.

Al fine di consentire ciò, l'area destinata alla SSEU includerà una parte predisposta per espansioni future e per l'installazione di ulteriori trasformatori AT/MT.

La SSEU sarà trattata nel documento di progetto REL.PE.02 - Relazione di impianto di connessione alla rete (AT).

Per l'alimentazione dei servizi ausiliari è prevista l'installazione di un trasformatore 30/0,4 kV, della potenza di 100 kVA.

Il progetto è redatto secondo le norme CEI ed in conformità a quanto indicato nelle prescrizioni di Terna S.p.A.

### 1.2. Tipo e ubicazione dell'impianto

L'impianto eolico è situato in agro del Comune di Ussassai (NU).

Le linee elettriche MT a 30 kV interrate, che connettono il sito di produzione alla SSEU, sono dislocate nei territori comunali di Ussassai, Seui (SU), Esterzili (SU) ed Escalaplano (SU). La Sottostazione Elettrica Utente si trova nel comune di Escalaplano (SU) e Seui (SU).

### 1.3. Contenuto del documento

Questo documento contiene:

- la relazione sulla valutazione dei rischi dovuti al fulmine;
- la scelta delle misure di protezione da adottare ove necessarie.

per le strutture del parco eolico ubicato nei Comuni di Ussassai (NU), Seui (SU), Esterzili (SU) ed Escalaplano (SU).

#### 1.4. Norme tecniche di riferimento

Questo documento è stato elaborato con riferimento alle seguenti norme:

- CEI EN 62305-1 "Protezione contro i fulmini. Parte 1: Principi generali", febbraio 2013;
- CEI EN 62305-2 "Protezione contro i fulmini. Parte 2: Valutazione del rischio", febbraio 2013;
- CEI EN 62305-3 "Protezione contro i fulmini. Parte 3: Danno materiale alle strutture e pericolo per le persone", febbraio 2013;
- CEI EN 62305-4 "Protezione contro i fulmini. Parte 4: Impianti elettrici ed elettronici nelle strutture", febbraio 2013;
- CEI 81-29 "Linee guida per l'applicazione delle norme CEI EN 62305", maggio 2020;
- CEI EN IEC 62858 "Densità di fulminazione. Reti di localizzazione fulmini (LLS) - Principi generali", maggio 2020.

## 2. INDIVIDUAZIONE DELLA STRUTTURA DA PROTEGGERE

L'individuazione della struttura da proteggere è essenziale per definire le dimensioni e le caratteristiche da utilizzare per la valutazione dell'area di raccolta.

Si considerano come strutture in esame:

- l'aerogeneratore, trattato come struttura a sé stante e fisicamente separato da altre costruzioni;
- la cabina di raccolta, sita in prossimità dell'aerogeneratori WTG-200;
- la Sottostazione Elettrica dell'Utente (SSEU).

Le dimensioni e le caratteristiche delle strutture considerate, ai sensi dell'art. A.2.2 della norma CEI EN 62305-2, sono quelle dell'aerogeneratore e quelle delle apparecchiature e dei fabbricati costituenti la SSEU.

## 3. Dati iniziali

### 3.1. Densità annua di fulmini a terra

La densità annua di fulmini a terra al kilometro quadrato in un punto baricentrico rispetto alle posizioni nelle quali sono ubicate le strutture (in proposito vedere l'allegato 10 Valore di  $N_G$ ), vale:

$$N_G = 1,28 \text{ fulmini/anno km}^2$$

### 3.2. Dati relativi alle strutture

La pianta delle strutture è riportata nel paragrafo 9 Dimensioni strutture e aree di raccolta

La destinazione d'uso prevalente delle strutture è: altro

In relazione anche alla loro destinazione d'uso, le strutture possono essere soggette a:

- perdita di vite umane

In accordo con la norma CEI EN 62305-2 per valutare la necessità della protezione contro il fulmine, deve pertanto essere calcolato:

- rischio R1;

L'aerogeneratore ha struttura portante metallica.

Le apparecchiature presenti nella SSEU (trasformatori, sbarre, dispositivi di interruzione e/o sezionamento) sono costituiti prevalentemente da elementi metallici.

### 3.3. Dati relativi alle linee elettriche esterne

Le strutture sono servite dalle seguenti linee elettriche:

- Linea di energia: ELETTRICA AT;
- Linea di energia: ELETTRICA MT.



Le caratteristiche delle linee elettriche sono riportate in appendice 8.2 Caratteristiche delle linee elettriche

### 3.4. Definizione e caratteristiche delle zone

Tenuto conto di:

- compartimenti antincendio esistenti e/o che sarebbe opportuno realizzare;
- eventuali locali già protetti (e/o che sarebbe opportuno proteggere specificamente) contro il LEMP (impulso elettromagnetico);
- i tipi di superficie del suolo all'esterno della struttura, i tipi di pavimentazione interni ad essa e l'eventuale presenza di persone;
- le altre caratteristiche della struttura e, in particolare il lay-out degli impianti interni e le misure di protezione esistenti;

sono state definite le seguenti zone:

- Z1A: Struttura aerogeneratore tipo;
- Z1B: Cabina di campo;
- Z1C: SSEU.

Le caratteristiche delle zone, i valori medi delle perdite, i tipi di rischio presenti e le relative componenti sono riportate in appendice 8.3 Caratteristiche delle zone: Aerogeneratore e 8.5 Caratteristiche delle zone: SSEU.

## 4. CALCOLO DELLE AREE DI RACCOLTA (STRUTTURA E LINEE ELETTRICHE ESTERNE)

L'area di raccolta AD dei fulmini diretti sulla struttura è stata valutata analiticamente o graficamente come indicato nella norma CEI EN 62305-2, art. A.2.

L'area di raccolta AM dei fulmini a terra vicino alla struttura, che ne possono danneggiare gli impianti interni per sovratensioni indotte, è stata valutata analiticamente o graficamente come indicato nella norma CEI EN 62305-2, art. A.3.

Le aree di raccolta AL e AI di ciascuna linea elettrica esterna sono state valutate analiticamente come indicato nella norma CEI EN 62305-2, art. A.4 e A.5.

I valori delle aree di raccolta (A) e i relativi numeri di eventi pericolosi all'anno (N) sono riportati in appendice 8.6 Aree di raccolta e numero annuo di eventi pericolosi: Aerogeneratore e 8.8 Aree di raccolta e numero annuo di eventi pericolosi: SSEU.

I valori delle probabilità di danno (P) per il calcolo delle varie componenti di rischio considerate sono riportate in appendice 8.9 Valori delle probabilità P per le strutture non protette.

## 5. VALUTAZIONE DEI RISCHI

### 5.1. Aerogeneratore

#### 5.1.1. *Rischio R1: perdita di vite umane*

##### **Calcolo del rischio R1**

I valori delle componenti ed il valore del rischio R1 sono di seguito indicati.

Z1A: Struttura

RA: 1,20E-08

RB: 1,20E-08

RU(ELETTRICO): 1,20E-09

RV(ELETTRICO): 1,20E-08

Totale: 3,73E-08

Valore totale del rischio R1 per la struttura: 3,73E-08

##### **Analisi del rischio R1**

Il rischio complessivo  $R1 = 3,73E-08$  è inferiore a quello tollerato  $RT = 1E-05$

## 5.2. Cabina di campo

### 5.2.1. *Rischio R1: perdita di vite umane*

#### Calcolo del rischio R1

I valori delle componenti ed il valore del rischio R1 sono di seguito indicati.

Z1B: Struttura

RA: 8,03E-11

RB: 8,03E-11

RU (ELETTRICO): 1,10E-12

RV (ELETTRICO): 1,10E-12

Valore totale del rischio R1 per la struttura: 3,38E-09

#### Analisi del rischio R1

Il rischio complessivo R1 = 3,38E-09 è inferiore a quello tollerato RT = 1E-05

## 5.3. SSEU

### 5.3.1. *Rischio R1: perdita di vite umane*

#### Calcolo del rischio R1

I valori delle componenti ed il valore del rischio R1 sono di seguito indicati.

Z1B: Struttura

RA: 2,35E-07

RB: 2,35E-07

RU(ELETTRICO): 5,27E-09

RV(ELETTRICO): 5,27E-09

Totale: 4,80E-07

Valore totale del rischio R1 per la struttura: 4,80E-07

#### Analisi del rischio R1

Il rischio complessivo R1 = 4,80E-07 è inferiore a quello tollerato RT = 1E-05

## 6. SCELTA DELLE MISURE DI PROTEZIONE

Poiché il rischio complessivo:

- $R1 = 3,73E-08$  per l'aerogeneratore;
- $R1 = 3,38E-09$  per la cabina di campo;
- $R1 = 4,80E-07$  per la SSEU

è inferiore a quello tollerato  $RT = 1E-05$ , non occorre adottare alcuna misura di protezione per ridurlo ulteriormente.

## 7. CONCLUSIONI

Secondo la norma CEI EN 62305-2 le strutture:

- Aerogeneratore;
- Cabina di campo;
- SSEU

sono protette contro le fulminazioni.

## 8. APPENDICI

### 8.1. Caratteristiche delle strutture

Dimensioni: vedi disegni

Coefficiente di posizione: isolata in cima ad una collina ( $CD = 2$ )

Schermo esterno alla struttura: assente

Densità di fulmini a terra (fulmini/anno  $km^2$ )  $Ng = 1,28$

### 8.2. Caratteristiche delle linee elettriche

#### 8.2.1. Aerogeneratore

Caratteristiche della linea: ELETTRICA

La linea ha caratteristiche uniformi lungo l'intero percorso

Tipo di linea: energia - interrata con trasformatore MT/BT

Lunghezza (m)  $L = 1000$

Resistività (ohm x m)  $r = 400$

Coefficiente ambientale (CE): rurale

Schermo collegato alla stessa terra delle apparecchiature alimentate:  $1 < R \leq 5$  ohm/km

SPD ad arrivo linea: livello I ( $PEB = 1$ )

#### 8.2.2. Cabina di campo

Caratteristiche della linea: ELETTRICA MT

La linea ha caratteristiche uniformi lungo l'intero percorso

Tipo di linea: energia - interrata

Lunghezza (m)  $L = 50$

Resistività (ohm x m)  $r = 400$

Coefficiente di posizione (CD): 0,25 (struttura circondata da oggetti più alti)

Coefficiente ambientale (CE): rurale

Schermo collegato alla stessa terra delle apparecchiature alimentate:  $1 < R \leq 5$  ohm/km

SPD ad arrivo linea: livello I ( $PEB = 1$ )

Si considera una struttura con dimensioni indicative pari a:

- $L_{ADJ} \quad 4,5$  m

- $W_{ADJ}$  2,5 m
- $H_{ADJ}$  3,22 m

### 8.2.3. SSEU

Caratteristiche della linea: ELETTRICA AT

La linea ha caratteristiche uniformi lungo l'intero percorso

Tipo di linea: energia - aerea

Lunghezza (m)  $L = 50$

Resistività (ohm x m)  $r = 400$

Coefficiente ambientale (CE): rurale

Schermo collegato alla stessa terra delle apparecchiature alimentate:  $1 < R \leq 5$  ohm/km

SPD ad arrivo linea: livello I (PEB = 1)

Si considera una struttura adiacente (stazione AT TERNA) con dimensioni stimate in:

- $L_{ADJ}$  85 m
- $W_{ADJ}$  50 m
- $H_{ADJ}$  10 m

Caratteristiche della linea: ELETTRICA MT

La linea ha caratteristiche uniformi lungo l'intero percorso

Tipo di linea: energia - interrata con trasformatore MT/BT

Lunghezza (m)  $L = 1000$

Resistività (ohm x m)  $r = 400$

Coefficiente ambientale (CE): rurale

Schermo collegato alla stessa terra delle apparecchiature alimentate:  $1 < R \leq 5$  ohm/km

SPD ad arrivo linea: livello I (PEB = 1)

## 8.3. Caratteristiche delle zone: Aerogeneratore

### 8.3.1. Struttura

Tipo di zona: esterna

Tipo di pavimentazione: erba ( $r_t = 0,01$ )

Rischio di incendio: basso ( $r_f = 0,01$ )

Pericoli particolari: ridotto rischio di panico ( $h = 1$ )

Protezioni antincendio: manuali ( $r_p = 0,5$ )

Schermatura di zona: in via cautelativa si assume che sia assente ( $KS_2 = 1$ )

Protezioni contro le tensioni di contatto e di passo: nessuna ( $PTA = 1$ )

### **8.3.2. Impianto interno: elettrico**

Alimentato dalla linea ELETTRICA MT

Tipo di circuito: nessuna precauzione, cavo non schermato ( $Ks_3 = 1$ )

Tensione di tenuta: 36 kV

Sistema di SPD - livello: Assente ( $PSPD = 1$ )

### **8.3.3. Valori medi delle perdite per la zona**

#### **Rischio 1**

Tempo per il quale le persone sono presenti nella struttura (ore all'anno): 2 persone x 50 h/anno

Perdita per tensioni di contatto e di passo (relativa a R1)  $LA = LU = 0$

Perdita per danno fisico (relativa a R1)  $LB = LV = 2,5E-03$

#### **Rischi e componenti di rischio presenti nella zona**

Rischio 1:  $R_a$   $R_b$   $R_u$   $R_v$

## **8.4. Caratteristiche delle zone: Cabina di campo**

### **8.4.1. Struttura**

Tipo di zona: esterna

Tipo di pavimentazione: erba ( $r_t = 0,01$ )

Rischio di incendio: basso ( $r_f = 0,01$ )

Pericoli particolari: ridotto rischio di panico ( $h = 1$ )

Protezioni antincendio: manuali ( $r_p = 0,5$ )

Schermatura di zona: in via cautelativa si assume che sia assente ( $KS_2 = 1$ )

Protezioni contro le tensioni di contatto e di passo: nessuna ( $PTA = 1$ )

### **8.4.2. Impianto interno: elettrico**

Alimentato dalla linea ELETTRICA MT

Tipo di circuito: nessuna precauzione, cavo non schermato ( $Ks_3 = 1$ )

Tensione di tenuta: 36 kV

Sistema di SPD - livello: Assente (PSPD =1)

### 8.4.3. Valori medi delle perdite per la zona

#### Rischio 1

Tempo per il quale le persone sono presenti nella struttura (ore all'anno): 2 persone x 50 h/anno

Perdita per tensioni di contatto e di passo (relativa a R1) LA = LU = 5,71E-07

Perdita per danno fisico (relativa a R1) LB = LV = 5,71E-07

#### Rischi e componenti di rischio presenti nella zona: Struttura

Rischio 1: Ra Rb Ru Rv

## 8.5. Caratteristiche delle zone: SSEU

### 8.5.1. Struttura

Tipo di zona: esterna

Tipo di pavimentazione: cemento (rt = 0,01)

Rischio di incendio: medio (rf = 1E-01)

Pericoli particolari: ridotto medio di panico (h = 2)

Protezioni antincendio: manuali (rp = 0,5)

Schermatura di zona: assente (KS2 = 1)

Protezioni contro le tensioni di contatto e di passo: nessuna (PTA = 1)

### 8.5.2. Impianto interno: elettrico

Alimentato dalla linea ELETTRICA MT

Tipo di circuito: nessuna precauzione, cavo non schermato (Ks3 = 1)

Tensione di tenuta: 36 kV

Sistema di SPD - livello: Assente (PSPD =1)

### 8.5.3. Valori medi delle perdite per la zona

#### Rischio 1

Tempo per il quale le persone sono presenti nella struttura (ore all'anno): 100

Perdita per tensioni di contatto e di passo (relativa a R1) LA = LU = 0

Perdita per danno fisico (relativa a R1) LB = LV = 2,50E-03

#### Rischi e componenti di rischio presenti nella zona: Struttura



Rischio 1: Ra Rb Ru Rv

## 8.6. Aree di raccolta e numero annuo di eventi pericolosi: Aerogeneratore

### 8.6.1. Struttura

Area di raccolta per fulminazione diretta della struttura AD = 8,51E-01 km<sup>2</sup>

Area di raccolta per fulminazione indiretta della struttura AM = 8,08E-01 km<sup>2</sup>

Numero di eventi pericolosi per fulminazione diretta della struttura ND = 2,18

Numero di eventi pericolosi per fulminazione indiretta della struttura NM = 1,03

### 8.6.2. Linee elettriche

Area di raccolta per fulminazione diretta (AL) e indiretta (AI) delle linee:

ELETTRICA MT

AL = 0,04 km<sup>2</sup>

AI = 4,00 km<sup>2</sup>

Numero di eventi pericolosi per fulminazione diretta (NL) e indiretta (NI) delle linee:

ELETTRICA MT

NL = 5,12E-03

NI = 5,12E-01

## 8.7. Aree di raccolta e numero annuo di eventi pericolosi: Cabina di campo

### 8.7.1. Struttura

Area di raccolta per fulminazione diretta della struttura AD = 4,40E+02 m<sup>2</sup>

Area di raccolta per fulminazione indiretta della struttura AM = 7,92E+05 m<sup>2</sup>

Numero di eventi pericolosi per fulminazione diretta della struttura ND = 1,41E-04

Numero di eventi pericolosi per fulminazione indiretta della struttura NM = 1,0142

### 8.7.2. Linee elettriche

Area di raccolta per fulminazione diretta (AL) e indiretta (AI) delle linee:

ELETTRICA MT

AL = 40.000 m<sup>2</sup>

AI = 4,00 km<sup>2</sup>

Numero di eventi pericolosi per fulminazione diretta (NL) e indiretta (NI) delle linee:

ELETTRICA MT

NL = 5,12E-05

NI = 5,12E-03

## 8.8. Aree di raccolta e numero annuo di eventi pericolosi: SSEU

### 8.8.1. Struttura

Area di raccolta per fulminazione diretta della struttura AD = 9,87E+03 m<sup>2</sup>

Area di raccolta per fulminazione indiretta della struttura AM = 9,48E+05 m<sup>2</sup>

Numero di eventi pericolosi per fulminazione diretta della struttura ND = 1,26E-02

Numero di eventi pericolosi per fulminazione indiretta della struttura NM = 1,214

### 8.8.2. Linee elettriche

Area di raccolta per fulminazione diretta (AL) e indiretta (AI) delle linee:

LINEA ENTRANTE	ELETTRICA AT	ELETTRICA MT
AL	0,004 km <sup>2</sup>	0,04 km <sup>2</sup>
AI	0,4 km <sup>2</sup>	4,0 km <sup>2</sup>

Numero di eventi pericolosi per fulminazione diretta (NL) e indiretta (NI) delle linee:

LINEA ENTRANTE	ELETTRICA AT	ELETTRICA MT
NL	1,024E-03	2,56E-02
NI	1,024E-01	2,56

## 8.9. Valori delle probabilità P per le strutture non protette

### 8.9.1. Zona Z1A: aerogeneratore

PA = 0,01

PB = 0,01

PU = 0,001

PV = 0,01

### 8.9.1. Zona Z1B: Cabina di campo

PA = 1,0

PB = 1,0

PU = 0,01

PV = 0,01

### 8.9.2. Zona Z1C: SSEU

PA = 1,0

PB = 1,0

PU = 0,02

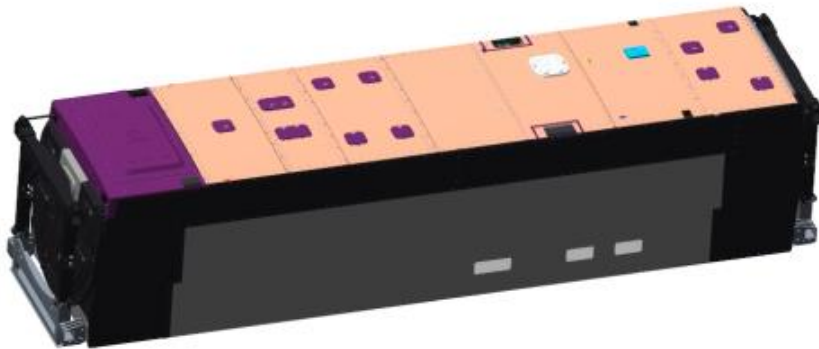
PV = 0,02

## 9. DIMENSIONI STRUTTURE E AREE DI RACCOLTA

### 9.1. Aerogeneratore

#### 9.1.1. Dimensioni della struttura

L'aerogeneratore della Vestas selezionato per lo sviluppo del progetto è basato sulla piattaforma EnVentus, e in particolare il modello V162 utilizza la navicella di dimensioni grandi.



Component	Variant	Length [m]	Width [m]	Height [m]	Weight [T]
Nacelle	Big	18	4,2	4,3	~90
	Small	15	4	3,8	?

Si è ipotizzata una struttura avente dimensioni in pianta coincidenti con quelle della navicella e altezza pari a quella del soffitto della navicella stessa.

Questo si può considerare di altezza pari all'altezza del mozzo più metà dell'altezza della navicella.

Dimensioni: **18 m x 4,2 m x 168,15 m**

#### 9.1.2. Area di raccolta per fulminazione diretta AD

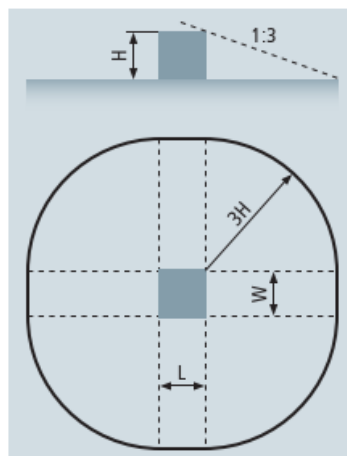


Figura 9.1: Area di raccolta equivalente AD per fulmini diretti su una struttura isolata

L'area di raccolta AD per una struttura rettangolare isolata di lunghezza L, larghezza W e altezza H, su una superficie piana, è calcolata come segue:

$$AD = L \times W + 2 \times (3 H) (L+W) + \pi (3 H)^2$$

Area di raccolta **AD = 82.200 m<sup>2</sup>**

### 9.1.3. Area di raccolta per fulminazione indiretta AM

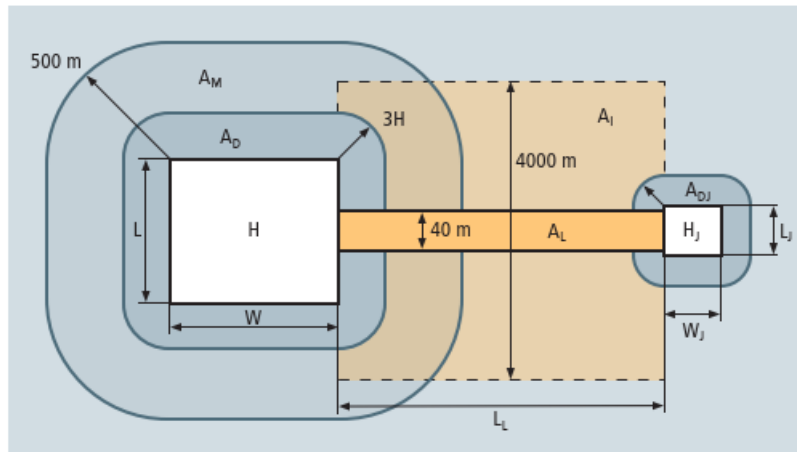


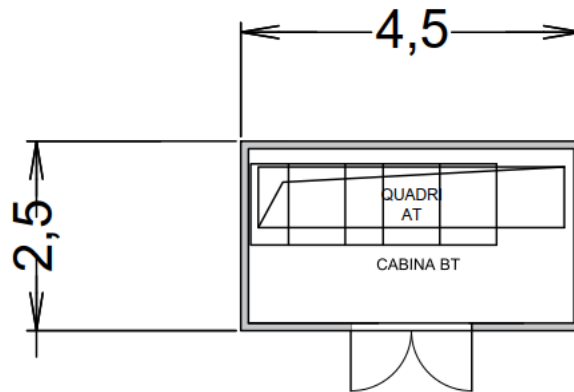
Figura 9.2: Area di raccolta equivalente AM, AL, AI per fulminazione indiretta della struttura

AM è l'area di raccolta che si ottiene tracciando intorno alla struttura una linea a una distanza di 500 m.

Area di raccolta **AM = 80.800 m<sup>2</sup>**

## 9.2. Cabina di campo

### 9.2.1. Dimensioni della struttura



Si è ipotizzata una struttura avente dimensioni corrispondenti a quelle della cabina stessa.

Dimensioni: 4,5 m x 2,5 m x 3,22 m

### 9.2.2. Area di raccolta per fulminazione diretta AD

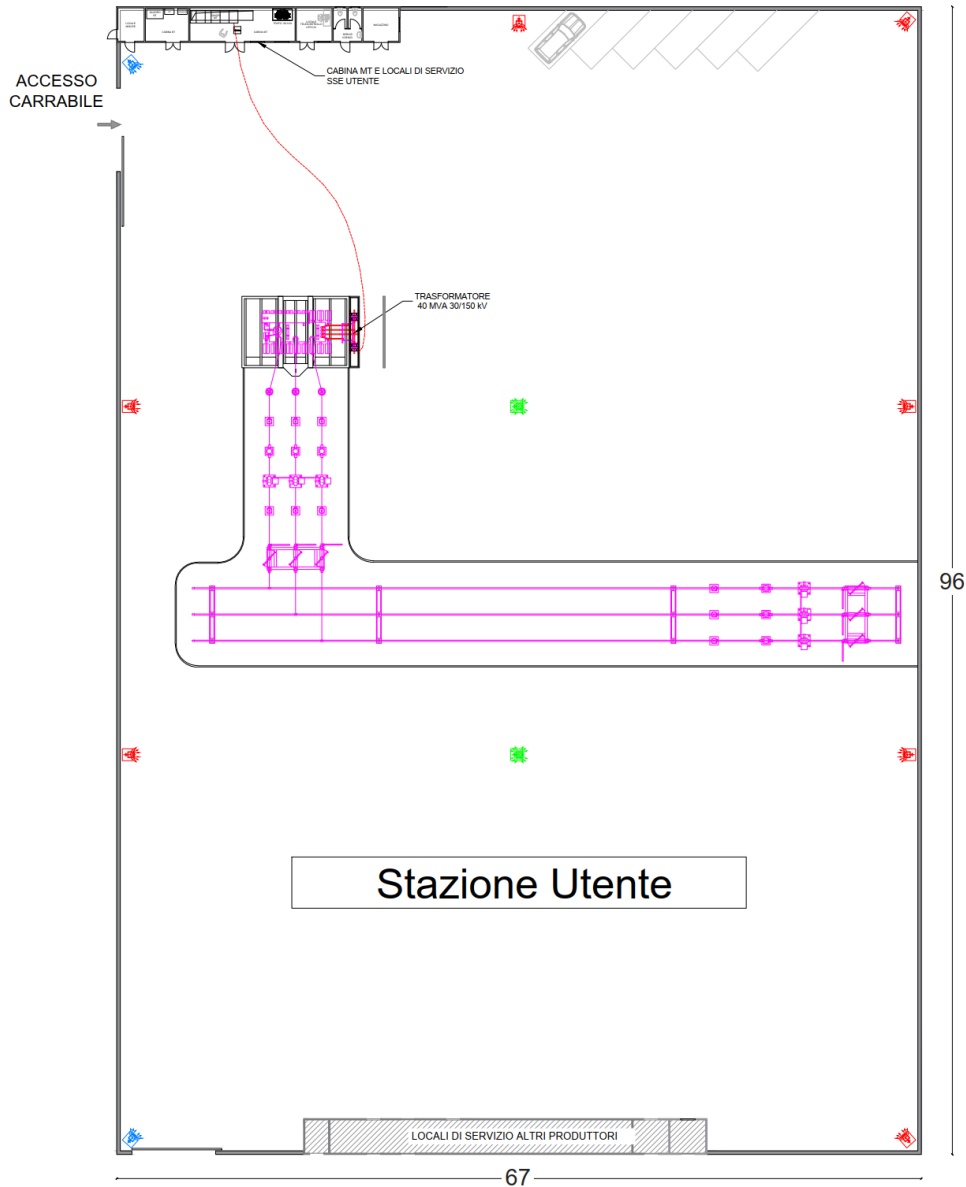
Area di raccolta AD = 440 m<sup>2</sup>

### 9.2.3. Area di raccolta per fulminazione indiretta AM

Area di raccolta AM = 79.200 m<sup>2</sup>

## 9.3. SSEU

### 9.3.1. Dimensioni della struttura



Si è ipotizzata una struttura avente dimensioni in pianta coincidenti con quelle occupate dalle apparecchiature e dagli edifici e altezza pari a quella dell'apparecchiatura più alta (8 m).

Dimensioni: 96 m x 67 m x 8 m

### 9.3.2. Area di raccolta per fulminazione diretta AD

Area di raccolta AD = 16.100 m<sup>2</sup>

### 9.3.3. Area di raccolta per fulminazione indiretta AM

Area di raccolta AM = 94.800 m<sup>2</sup>

## 10. Valore di $N_G$



### VALORE DI $N_G$

(CEI EN 62305 - CEI EN IEC 62858)

$$N_G = 1,28 \text{ fulmini / (anno km}^2\text{)}$$

#### POSIZIONE

Latitudine: **39,709561° N**

Longitudine: **9,352186° E**

#### INFORMAZIONI

- Il valore di  $N_G$  è riferito alle coordinate geografiche fornite dall'utente (latitudine e longitudine, formato WGS84). E' responsabilità dell'utente verificare l'affidabilità degli strumenti utilizzati per la rilevazione delle coordinate stesse, ivi inclusi la precisione e l'accuratezza di eventuali rilevatori GPS utilizzati per rilevazioni sul campo.
- I valori di  $N_G$  derivano da rilevazioni ed elaborazioni effettuate secondo lo stato dell'arte della tecnologia e delle conoscenze tecnico-scientifiche in materia.
- Il valore di  $N_G$  dipende dalle coordinate inserite. In uno stesso Comune si possono avere più valori di  $N_G$ .
- Piccole variazioni delle coordinate possono portare a valori diversi di  $N_G$  a causa della natura discreta della mappa cartografica.
- I dati forniti da TNE srl possiedono le caratteristiche indicate dalla norma CEI EN IEC 62858 per essere utilizzati nella analisi del rischio prevista dalla norma CEI EN 62305-2.
- I valori di  $N_G$  forniti sono di proprietà di TNE srl. Senza il consenso scritto da parte della TNE, è vietata la raccolta e la divulgazione dei suddetti dati, anche a titolo gratuito, sotto qualsiasi forma e con qualsiasi mezzo.

#### VALIDITA' TEMPORALE

- Il valore di  $N_G$  riportato sul presente attestato, in accordo con la norma CEI EN IEC 62858, art. 4.3, dovrà essere rivalutato a partire dal 1° gennaio 2027.

Data 21/07/2022





**D&D COSTRUZIONI S.R.L.**

**IMPIANTO EOLICO "SU CASTEDDU"**

**POTENZA NOMINALE 36 MW**

*Comune di Ussassai (NU)*

*Comune di Seui (SU)*

*Comune di Esterzili (SU)*

*Comune di Escalaplano (SU)*

**REL.PE.04**

**VERIFICA PROTEZIONE CONTRO LE SCARICHE  
ATMOSFERICHE**

## INDICE DELLE REVISIONI

Data	Descrizione	Redatto	Verificato	Approvato
Febbraio 2024	Prima emissione	Agreenpower	Agreenpower	Agreenpower

## GRUPPO DI LAVORO

Nome e cognome	Ruolo
Dott. Gianluca Fadda	Team Leader, amministrazione
Ing. Simone Abis	Ingegnere civile, cartografia, vincolistica
Dott. Ing. Daniele Cabiddu	Ingegnere dei materiali, vincolistica
Dott. Ing. Fabio Sirigu	Ingegnere elettrico
Arch. Roberta Sanna	Architetto, cartografia, vincolistica

## SOMMARIO

1. Premessa.....	5
1.1. Descrizione del progetto .....	5
1.2. Tipo e ubicazione dell'impianto .....	5
1.3. Contenuto del documento .....	5
1.4. Norme tecniche di riferimento.....	6
2. Individuazione della struttura da proteggere .....	7
3. Dati iniziali.....	7
3.1. Densità annua di fulmini a terra.....	7
3.2. Dati relativi alle strutture.....	7
3.3. Dati relativi alle linee elettriche esterne.....	7
3.4. Definizione e caratteristiche delle zone.....	8
4. Calcolo delle aree di raccolta (struttura e linee elettriche esterne).....	9
5. Valutazione dei rischi .....	9
5.1. Aerogeneratore.....	9
5.2. Cabina di campo.....	10
5.3. SSEU.....	10
6. Scelta delle misure di protezione .....	11
7. Conclusioni.....	11
8. Appendici.....	12
8.1. Caratteristiche delle strutture.....	12
8.2. Caratteristiche delle linee elettriche.....	12
8.3. Caratteristiche delle zone: Aerogeneratore .....	13
8.4. Caratteristiche delle zone: Cabina di campo .....	14
8.5. Caratteristiche delle zone: SSEU .....	15
8.6. Aree di raccolta e numero annuo di eventi pericolosi: Aerogeneratore .....	16
8.7. Aree di raccolta e numero annuo di eventi pericolosi: Cabina di campo .....	16
8.8. Aree di raccolta e numero annuo di eventi pericolosi: SSEU .....	17
8.9. Valori delle probabilità P per le strutture non protette.....	17
9. Dimensioni strutture e aree di raccolta .....	19
9.1. Aerogeneratore.....	19
9.2. Cabina di campo.....	21
9.3. SSEU.....	22

---

10. Valore di  $N_G$ ..... 23

## 1. PREMESSA

### 1.1. Descrizione del progetto

La presente relazione descrittiva riguarda la progettazione dell'impianto elettrico interno al parco eolico, fino alla Sottostazione Elettrica Utente di trasformazione MT/AT (step-up o SSEU). Il parco eolico è denominato "Su Casteddu" ed è costituito da n. 6 aerogeneratori del produttore VESTAS, serie EnVentus modello V162-6.0 MW, ciascuno di potenza pari a 6 MW, aventi altezza mozzo 166 m e diametro del rotore 162 m, per complessivi 36 MW.

L'impianto sarà del tipo grid-connected e l'energia elettrica prodotta sarà riversata completamente in rete, salvo gli autoconsumi di centrale.

Come da STMG di TERNIA allegata al preventivo di connessione datato 12/09/2023 - codice pratica 202303317 - si prevede un collegamento in antenna a 150 kV con una nuova stazione elettrica (SE) di smistamento a 150 kV RTN da inserire in entra-esce alla linea RTN 150 kV "Goni - Ulassai" e da collegare, per il tramite di due nuovi elettrodotti RTN a 150 kV, con una nuova SE di trasformazione RTN a 380/150 kV da inserire in entra - esce alla linea RTN 380 kV "Ittiri - Selargius".

La stessa STMG informa che, al fine di razionalizzare l'utilizzo delle strutture di rete, sarà necessario condividere lo stallo in stazione con altri impianti di produzione; in alternativa sarà necessario prevedere ulteriori interventi di ampliamento da progettare.

Al fine di consentire ciò, l'area destinata alla SSEU includerà una parte predisposta per espansioni future e per l'installazione di ulteriori trasformatori AT/MT.

La SSEU sarà trattata nel documento di progetto REL.PE.02 - Relazione di impianto di connessione alla rete (AT).

Per l'alimentazione dei servizi ausiliari è prevista l'installazione di un trasformatore 30/0,4 kV, della potenza di 100 kVA.

Il progetto è redatto secondo le norme CEI ed in conformità a quanto indicato nelle prescrizioni di Terna S.p.A.

### 1.2. Tipo e ubicazione dell'impianto

L'impianto eolico è situato in agro del Comune di Ussassai (NU).

Le linee elettriche MT a 30 kV interrate, che connettono il sito di produzione alla SSEU, sono dislocate nei territori comunali di Ussassai, Seui (SU), Esterzili (SU) ed Escalaplano (SU). La Sottostazione Elettrica Utente si trova nel comune di Escalaplano (SU) e Seui (SU).

### 1.3. Contenuto del documento

Questo documento contiene:

- la relazione sulla valutazione dei rischi dovuti al fulmine;
- la scelta delle misure di protezione da adottare ove necessarie.

per le strutture del parco eolico ubicato nei Comuni di Ussassai (NU), Seui (SU), Esterzili (SU) ed Escalaplano (SU).

#### 1.4. Norme tecniche di riferimento

Questo documento è stato elaborato con riferimento alle seguenti norme:

- CEI EN 62305-1 "Protezione contro i fulmini. Parte 1: Principi generali", febbraio 2013;
- CEI EN 62305-2 "Protezione contro i fulmini. Parte 2: Valutazione del rischio", febbraio 2013;
- CEI EN 62305-3 "Protezione contro i fulmini. Parte 3: Danno materiale alle strutture e pericolo per le persone", febbraio 2013;
- CEI EN 62305-4 "Protezione contro i fulmini. Parte 4: Impianti elettrici ed elettronici nelle strutture", febbraio 2013;
- CEI 81-29 "Linee guida per l'applicazione delle norme CEI EN 62305", maggio 2020;
- CEI EN IEC 62858 "Densità di fulminazione. Reti di localizzazione fulmini (LLS) - Principi generali", maggio 2020.

## 2. INDIVIDUAZIONE DELLA STRUTTURA DA PROTEGGERE

L'individuazione della struttura da proteggere è essenziale per definire le dimensioni e le caratteristiche da utilizzare per la valutazione dell'area di raccolta.

Si considerano come strutture in esame:

- l'aerogeneratore, trattato come struttura a sé stante e fisicamente separato da altre costruzioni;
- la cabina di raccolta, sita in prossimità dell'aerogeneratori WTG-200;
- la Sottostazione Elettrica dell'Utente (SSEU).

Le dimensioni e le caratteristiche delle strutture considerate, ai sensi dell'art. A.2.2 della norma CEI EN 62305-2, sono quelle dell'aerogeneratore e quelle delle apparecchiature e dei fabbricati costituenti la SSEU.

## 3. Dati iniziali

### 3.1. Densità annua di fulmini a terra

La densità annua di fulmini a terra al kilometro quadrato in un punto baricentrico rispetto alle posizioni nelle quali sono ubicate le strutture (in proposito vedere l'allegato 10 Valore di  $N_G$ ), vale:

$$N_G = 1,28 \text{ fulmini/anno km}^2$$

### 3.2. Dati relativi alle strutture

La pianta delle strutture è riportata nel paragrafo 9 Dimensioni strutture e aree di raccolta

La destinazione d'uso prevalente delle strutture è: altro

In relazione anche alla loro destinazione d'uso, le strutture possono essere soggette a:

- perdita di vite umane

In accordo con la norma CEI EN 62305-2 per valutare la necessità della protezione contro il fulmine, deve pertanto essere calcolato:

- rischio R1;

L'aerogeneratore ha struttura portante metallica.

Le apparecchiature presenti nella SSEU (trasformatori, sbarre, dispositivi di interruzione e/o sezionamento) sono costituiti prevalentemente da elementi metallici.

### 3.3. Dati relativi alle linee elettriche esterne

Le strutture sono servite dalle seguenti linee elettriche:

- Linea di energia: ELETTRICA AT;
- Linea di energia: ELETTRICA MT.

Le caratteristiche delle linee elettriche sono riportate in appendice 8.2 Caratteristiche delle linee elettriche

### 3.4. Definizione e caratteristiche delle zone

Tenuto conto di:

- compartimenti antincendio esistenti e/o che sarebbe opportuno realizzare;
- eventuali locali già protetti (e/o che sarebbe opportuno proteggere specificamente) contro il LEMP (impulso elettromagnetico);
- i tipi di superficie del suolo all'esterno della struttura, i tipi di pavimentazione interni ad essa e l'eventuale presenza di persone;
- le altre caratteristiche della struttura e, in particolare il lay-out degli impianti interni e le misure di protezione esistenti;

sono state definite le seguenti zone:

- Z1A: Struttura aerogeneratore tipo;
- Z1B: Cabina di campo;
- Z1C: SSEU.

Le caratteristiche delle zone, i valori medi delle perdite, i tipi di rischio presenti e le relative componenti sono riportate in appendice 8.3 Caratteristiche delle zone: Aerogeneratore e 8.5 Caratteristiche delle zone: SSEU.



## 4. CALCOLO DELLE AREE DI RACCOLTA (STRUTTURA E LINEE ELETTRICHE ESTERNE)

L'area di raccolta AD dei fulmini diretti sulla struttura è stata valutata analiticamente o graficamente come indicato nella norma CEI EN 62305-2, art. A.2.

L'area di raccolta AM dei fulmini a terra vicino alla struttura, che ne possono danneggiare gli impianti interni per sovratensioni indotte, è stata valutata analiticamente o graficamente come indicato nella norma CEI EN 62305-2, art. A.3.

Le aree di raccolta AL e AI di ciascuna linea elettrica esterna sono state valutate analiticamente come indicato nella norma CEI EN 62305-2, art. A.4 e A.5.

I valori delle aree di raccolta (A) e i relativi numeri di eventi pericolosi all'anno (N) sono riportati in appendice 8.6 Aree di raccolta e numero annuo di eventi pericolosi: Aerogeneratore e 8.8 Aree di raccolta e numero annuo di eventi pericolosi: SSEU.

I valori delle probabilità di danno (P) per il calcolo delle varie componenti di rischio considerate sono riportate in appendice 8.9 Valori delle probabilità P per le strutture non protette.

## 5. VALUTAZIONE DEI RISCHI

### 5.1. Aerogeneratore

#### 5.1.1. *Rischio R1: perdita di vite umane*

##### **Calcolo del rischio R1**

I valori delle componenti ed il valore del rischio R1 sono di seguito indicati.

Z1A: Struttura

RA: 1,20E-08

RB: 1,20E-08

RU(ELETTRICO): 1,20E-09

RV(ELETTRICO): 1,20E-08

Totale: 3,73E-08

Valore totale del rischio R1 per la struttura: 3,73E-08

##### **Analisi del rischio R1**

Il rischio complessivo  $R1 = 3,73E-08$  è inferiore a quello tollerato  $RT = 1E-05$

## 5.2. Cabina di campo

### 5.2.1. *Rischio R1: perdita di vite umane*

#### Calcolo del rischio R1

I valori delle componenti ed il valore del rischio R1 sono di seguito indicati.

Z1B: Struttura

RA: 8,03E-11

RB: 8,03E-11

RU (ELETTRICO): 1,10E-12

RV (ELETTRICO): 1,10E-12

Valore totale del rischio R1 per la struttura: 3,38E-09

#### Analisi del rischio R1

Il rischio complessivo R1 = 3,38E-09 è inferiore a quello tollerato RT = 1E-05

## 5.3. SSEU

### 5.3.1. *Rischio R1: perdita di vite umane*

#### Calcolo del rischio R1

I valori delle componenti ed il valore del rischio R1 sono di seguito indicati.

Z1B: Struttura

RA: 2,35E-07

RB: 2,35E-07

RU(ELETTRICO): 5,27E-09

RV(ELETTRICO): 5,27E-09

Totale: 4,80E-07

Valore totale del rischio R1 per la struttura: 4,80E-07

#### Analisi del rischio R1

Il rischio complessivo R1 = 4,80E-07 è inferiore a quello tollerato RT = 1E-05

## 6. SCELTA DELLE MISURE DI PROTEZIONE

Poiché il rischio complessivo:

- $R1 = 3,73E-08$  per l'aerogeneratore;
- $R1 = 3,38E-09$  per la cabina di campo;
- $R1 = 4,80E-07$  per la SSEU

è inferiore a quello tollerato  $RT = 1E-05$ , non occorre adottare alcuna misura di protezione per ridurlo ulteriormente.

## 7. CONCLUSIONI

Secondo la norma CEI EN 62305-2 le strutture:

- Aerogeneratore;
- Cabina di campo;
- SSEU

sono protette contro le fulminazioni.

## 8. APPENDICI

### 8.1. Caratteristiche delle strutture

Dimensioni: vedi disegni

Coefficiente di posizione: isolata in cima ad una collina ( $CD = 2$ )

Schermo esterno alla struttura: assente

Densità di fulmini a terra (fulmini/anno  $km^2$ )  $N_g = 1,28$

### 8.2. Caratteristiche delle linee elettriche

#### 8.2.1. Aerogeneratore

Caratteristiche della linea: ELETTRICA

La linea ha caratteristiche uniformi lungo l'intero percorso

Tipo di linea: energia - interrata con trasformatore MT/BT

Lunghezza (m)  $L = 1000$

Resistività (ohm x m)  $r = 400$

Coefficiente ambientale (CE): rurale

Schermo collegato alla stessa terra delle apparecchiature alimentate:  $1 < R \leq 5$  ohm/km

SPD ad arrivo linea: livello I ( $PEB = 1$ )

#### 8.2.2. Cabina di campo

Caratteristiche della linea: ELETTRICA MT

La linea ha caratteristiche uniformi lungo l'intero percorso

Tipo di linea: energia - interrata

Lunghezza (m)  $L = 50$

Resistività (ohm x m)  $r = 400$

Coefficiente di posizione (CD): 0,25 (struttura circondata da oggetti più alti)

Coefficiente ambientale (CE): rurale

Schermo collegato alla stessa terra delle apparecchiature alimentate:  $1 < R \leq 5$  ohm/km

SPD ad arrivo linea: livello I ( $PEB = 1$ )

Si considera una struttura con dimensioni indicative pari a:

- $L_{ADJ} \quad 4,5$  m

- $W_{ADJ}$  2,5 m
- $H_{ADJ}$  3,22 m

### 8.2.3. SSEU

Caratteristiche della linea: ELETTRICA AT

La linea ha caratteristiche uniformi lungo l'intero percorso

Tipo di linea: energia - aerea

Lunghezza (m)  $L = 50$

Resistività (ohm x m)  $r = 400$

Coefficiente ambientale (CE): rurale

Schermo collegato alla stessa terra delle apparecchiature alimentate:  $1 < R \leq 5$  ohm/km

SPD ad arrivo linea: livello I (PEB = 1)

Si considera una struttura adiacente (stazione AT TERNA) con dimensioni stimate in:

- $L_{ADJ}$  85 m
- $W_{ADJ}$  50 m
- $H_{ADJ}$  10 m

Caratteristiche della linea: ELETTRICA MT

La linea ha caratteristiche uniformi lungo l'intero percorso

Tipo di linea: energia - interrata con trasformatore MT/BT

Lunghezza (m)  $L = 1000$

Resistività (ohm x m)  $r = 400$

Coefficiente ambientale (CE): rurale

Schermo collegato alla stessa terra delle apparecchiature alimentate:  $1 < R \leq 5$  ohm/km

SPD ad arrivo linea: livello I (PEB = 1)

## 8.3. Caratteristiche delle zone: Aerogeneratore

### 8.3.1. Struttura

Tipo di zona: esterna

Tipo di pavimentazione: erba ( $r_t = 0,01$ )

Rischio di incendio: basso ( $r_f = 0,01$ )

Pericoli particolari: ridotto rischio di panico ( $h = 1$ )

Protezioni antincendio: manuali ( $r_p = 0,5$ )

Schermatura di zona: in via cautelativa si assume che sia assente ( $KS_2 = 1$ )

Protezioni contro le tensioni di contatto e di passo: nessuna ( $PTA = 1$ )

### **8.3.2. Impianto interno: elettrico**

Alimentato dalla linea ELETTRICA MT

Tipo di circuito: nessuna precauzione, cavo non schermato ( $Ks_3 = 1$ )

Tensione di tenuta: 36 kV

Sistema di SPD - livello: Assente ( $PSPD = 1$ )

### **8.3.3. Valori medi delle perdite per la zona**

#### **Rischio 1**

Tempo per il quale le persone sono presenti nella struttura (ore all'anno): 2 persone x 50 h/anno

Perdita per tensioni di contatto e di passo (relativa a R1)  $LA = LU = 0$

Perdita per danno fisico (relativa a R1)  $LB = LV = 2,5E-03$

#### **Rischi e componenti di rischio presenti nella zona**

Rischio 1:  $R_a$   $R_b$   $R_u$   $R_v$

## **8.4. Caratteristiche delle zone: Cabina di campo**

### **8.4.1. Struttura**

Tipo di zona: esterna

Tipo di pavimentazione: erba ( $r_t = 0,01$ )

Rischio di incendio: basso ( $r_f = 0,01$ )

Pericoli particolari: ridotto rischio di panico ( $h = 1$ )

Protezioni antincendio: manuali ( $r_p = 0,5$ )

Schermatura di zona: in via cautelativa si assume che sia assente ( $KS_2 = 1$ )

Protezioni contro le tensioni di contatto e di passo: nessuna ( $PTA = 1$ )

### **8.4.2. Impianto interno: elettrico**

Alimentato dalla linea ELETTRICA MT

Tipo di circuito: nessuna precauzione, cavo non schermato ( $Ks_3 = 1$ )

Tensione di tenuta: 36 kV

Sistema di SPD - livello: Assente (PSPD =1)

### 8.4.3. Valori medi delle perdite per la zona

#### Rischio 1

Tempo per il quale le persone sono presenti nella struttura (ore all'anno): 2 persone x 50 h/anno

Perdita per tensioni di contatto e di passo (relativa a R1) LA = LU = 5,71E-07

Perdita per danno fisico (relativa a R1) LB = LV = 5,71E-07

#### Rischi e componenti di rischio presenti nella zona: Struttura

Rischio 1: Ra Rb Ru Rv

## 8.5. Caratteristiche delle zone: SSEU

### 8.5.1. Struttura

Tipo di zona: esterna

Tipo di pavimentazione: cemento (rt = 0,01)

Rischio di incendio: medio (rf = 1E-01)

Pericoli particolari: ridotto medio di panico (h = 2)

Protezioni antincendio: manuali (rp = 0,5)

Schermatura di zona: assente (KS2 = 1)

Protezioni contro le tensioni di contatto e di passo: nessuna (PTA = 1)

### 8.5.2. Impianto interno: elettrico

Alimentato dalla linea ELETTRICA MT

Tipo di circuito: nessuna precauzione, cavo non schermato (Ks3 = 1)

Tensione di tenuta: 36 kV

Sistema di SPD - livello: Assente (PSPD =1)

### 8.5.3. Valori medi delle perdite per la zona

#### Rischio 1

Tempo per il quale le persone sono presenti nella struttura (ore all'anno): 100

Perdita per tensioni di contatto e di passo (relativa a R1) LA = LU = 0

Perdita per danno fisico (relativa a R1) LB = LV = 2,50E-03

#### Rischi e componenti di rischio presenti nella zona: Struttura

Rischio 1: Ra Rb Ru Rv

## 8.6. Aree di raccolta e numero annuo di eventi pericolosi: Aerogeneratore

### 8.6.1. Struttura

Area di raccolta per fulminazione diretta della struttura AD = 8,51E-01 km<sup>2</sup>

Area di raccolta per fulminazione indiretta della struttura AM = 8,08E-01 km<sup>2</sup>

Numero di eventi pericolosi per fulminazione diretta della struttura ND = 2,18

Numero di eventi pericolosi per fulminazione indiretta della struttura NM = 1,03

### 8.6.2. Linee elettriche

Area di raccolta per fulminazione diretta (AL) e indiretta (AI) delle linee:

ELETTRICA MT

AL = 0,04 km<sup>2</sup>

AI = 4,00 km<sup>2</sup>

Numero di eventi pericolosi per fulminazione diretta (NL) e indiretta (NI) delle linee:

ELETTRICA MT

NL = 5,12E-03

NI = 5,12E-01

## 8.7. Aree di raccolta e numero annuo di eventi pericolosi: Cabina di campo

### 8.7.1. Struttura

Area di raccolta per fulminazione diretta della struttura AD = 4,40E+02 m<sup>2</sup>

Area di raccolta per fulminazione indiretta della struttura AM = 7,92E+05 m<sup>2</sup>

Numero di eventi pericolosi per fulminazione diretta della struttura ND = 1,41E-04

Numero di eventi pericolosi per fulminazione indiretta della struttura NM = 1,0142

### 8.7.2. Linee elettriche

Area di raccolta per fulminazione diretta (AL) e indiretta (AI) delle linee:

ELETTRICA MT

AL = 40.000 m<sup>2</sup>

AI = 4,00 km<sup>2</sup>

Numero di eventi pericolosi per fulminazione diretta (NL) e indiretta (NI) delle linee:



ELETTRICA MT

NL = 5,12E-05

NI = 5,12E-03

## 8.8. Aree di raccolta e numero annuo di eventi pericolosi: SSEU

### 8.8.1. Struttura

Area di raccolta per fulminazione diretta della struttura AD = 9,87E+03 m<sup>2</sup>

Area di raccolta per fulminazione indiretta della struttura AM = 9,48E+05 m<sup>2</sup>

Numero di eventi pericolosi per fulminazione diretta della struttura ND = 1,26E-02

Numero di eventi pericolosi per fulminazione indiretta della struttura NM = 1,214

### 8.8.2. Linee elettriche

Area di raccolta per fulminazione diretta (AL) e indiretta (AI) delle linee:

LINEA ENTRANTE	ELETTRICA AT	ELETTRICA MT
AL	0,004 km <sup>2</sup>	0,04 km <sup>2</sup>
AI	0,4 km <sup>2</sup>	4,0 km <sup>2</sup>

Numero di eventi pericolosi per fulminazione diretta (NL) e indiretta (NI) delle linee:

LINEA ENTRANTE	ELETTRICA AT	ELETTRICA MT
NL	1,024E-03	2,56E-02
NI	1,024E-01	2,56

## 8.9. Valori delle probabilità P per le strutture non protette

### 8.9.1. Zona Z1A: aerogeneratore

PA = 0,01

PB = 0,01

PU = 0,001

PV = 0,01

### 8.9.1. Zona Z1B: Cabina di campo

PA = 1,0

PB = 1,0

PU = 0,01

PV = 0,01

### *8.9.2. Zona Z1C: SSEU*

PA = 1,0

PB = 1,0

PU = 0,02

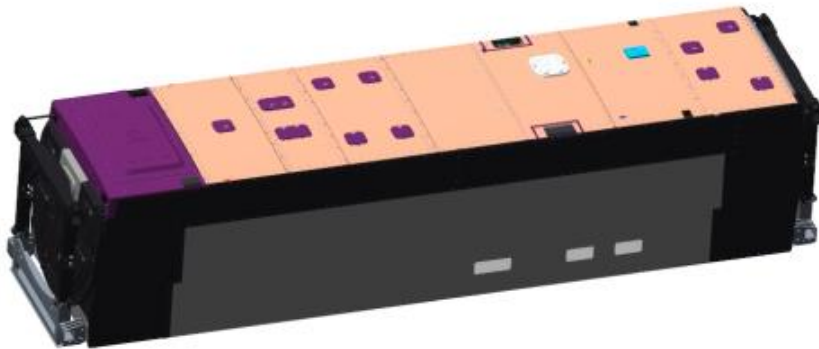
PV = 0,02

## 9. DIMENSIONI STRUTTURE E AREE DI RACCOLTA

### 9.1. Aerogeneratore

#### 9.1.1. Dimensioni della struttura

L'aerogeneratore della Vestas selezionato per lo sviluppo del progetto è basato sulla piattaforma EnVentus, e in particolare il modello V162 utilizza la navicella di dimensioni grandi.



Component	Variant	Length [m]	Width [m]	Height [m]	Weight [T]
Nacelle	Big	18	4,2	4,3	~90
	Small	15	4	3,8	?

Si è ipotizzata una struttura avente dimensioni in pianta coincidenti con quelle della navicella e altezza pari a quella del soffitto della navicella stessa.

Questo si può considerare di altezza pari all'altezza del mozzo più metà dell'altezza della navicella.

Dimensioni: **18 m x 4,2 m x 168,15 m**

#### 9.1.2. Area di raccolta per fulminazione diretta AD

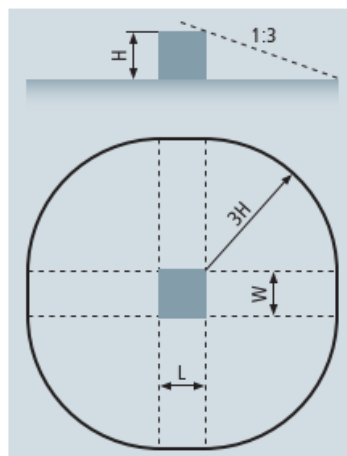


Figura 9.1: Area di raccolta equivalente AD per fulmini diretti su una struttura isolata

L'area di raccolta AD per una struttura rettangolare isolata di lunghezza L, larghezza W e altezza H, su una superficie piana, è calcolata come segue:

$$AD = L \times W + 2 \times (3 H) (L+W) + \pi (3 H)^2$$

Area di raccolta **AD = 82.200 m<sup>2</sup>**

### 9.1.3. Area di raccolta per fulminazione indiretta AM

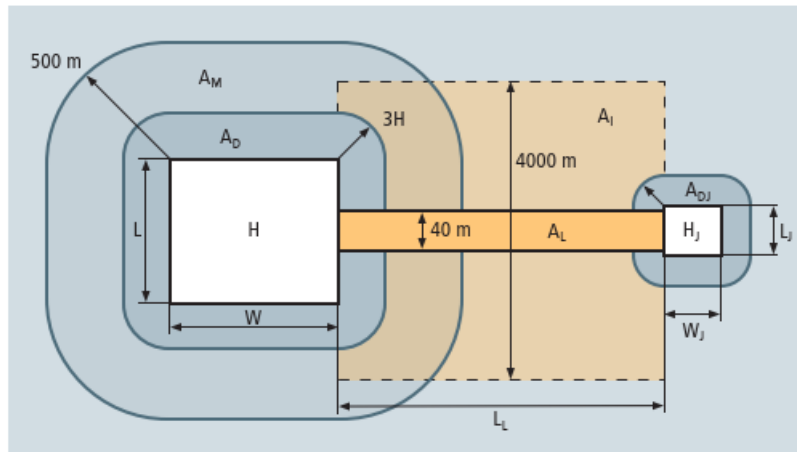


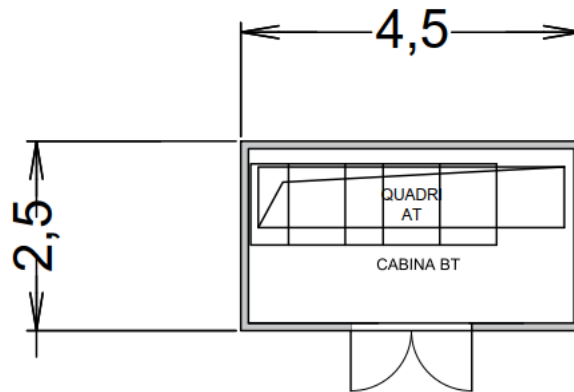
Figura 9.2: Area di raccolta equivalente AM, AL, AI per fulminazione indiretta della struttura

AM è l'area di raccolta che si ottiene tracciando intorno alla struttura una linea a una distanza di 500 m.

Area di raccolta **AM = 80.800 m<sup>2</sup>**

## 9.2. Cabina di campo

### 9.2.1. Dimensioni della struttura



Si è ipotizzata una struttura avente dimensioni corrispondenti a quelle della cabina stessa.

Dimensioni: 4,5 m x 2,5 m x 3,22 m

### 9.2.2. Area di raccolta per fulminazione diretta AD

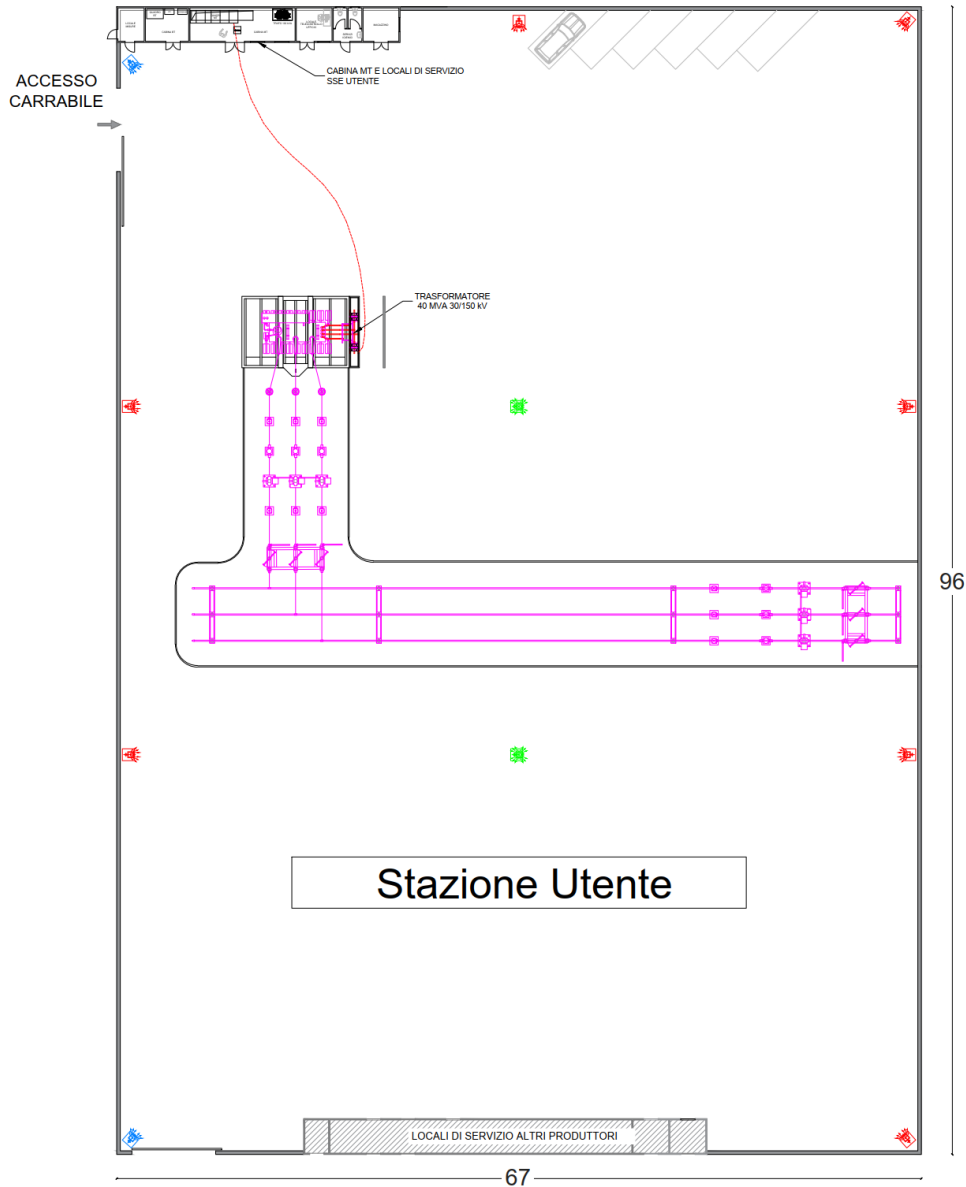
Area di raccolta AD = 440 m<sup>2</sup>

### 9.2.3. Area di raccolta per fulminazione indiretta AM

Area di raccolta AM = 79.200 m<sup>2</sup>

## 9.3. SSEU

### 9.3.1. Dimensioni della struttura



Si è ipotizzata una struttura avente dimensioni in pianta coincidenti con quelle occupate dalle apparecchiature e dagli edifici e altezza pari a quella dell'apparecchiatura più alta (8 m).

Dimensioni: 96 m x 67 m x 8 m

### 9.3.2. Area di raccolta per fulminazione diretta AD

Area di raccolta AD = 16.100 m<sup>2</sup>

### 9.3.3. Area di raccolta per fulminazione indiretta AM

Area di raccolta AM = 94.800 m<sup>2</sup>

## 10. Valore di $N_G$



### VALORE DI $N_G$

(CEI EN 62305 - CEI EN IEC 62858)

$$N_G = 1,28 \text{ fulmini / (anno km}^2\text{)}$$

#### POSIZIONE

Latitudine: **39,709561° N**

Longitudine: **9,352186° E**

#### INFORMAZIONI

- Il valore di  $N_G$  è riferito alle coordinate geografiche fornite dall'utente (latitudine e longitudine, formato WGS84). E' responsabilità dell'utente verificare l'affidabilità degli strumenti utilizzati per la rilevazione delle coordinate stesse, ivi inclusi la precisione e l'accuratezza di eventuali rilevatori GPS utilizzati per rilevazioni sul campo.
- I valori di  $N_G$  derivano da rilevazioni ed elaborazioni effettuate secondo lo stato dell'arte della tecnologia e delle conoscenze tecnico-scientifiche in materia.
- Il valore di  $N_G$  dipende dalle coordinate inserite. In uno stesso Comune si possono avere più valori di  $N_G$ .
- Piccole variazioni delle coordinate possono portare a valori diversi di  $N_G$  a causa della natura discreta della mappa cartografica.
- I dati forniti da TNE srl possiedono le caratteristiche indicate dalla norma CEI EN IEC 62858 per essere utilizzati nella analisi del rischio prevista dalla norma CEI EN 62305-2.
- I valori di  $N_G$  forniti sono di proprietà di TNE srl. Senza il consenso scritto da parte della TNE, è vietata la raccolta e la divulgazione dei suddetti dati, anche a titolo gratuito, sotto qualsiasi forma e con qualsiasi mezzo.

#### VALIDITA' TEMPORALE

- Il valore di  $N_G$  riportato sul presente attestato, in accordo con la norma CEI EN IEC 62858, art. 4.3, dovrà essere rivalutato a partire dal 1° gennaio 2027.

Data 21/07/2022

---

TNE srl - Strada dei Ronchi 29 - 10133 Torino - Tel. 011.661.12.12 - Fax 011.661.81.05 - info@tne.it - www.tne.it