



PROGETTO DI COSTRUZIONE ED ESERCIZIO DI UN  
IMPIANTO EOLICO DELLA POTENZA DI 92,4 MW  
DENOMINATO "MONTESECCO" DA REALIZZARSI NEI  
COMUNI DI SERRACAPRIOLA E CHIEUTI (FG) CON LE  
RELATIVE OPERE DI CONNESSIONE ELETTRICHE

## VERIFICA PROTEZIONE CONTRO LE SCARICHE ATMOSFERICHE

Rev. 1.0

Data: 22 dicembre 2023

QQR-WND-025.REL005d

Committente:

**Repsol Montepuccio 1 S.r.l.**  
via Michele Mercati n. 39  
00197 Roma (RM)  
C. F. e P. IVA 17293591003  
PEC: repsolmontepuccio1@pec.it

Progetto e sviluppo:

**Queequeg Renewables, ltd**  
2nd Floor, the Works,  
14 Turnham Green Terrace Mews,  
W41QU London (UK)  
Company number: 11780524  
email: mail@quren.co.uk

---

## SOMMARIO

1	Contenuto Del Documento .....	3
2	Principali Norme Tecniche Di Riferimento .....	4
3	Struttura e Zone Oggetto di Protezione .....	5
4	Rischi valutati .....	8
5	Linee Elettriche Esterne .....	9
6	Numero Eventi Pericolosi Anno .....	13
7	Sistemi di Protezione in Assenza di Protezioni Aggiuntive .....	16
8	Probabilità in Assenza di Protezioni Aggiuntive .....	20
9	Valutazione del Rischio in Assenza di Protezioni Aggiuntive .....	23
9.1	Rischio R1: Perdita Vite Umane.....	23
9.2	Rischio R4: Perdita di Valore Economico.....	25
10	Scelta Delle Misure Di Protezione .....	26
11	Sistemi di Protezione in Presenza di Protezioni Aggiuntive .....	27
12	Probabilità in Presenza di Protezioni Aggiuntive .....	31
13	Valutazione del Rischio in Presenza di Protezioni Aggiuntive .....	34
13.1	Rischio R1: Perdita Vite Umane.....	34
13.2	Rischio R4: Perdita di Valore Economico.....	36
14	Valutazione della Convenienza Economica .....	37
15	Conclusioni.....	42
16	Appendice 1 .....	43
17	Appendice 2 .....	44

---

## 1 Contenuto Del Documento

Il presente documento ha l'obiettivo di fornire al lettore gli input e le modalità di calcolo impiegate per la valutazione del rischio fulmini ed illustra, ove necessario, le misure di protezione contro le scariche atmosferiche selezionate.

---

## 2 Principali Norme Tecniche Di Riferimento

Il presente 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.

### 3 Struttura e Zone Oggetto di Protezione

Il primo passo per una corretta valutazione del rischio scariche atmosferiche coincide con l'individuazione della struttura da proteggere; essa risulta chiave per la definizione delle aree di raccolta nonché delle zone da distinguere.

La struttura oggetto di protezione è costituita dall'intero aerogeneratore considerato come un unico componente a sé stante e fisicamente separato da qualsivoglia oggetto o edificio. Ciò detto, ai sensi dell'art. A.2.2 della norma CEI EN 62305-2, le dimensioni e le caratteristiche dell'aerogeneratore coincidono con quelle della struttura da proteggere. L'aerogeneratore ha struttura portante metallica.

Tenuto conto delle caratteristiche della struttura, delle tipologie di superfici ed ambienti ad essa circostanti, di eventuali locali già protetti da impulsi elettromagnetici, e di eventuali compartimenti antiincendio esistenti e/o da realizzare, la struttura è stata definita come composta da un'unica zona.

Tutti i dati relativi alla struttura ed alla zona sono disponibili nella *Tabella 3.1*.

La densità annua di fulmini a terra al kilometro quadrato nella posizione in cui è ubicata la struttura è disponibile all'Appendice 1. La pianta della struttura, nonché i grafici delle aree di raccolta  $A_D$  ed  $A_M$ , sono disponibili nell'Appendice 2. Questi sono stati calcolati secondo il metodo indicato nell'appendice A della norma CEI EN 62305-2.

Tabella 3.1: Dati relativi al sistema ed alla zona

Nome	Codice	Descrizione	Formula e/o Input	Valore	Unita	Commento (Ref. IEC62305-2 Ed. 2.0 2010-12)
Dato medio fulmini anno	$N_G$	Dato che dipende dalla location	1.14	1.14E+00	(anno $km^2$ ) <sup>-1</sup>	Input da CEI
Coeff di Riduzione Superfici	$r_t$	Coefficiente di riduzione in funzione del tipo di superficie	0.01	1.00E-02		In accordo con la tabella C.3
Coeff di Riduzione Misure Antincendio	$r_p$	Coefficiente di riduzione in funzione delle misure per ridurre il rischio incendio	0.5	5.00E-01		In accordo con la tabella C.4
Coeff di Riduzione Incendio ed Esplosione	$r_f$	Coefficiente di riduzione in funzione del rischio di incendio o esplosione della struttura	0.001	1.00E-03		In accordo con la tabella C.5
Coeff di Riduzione Panico	$h_z$	Coefficiente di riduzione in funzione del panico	2	2.00E+00		In accordo con la tabella C.6
Ore anno di presenza	$t_z$	E' il tempo in ore all'anno per cui le persone sono presenti nella zona considerata	100	1.00E+02	Ore/anno	Si ocnsiderá una presenza di 100 ore anno
Lunghezza	L	Lunghezza in pianta	4	4.00E+00	m	Dato di Progetto
Larghezza	W	Larghezza in pianta	19	1.90E+01	m	Dato di Progetto
Altezza	H	Altezza della zona	137	1.37E+02	m	Dato di Progetto
Area di raccolta	$A_D$	Aree di raccolta fulmini diretti sulla struttura (Caso S1)	$AD = L \times W + 6 \times H \times (L + W) + 9 \times \pi \times H^2$	5.49E+05	m <sup>2</sup>	In accordo con la formiula A.2

Area di raccolta	$A_M$	Aree di raccolta fulmini diretti vicino alla struttura (Caso S2). In taluni casi il 500 della formula si può ridurre a 350	$AM = 2 \times AM \text{ coeff} \times (L + W) + \pi \times AM \text{ coeff}2$	4.01E+05	$m^2$	In accordo con la formiula A.7
Coefficiente di posizione	$C_D$	Coefficiente di posizione della linea <i>dati</i>	2	2.00E+00		In accordo con la Tabella A.1, Oggetto isolato sulla cima di una collina o montagna

---

## 4 Rischi valutati

La struttura oggetto di protezione ha destinazione d'uso di tipo altro; pertanto, la struttura può essere soggetta a perdita vite umane. In accordo con la norma CEI EN 62305-2 al fine di valutare la protezione contro le scariche atmosferiche deve dunque essere calcolato il rischio R1. Secondariamente, per valutare la convenienza economica dell'adozione delle misure di protezione, si è ritenuto opportuno calcolare il rischio R4.

---

## 5 Linee Elettriche Esterne

Al fine di ottenere una corretta valutazione del rischio scariche atmosferiche è necessario individuare le linee elettriche esterne a servizio del sistema oggetto di protezione. Nel caso specifico considerato, la struttura risulta servita da:

- 1) Una linea elettrica di telecomunicazione chiamata *linea dati*
- 2) Una linea elettrica di energia chiamata *linea elettrico*

Tutte le caratteristiche delle sopracitate linee sono disponibili nella *Tabella 5.1*. Essa presenta inoltre i valori delle aree di raccolta  $A_L$  ed  $A_I$ , calcolati secondo il metodo indicato nell'appendice A della norma CEI EN 62305-2.

Tabella 5.1: Dati relativi alle linee elettriche a servitù del sistema

Nome	Codice	Descrizione	Formula e/o Input	Valore	Unita	Commento (Ref. IEC62305-2 Ed. 2.0 2010-12)
Tensione di tenuta linea dati	$U_{W \text{ dati}}$	Tensione di tenuta ad impulso dell'impianto da proteggere, in kV; non inferiore ad 1	1.5	1.50E+00	kV	Dato di progetto
Tensione di tenuta linea elettrico	$U_W$ elettrico	Tensione di tenuta ad impulso dell'impianto da proteggere, in kV; non inferiore ad 1	1.5	1.50E+00	kV	Dato di progetto
Probabilità guasti a linea S3	$P_{LD}$	É la probabilità di danno dovuto a al fulmine sulla linea connessa e dipende dalle spec della linea	Dato di input	.		In accordo con la tabella B.8
	$P_{LD \text{ dati}}$		1	1.00E+00	[-]	In accordo con la tabella B.8
	$P_{LD}$ elettrico		0.8	8.00E-01	[-]	In accordo con la tabella B.8. Linea con tensione di tenuta 1.5 e schermatura fra 1-5 ohm/km
Probabilità guasti a linea S4	$P_{LI}$	É la probabilità di guasto degli impianti interni dovuta a un fulmine in prossimità della linea connessa	Dato di input	.		In accordo con la tabella B.9
	$P_{LI \text{ dati}}$		0.5	5.00E-01	[-]	In accordo con la tabella B.9. Linea di telecomunicazione con tensione di tenuta pari a 1.5
	$P_{LI}$ elettrico		0.6	6.00E-01	[-]	In accordo con la tabella B.9. Linea di energia con tensione di tenuta pari a 1.5
Area di raccolta	$A_L$	Aree di raccolta fulmini diretti sulle linee elettriche entranti (Caso S3)	$AL = 40 \times LL$	.		In accordo con la formiula A.9

Area di raccolta	$A_{L \text{ dati}}$	Aree di raccolta fulmini diretti sulla linea <i>dati</i> entrante	0	6.00E+05	m <sup>2</sup>	In accordo con la formiula A.9
Area di raccolta	$A_{L \text{ elettrico}}$	Aree di raccolta fulmini diretti sulla linea <i>elettrico</i> entrante	0	6.00E+05	m <sup>2</sup>	In accordo con la formiula A.9
Area di raccolta	$A_I$	Aree di raccolta fulmini diretti vicino le linee elettriche entranti (Caso S4)	$AI = 4000 \times LL$	.		In accordo con la formiula A.9
Area di raccolta	$A_{I \text{ dati}}$	Aree di raccolta fulmini diretti vicino la linea <i>dati</i> entrante	0	6.00E+07	m <sup>2</sup>	In accordo con la formiula A.9
Area di raccolta	$A_{I \text{ elettrico}}$	Aree di raccolta fulmini diretti vicino la linea <i>elettrico</i> entrante	0	6.00E+07	m <sup>2</sup>	In accordo con la formiula A.9
Lunghezza di Linea	$L_{L \text{ dati}}$	Lunghezza della linea <i>dati</i>	15000	1.50E+04	m	Dato di Progetto
Lunghezza di Linea	$L_{L \text{ elettrico}}$	Lunghezza della linea <i>elettrico</i>	15000	1.50E+04	m	Dato di Progetto
Coefficiente di intallazione	$C_{i \text{ dati}}$	Coefficiente installazione della linea <i>dati</i>	0.5	5.00E-01	[-]	In Accordo con la Tabella A2, linea interrata
	$C_{i \text{ elettrico}}$	Coefficiente installazione della linea <i>elettrico</i>	0.1	1.00E-01	[-]	In Accordo con la Tabella A2, linea interrata
Coefficiente del tipo di linea	$C_{T \text{ dati}}$	Coefficiente tipo della linea <i>dati</i>	1	1.00E+00	[-]	In Accordo con la Tabella A.3, linea di energia BT, linea di telecomunicazione o di segnale
Coefficiente del tipo di linea	$C_{T \text{ elettrico}}$	Coefficiente tipo della linea <i>elettrico</i>	1	1.00E+00	[-]	In Accordo con la Tabella A.3, Linea di energia AT (con trasformatore AT/BT)
Coefficiente Ambientale	$C_{E \text{ dati}}$	Coefficiente ambientale della linea <i>dati</i>	1	1.00E+00	[-]	In Accordo con la Tabella A.4, Rurale
Coefficiente Ambientale	$C_{E \text{ elettrico}}$	Coefficiente ambientale della linea <i>elettrico</i>	1	1.00E+00	[-]	In Accordo con la Tabella A.4, Rurale

Coefficiente di schermatura esterna	$C_{LD \text{ dati}}$	Coefficiente di schermatura esterna della linea <i>dati</i>	1	1.00E+00	[-]	In Accordo con la Tabella B.4, linea interrata non schermata
Coefficiente di schermatura esterna	$C_{LD \text{ elettrico}}$	Coefficiente di schermatura esterna della linea <i>elettrico</i>	1	1.00E+00	[-]	In Accordo con la Tabella B.4, linea schermata interrata con schermo connesso alla stessa barra equipotenziale degli apparati
Coefficiente di schermatura ingresso	$C_{LI \text{ dati}}$	Coefficiente di schermatura ingresso della linea <i>dati</i>	1	1.00E+00	[-]	In Accordo con la Tabella B.4, linea interrata non schermata
Coefficiente di schermatura ingresso	$C_{LI \text{ elettrico}}$	Coefficiente di schermatura ingresso della linea <i>elettrico</i>	0	0.00E+00	[-]	In Accordo con la Tabella B.4, linea schermata interrata con schermo connesso alla stessa barra equipotenziale degli apparati

---

## 6 Numero Eventi Pericolosi Anno

Altra componente fondamentale nel calcolo del rischio è il numero di eventi pericolosi anno; questa è infatti direttamente proporzionale al rischio considerato. I valori di eventi pericolosi sono stati calcolati secondo il metodo indicato nell'appendice A della norma CEI EN 62305-2 e sono disponibili in *Tabella 6.1*.

Tabella 6.1: Dati relativi al numero eventi pericolosi anno

Nome	Codice	Descrizione	Formula e/o Input	Valore	Unita	Commento (Ref. IEC62305-2 Ed. 2.0 2010-12)
Numero Fulmini S1 D1	$N_A$	Funzione dei fulmini verso la struttura o nelle sue vicinanze $N_D$	$N_A = N_D$	1.25E+00	anno <sup>-1</sup>	In accordo con la formula A.4
Numero Fulmini S1 D2	$N_B$	Funzione dei fulmini verso la struttura o nelle sue vicinanze $N_D$	$N_B = N_D$	1.25E+00	anno <sup>-1</sup>	In accordo con la formula A.4
Numero Fulmini S1 D3	$N_C$	Funzione dei fulmini verso la struttura o nelle sue vicinanze $N_D$	$N_C = N_D$	1.25E+00	anno <sup>-1</sup>	In accordo con la formula A.4
Numero Fulmini S2 D3	$N_M$	Funzione dei fulmini verso la struttura o nelle sue vicinanze $N_M$	$N_M = N_M$	4.57E-01	anno <sup>-1</sup>	In accordo con la formula A.6
Numero Fulmini S3 D1	$N_U$	Funzione dei fulmini verso le linee entranti nel sistema o nelle loro vicinanze $N_L$	$N_U = N_L + N_{DJ}$	.		In accordo con le formule A.5 e A.8
	$N_U$ dati			3.42E-01	anno <sup>-1</sup>	In accordo con le formule A.5 e A.8
	$N_U$ elettrico			6.84E-02	anno <sup>-1</sup>	In accordo con le formule A.5 e A.8
Numero Fulmini S3 D2	$N_V$	Funzione dei fulmini verso le linee entranti nel sistema o nelle loro vicinanze $N_L$	$N_V = N_L + N_{DJ}$	.		In accordo con le formule A.5 e A.8
	$N_V$ dati			3.42E-01	anno <sup>-1</sup>	In accordo con le formule A.5 e A.8
	$N_V$ elettrico			6.84E-02	anno <sup>-1</sup>	In accordo con le formule A.5 e A.8

Numero Fulmini S3 D3	$N_W$	Funzione dei fulmini verso le linee entranti nel sistema o nelle loro vicinanze $N_L$	$NW = NL + NDJ$	.		In accordo con le formule A.5 e A.8
	$N_{W \text{ dati}}$			3.42E-01	anno <sup>-1</sup>	In accordo con le formule A.5 e A.8
	$N_W$ elettrico			6.84E-02	anno <sup>-1</sup>	In accordo con le formule A.5 e A.8
Numero Fulmini S4 D3	$N_Z$	Funzione dei fulmini verso le linee entranti nel sistema o nelle loro vicinanze $N_I$	$NZ = NI$	.		In accordo con la formula A.10
	$N_{Z \text{ dati}}$			3.42E+01	anno <sup>-1</sup>	In accordo con la formula A.10
	$N_Z$ elettrico			6.84E+00	anno <sup>-1</sup>	In accordo con la formula A.10
Numero Fulmini S1	$N_D$	Sono quelli associati all'evento S1	$ND = NG \times AD \times CD \times 10^{-6}$	1.25E+00	anno <sup>-1</sup>	In accordo con la formula A.4
Numero Fulmini S2	$N_M$	Sono quelli associati all'evento S2	$NM = NG \times AM \times 10^{-6}$	4.57E-01	anno <sup>-1</sup>	In accordo con la formula A.6
Numero Fulmini S3	$N_L$	Sono quelli associati all'evento S3	$NL = NG \times AL \times CI \times CE \times CT \times 10^{-6}$	.		In accordo con la formula A.8
	$N_{L \text{ dati}}$		as above	3.42E-01	anno <sup>-1</sup>	In accordo con la formula A.8
	$N_L$ elettrico		as above	6.84E-02	anno <sup>-1</sup>	In accordo con la formula A.8
Numero Fulmini S4	$N_I$	Sono quelli associati all'evento S4	$NI = NG \times AI \times CI \times CE \times CT \times 10^{-6}$	.		In accordo con la formula A.10
	$N_{I \text{ dati}}$		as above	3.42E+01	anno <sup>-1</sup>	In accordo con la formula A.10
	$N_I$ elettrico		as above	6.84E+00	anno <sup>-1</sup>	In accordo con la formula A.10

---

## 7 Sistemi di Protezione in Assenza di Protezioni Aggiuntive

Questo paragrafo mira a fornire al lettore le condizioni del sistema nei confronti dei sistemi di sicurezza allo stato di fatto, prima di effettuare ulteriori aggiunte; le informazioni sono disponibili alla *Tabella 7.1*.

Tabella 7.1: Dati relativi ai sistemi di protezione in assenza di protezioni aggiuntive

Nome	Codice	Descrizione	Formula e/o Input	Valore	Unita	Commento (Ref. IEC62305-2 Ed. 2.0 2010-12)
	P <sub>TA</sub>	Coeff probabilità di danno ad esseri viventi a seconda delle protezioni	1	1.00E+00	[-]	In accordo con la tabella B.1
Coeff SPD linea <i>dati</i>	P <sub>SPD dati</sub>	Coefficiente che dipende dal sistema di SPD	1	1.00E+00	[-]	In accordo con la tabella B.3
Coeff SPD linea <i>elettrico</i>	P <sub>SPD elettrico</sub>	Coefficiente che dipende dal sistema di SPD	1	1.00E+00	[-]	In accordo con la tabella B.3
Coeff sistema SPD linea <i>dati</i>	P <sub>MS dati</sub>	Coefficiente che dipende dal sistema di SPD	(KS1 dati x KS2 dati x KS3 dati x KS4 dati) <sup>2</sup>	1.78E-02	[-]	In accordo con la formula B.4
Coeff sistema SPD linea <i>elettrico</i>	P <sub>MS elettrico</sub>	Coefficiente che dipende dal sistema di SPD	(KS1 elettrico x KS2 elettrico x KS3 elettrico x KS4 elettrico) <sup>2</sup>	4.44E-09	[-]	In accordo con la formula B.4
Coefficiente schermatura struttura linea <i>dati</i>	K <sub>S1 dati</sub>	tiene conto dell'efficacia della schermatura offerta alla struttura, dall'LPS o da altri schermi al confine di LPZ 0/1	KS1 dati = 0.12 * wm1	1.00E+00	[-]	In accordo con la formula B.5
Coefficiente schermatura struttura linea <i>elettrico</i>	K <sub>S1 elettrico</sub>	tiene conto dell'efficacia della schermatura offerta alla struttura, dall'LPS o da altri schermi al confine di LPZ 0/1	KS1 elettrico = 0.12 * wm1	1.00E+00	[-]	In accordo con la formula B.5

Coefficiente schermatura interna linea <i>dati</i>	$K_{S2 \text{ dati}}$	tiene conto dell'efficacia della schermatura degli schermi interni alla struttura al confine di LPZ X/Y (con $X>0$ , $Y>1$ );	1	1.00E+00	[-]	In accordo con la formula B.6
Coefficiente schermatura interna linea <i>elettrico</i>	$K_{S2 \text{ elettrico}}$	tiene conto dell'efficacia della schermatura degli schermi interni alla struttura al confine di LPZ X/Y (con $X>0$ , $Y>1$ );	1	1.00E+00	[-]	In accordo con la formula B.6
Coefficiente cablaggio linea <i>dati</i>	$K_{S3 \text{ dati}}$		0.2	2.00E-01	[-]	In accordo con la tabella B.5
Coefficiente cablaggio linea <i>elettrico</i>	$K_{S3 \text{ elettrico}}$		0.0001	1.00E-04	[-]	In accordo con la tabella B.5
Coefficiente tensione di tenuta linea <i>dati</i>	$K_{S4 \text{ dati}}$		$K_{S4 \text{ dati}} = 1/UW \text{ dati}$	6.67E-01	$\text{kV}^{-1}$	In accordo con la formula B.7
Coefficiente tensione di tenuta linea <i>elettrico</i>	$K_{S4 \text{ elettrico}}$		$K_{S4 \text{ elettrico}} = 1/UW \text{ elettrico}$	6.67E-01	$\text{kV}^{-1}$	In accordo con la formula B.7
	$P_{TU}$	Misure di protezione per l'elettrocuzione da contatto diretto	1	1.00E+00	[-]	In accordo con la tabella B.6, nessuna protezione

Coefficiente di equipotenzializzazione	$P_{EB}$	Dipende dalla equipotenzializzazione al fulmine e dal livello di protezione (LPL)	0			In accordo con la tabella B.7. Livello 1
	$P_{EB \text{ dati}}$		0.01	1.00E-02	[-]	In accordo con la tabella B.7. Livello 1
	$P_{EB \text{ elettrico}}$		0.01	1.00E-02	[-]	In accordo con la tabella B.7. Livello 1

---

## 8 Probabilità in Assenza di Protezioni Aggiuntive

La probabilità di danno ( $P$ ) è un ulteriore elemento chiave nella quantificazione del rischio e da qui quest'ultimo dipende per diretta proporzionalità. I valori delle probabilità di danno per la struttura non protetta sono stati calcolati secondo il metodo indicato nell'Appendice B della norma CEI EN 62305-2 e sono disponibili in *Tabella 8.1*.

Tabella 8.1: Valori di probabilità in assenza di protezioni aggiuntive

Nome	Codice	Descrizione	Formula e/o Input	Valore	Unita	Commento (Ref. IEC62305-2 Ed. 2.0 2010-12)
Probabilità danno S1 D1	$P_A$		$PA = PTA \times PB$	1.00E+00	[-]	In accordo con la formula B.1
Probabilità danno S1 D2	$P_B$		1	1.00E+00	[-]	In accordo con la tabella B.2
Probabilità danno S1 D3	$P_C$	É la probabilità di danno dovuto a sovrattensioni nei circuiti interni. É un calcolo composto per tutti i vari circuiti interni presenti; nel nostro caso sono due circuiti interni quello dei dati e quello elettrico	$PC = 1 - (1 - PC \text{ dati}) \times (1 - PC \text{ elettrico})$	1.00E+00	[-]	In accordo con la formula B.2
	$P_{C \text{ dati}}$		$PC = PSPD \text{ dati} \times CLD \text{ dati}$	1.00E+00	[-]	In accordo con la formula B.2
	$P_{C \text{ elettrico}}$		$PC = PSPD \text{ elettrico} \times CLD \text{ elettrico}$	1.00E+00	[-]	In accordo con la formula B.2
Probabilità danno S2 D3	$P_M$	É la probabilità di danno dovuto a sovrattensioni nei circuiti interni. É un calcolo composto per tutti i vari circuiti interni presenti; nel nostro caso sono due circuiti interni quello dei dati e quello elettrico	$PM = 1 - (1 - PM \text{ dati}) \times (1 - PM \text{ elettrico})$	1.78E-02	[-]	In accordo con la formula B.3
	$P_{M \text{ dati}}$		$PM \text{ dati} = PSPD \text{ dati} \times PMS \text{ dati}$	1.78E-02	[-]	In accordo con la formula B.3
	$P_{M \text{ elettrico}}$		$PM \text{ elettrico} = PSPD \text{ elettrico} \times PMS \text{ elettrico}$	4.44E-09	[-]	In accordo con la formula B.3
Probabilità danno S3 D1	$P_U$	Probabilità fulmine su linea provochi danni per elettrocuzione	$PU = PTU \times PEB \times PLD \times CLD$	.		In accordo con la formula B.8

	$P_{U \text{ dati}}$	Probabilità fulmine su linea provochi danni per elettrocuzione	0	1.00E-02	[-]	In accordo con la formula B.8
	$P_U$ elettrico	Probabilità fulmine su linea provochi danni per elettrocuzione	0	8.00E-03	[-]	In accordo con la formula B.8
Probabilità danno S3 D2	$P_V$	É la probabilità di danno dovuto a al fulmine sulla linea causi danno ambientale	$PV = PEB \times PLD \times CLD$	.		In accordo con la formula B.9
	$P_{V \text{ dati}}$		as above	1.00E-02	[-]	In accordo con la formula B.9
	$P_V$ elettrico		as above	8.00E-03	[-]	In accordo con la formula B.9
Probabilità danno S3 D3	$P_W$	É la probabilità che un fulmine sulla linea causi danno agli impianti interni	$PW = PSPD \times PLD \times CLD$	.		In accordo con la formula B.10
	$P_{W \text{ dati}}$		as above	1.00E+00	[-]	In accordo con la formula B.10
	$P_W$ elettrico		as above	8.00E-01	[-]	In accordo con la formula B.10
Probabilità danno S4 D3	$P_Z$	É la probabilità che un fulmine in prossimità di una linea entrante causi danno agli impianti interni	$PZ = PSPD \times PLI \times CLI$	.		In accordo con la formula B.11
	$P_{Z \text{ dati}}$		as above	5.00E-01	[-]	In accordo con la formula B.11
	$P_Z$ elettrico		as above	0.00E+00	[-]	In accordo con la formula B.11

## 9 Valutazione del Rischio in Assenza di Protezioni Aggiuntive

### 9.1 Rischio R1: Perdita Vite Umane

I valori delle componenti del Rischio R1 sono stati calcolati in accordo con la norma CEI EN 62305-2 e sono disponibili nella *Tabella 9.1*.

*Tabella 9.1: Calcoli relativi al Rischio R1 in assenza di protezioni aggiuntive*

Nome	Codice	Formula e/o Input	Valore	Unita	Commento (Ref. IEC62305-2 Ed. 2.0 2010-12)
Rischio effetti danno generale	R	Rzona 1 = RA zona 1 + RB zona 1 + RC zona 1 + RM zona 1 + RU zona 1 + RV zona 1 + RW zona 1 + RZ zona 1	.	[-]	
Rischio perdita	R1	as above	1.45E-06	[-]	In accordo con la formula 1
Rischio effetti S1 D1	R <sub>A</sub>	RA = ND x PA x LA	.	[-]	In accordo con la formula 6
	R <sub>1A</sub>	as above	1.43E-06	[-]	In accordo con la formula 6
Rischio effetti S1 D2	R <sub>B</sub>	RB = ND x PB x LB	.	[-]	In accordo con la formula 7
	R <sub>1B</sub>	as above	1.43E-08	[-]	In accordo con la formula 7
Rischio effetti S1 D3	R <sub>C</sub>	RC = ND x PC x LC	.	[-]	In accordo con la formula 8
	R <sub>1C</sub>	as above	0.00E+00	[-]	In accordo con la formula 8
Rischio effetti S2 D3	R <sub>M</sub>	RM = NM x PM x LM	.	[-]	In accordo con la formula 9
	R <sub>1M</sub>	as above	0.00E+00	[-]	In accordo con la formula 9
Rischio effetti S3 D1	R <sub>U</sub>	RU = (NL + NDJ) x PU x LU	.	[-]	In accordo con la formula 10
	R <sub>1U</sub>	In the case of a structure with more than one connected line with different routing the calculation shall be performed per each line. In the case of a structure with more than one connected line with the same routing the	4.53E-09	[-]	In accordo con la formula 10

		calculation should be performed onlu for the line with the worst characteristics.			
	R <sub>1U dati</sub>	as above	3.90E-09	[-]	In accordo con la formula 10
	R <sub>1U elettrico</sub>	as above	6.25E-10	[-]	In accordo con la formula 10
Rischio effetti S3 D2	R <sub>V</sub>	$R_V = (NL + NDJ) \times PV \times LV$	.	[-]	In accordo con la formula 11
	R <sub>1V</sub>	as above		[-]	In accordo con la formula 11
	R <sub>1V dati</sub>	as above	3.90E-11	[-]	In accordo con la formula 11
	R <sub>1V elettrico</sub>	as above	6.25E-12	[-]	In accordo con la formula 11
Rischio effetti S3 D3	R <sub>W</sub>	$R_W = (NL + NDJ) \times PW \times LW$	.		In accordo con la formula 12
	R <sub>1W</sub>	as above	0.00E+00	[-]	In accordo con la formula 12
	R <sub>1W dati</sub>	as above	0.00E+00	[-]	In accordo con la formula 12
	R <sub>1W elettrico</sub>	as above	.	[-]	In accordo con la formula 12
Rischio effetti S4 D3	R <sub>Z</sub>	$R_Z = NI \times PZ \times LZ$	.		In accordo con la formula 13
	R <sub>1Z</sub>	as above	.	[-]	In accordo con la formula 13
	R <sub>1Z dati</sub>	as above	0.00E+00	[-]	In accordo con la formula 13
	R <sub>1Z elettrico</sub>	as above	0.00E+00	[-]	In accordo con la formula 13
Rischio Tollerabile	R <sub>T1</sub>	0.00001	1.00E-05	[-]	In accordo con la tabella 4
	Verifica	R <sub>1</sub> < R <sub>1T</sub>	Rispettato	N/A	

Come visibile, il valore del rischio complessivo risulta inferiore del valore del rischio tollerato indicato nella Tabella 4 della norma CEI EN 62305-2 e dunque non occorrono misure di protezione aggiuntive. Ciononostante, la proponente ha ritenuto opportuno adottare le misure di protezione aggiuntive come dettagliato al Paragrafo 10.

## 9.2 Rischio R4: Perdita di Valore Economico

I valori delle componenti del Rischio R4 sono stati calcolati in accordo con la norma CEI EN 62305-2 e sono disponibili nella Tabella 9.2.

Tabella 9.2: Calcoli relativi al Rischio R4 in assenza di protezioni aggiuntive

Nome	Codice	Formula e/o Input	Valore	Unita	Commento (Ref. IEC62305-2 Ed. 2.0 2010-12)
Rischio perdita	R4	as above	3.68E-04	[-]	In accordo con la formula 4
	R <sub>4A</sub>	as above	0.00E+00	[-]	In accordo con la formula 6
	R <sub>4B</sub>	as above	6.70E-05	[-]	In accordo con la formula 7
	R <sub>4C</sub>	as above	2.01E-05	[-]	In accordo con la formula 8
	R <sub>4M</sub>	as above	1.30E-07	[-]	In accordo con la formula 9
	R <sub>4U</sub>	as above	0.00E+00	[-]	In accordo con la formula 10
	R <sub>4U</sub> dati	as above	0.00E+00	[-]	In accordo con la formula 10
	R <sub>4U</sub> elettrico	as above	0.00E+00	[-]	In accordo con la formula 10
	R <sub>4V</sub>	as above	2.12E-07	[-]	In accordo con la formula 11
	R <sub>4V</sub> dati	as above	1.83E-07	[-]	In accordo con la formula 11
	R <sub>4V</sub> elettrico	as above	2.93E-08	[-]	In accordo con la formula 11
	R <sub>4W</sub>	as above	6.37E-06	[-]	In accordo con la formula 12
	R <sub>4W</sub> dati	as above	5.49E-06	[-]	In accordo con la formula 12
	R <sub>4W</sub> elettrico	as above	8.78E-07	[-]	In accordo con la formula 12
	R <sub>4Z</sub>	as above	2.75E-04	[-]	In accordo con la formula 13
	R <sub>4Z</sub> dati	as above	2.75E-04	[-]	In accordo con la formula 13
	R <sub>4Z</sub> elettrico	as above	0.00E+00	[-]	In accordo con la formula 13

La norma non prevede un valore di riferimento del rischio di perdita economica in quanto tale valutazione è lasciata unicamente al proponente. Ciononostante, la CEI81-29 introduce la frequenza di danno tollerabile, un parametro che permette di semplificare la valutazione di perdita economica. Questa viene analizzata all'interno del Paragrafo 14.

---

## 10 Scelta Delle Misure Di Protezione

La proponente ha ritenuto opportuno adottare le seguenti misure di protezione aggiuntive:

- 1) Dotare la struttura globale di un LPS di classe I ( $P_B = 0,02$ ). (€ 10 000,00)
- 2) Dotare la Zona dell'aerogeneratore di un Sistema SPD di livello I per la *linea dato* (€ 900,00)
- 3) Dotare la Zona dell'aerogeneratore di un Sistema SPD di livello I per la *linea elettrico* (€ 1 500,00)

L'adozione di queste misure di protezione modifica i parametri e le componenti di rischio che vengono dunque ricalcolate nei successivi paragrafi.

---

## 11 Sistemi di Protezione in Presenza di Protezioni Aggiuntive

Questo paragrafo mira a fornire al lettore le condizioni del sistema nei confronti dei sistemi di sicurezza a seguito dell'impiego delle misure di protezione aggiuntive listate al Paragrafo 10. La *Tabella 11.1* racchiude tali valori.

Tabella 11.1: Dati relativi ai sistemi di protezione in presenza di protezioni aggiuntive

Nome	Codice	Descrizione	Formula e/o Input	Valore	Unita	Commento (Ref. IEC62305-2 Ed. 2.0 2010-12)
	P <sub>TA</sub>	Coeff probabilità di danno ad esseri viventi a seconda delle protezioni	1	1.00E+00	[-]	In accordo con la tabella B.1
Coeff SPD linea <i>dati</i>	P <sub>SPD dati</sub>	Coefficiente che dipende dal sistema di SPD	0.01	1.00E-02	[-]	In accordo con la tabella B.3
Coeff SPD linea <i>elettrico</i>	P <sub>SPD elettrico</sub>	Coefficiente che dipende dal sistema di SPD	0.01	1.00E-02	[-]	In accordo con la tabella B.3
Coeff sistema SPD linea <i>dati</i>	P <sub>MS dati</sub>	Coefficiente che dipende dal sistema di SPD	(KS1 dati x KS2 dati x KS3 dati x KS4 dati) <sup>2</sup>	1.78E-02	[-]	In accordo con la formula B.4
Coeff sistema SPD linea <i>elettrico</i>	P <sub>MS elettrico</sub>	Coefficiente che dipende dal sistema di SPD	(KS1 elettrico x KS2 elettrico x KS3 elettrico x KS4 elettrico) <sup>2</sup>	4.44E-09	[-]	In accordo con la formula B.4
Coefficiente schermatura struttura linea <i>dati</i>	K <sub>S1 dati</sub>	tiene conto dell'efficacia della schermatura offerta alla struttura, dall'LPS o da altri schermi al confine di LPZ 0/1	KS1 dati = 0.12 * wm1	1.00E+00	[-]	In accordo con la formula B.5
Coefficiente schermatura struttura linea <i>elettrico</i>	K <sub>S1 elettrico</sub>	tiene conto dell'efficacia della schermatura offerta alla struttura, dall'LPS o da altri schermi al confine di LPZ 0/1	KS1 elettrico = 0.12 * wm1	1.00E+00	[-]	In accordo con la formula B.5

Coefficiente schermatura interna linea <i>dati</i>	$K_{S2 \text{ dati}}$	tiene conto dell'efficacia della schermatura degli schermi interni alla struttura al confine di LPZ X/Y (con $X>0$ , $Y>1$ );	1	1.00E+00	[-]	In accordo con la formula B.6
Coefficiente schermatura interna linea <i>elettrico</i>	$K_{S2 \text{ elettrico}}$	tiene conto dell'efficacia della schermatura degli schermi interni alla struttura al confine di LPZ X/Y (con $X>0$ , $Y>1$ );	1	1.00E+00	[-]	In accordo con la formula B.6
Coefficiente cablaggio linea <i>dati</i>	$K_{S3 \text{ dati}}$		0.2	2.00E-01	[-]	In accordo con la tabella B.5
Coefficiente cablaggio linea <i>elettrico</i>	$K_{S3 \text{ elettrico}}$		0.0001	1.00E-04	[-]	In accordo con la tabella B.5
Coefficiente tensione di tenuta linea <i>dati</i>	$K_{S4 \text{ dati}}$		$K_{S4 \text{ dati}} = 1/UW \text{ dati}$	6.67E-01	$kV^{-1}$	In accordo con la formula B.7
Coefficiente tensione di tenuta linea <i>elettrico</i>	$K_{S4 \text{ elettrico}}$		$K_{S4 \text{ elettrico}} = 1/UW \text{ elettrico}$	6.67E-01	$kV^{-1}$	In accordo con la formula B.7
	$P_{TU}$	Misure di protezione per l'elettrocuzione da contatto diretto	1	1.00E+00	[-]	In accordo con la tabella B.6, nessuna protezione

Coefficiente di equipotenzializzazione	$P_{EB}$	Dipende dalla equipotenzializzazione al fulmine e dal livello di protezione (LPL)	0			In accordo con la tabella B.7. Livello 1
	$P_{EB \text{ dati}}$		0.01	1.00E-02	[-]	In accordo con la tabella B.7. Livello 1
	$P_{EB \text{ elettrico}}$		0.01	1.00E-02	[-]	In accordo con la tabella B.7. Livello 1

---

## 12 Probabilità in Presenza di Protezioni Aggiuntive

I valori delle probabilità di danno per la struttura protetta sono stati calcolati secondo il metodo indicato nell'Appendice B della norma CEI EN 62305-2 e sono disponibili in *Tabella 12.1*.

Tabella 12.1: Valori di probabilità in presenza di protezioni aggiuntive

Nome	Codice	Descrizione	Formula e/o Input	Valore	Unita	Commento (Ref. IEC62305-2 Ed. 2.0 2010-12)
Probabilità danno S1 D1	$P_A$		$PA = PTA \times PB$	2.00E-02	[-]	In accordo con la formula B.1
Probabilità danno S1 D2	$P_B$		0.02	2.00E-02	[-]	In accordo con la tabella B.2
Probabilità danno S1 D3	$P_C$	É la probabilità di danno dovuto a sovrattensioni nei circuiti interni. É un calcolo composto per tutti i vari circuiti interni presenti; nel nostro caso sono due circuiti interni quello dei dati e quello elettrico	$PC = 1 - (1 - PC \text{ dati}) \times (1 - PC \text{ elettrico})$	1.99E-02	[-]	In accordo con la formula B.2
	$P_{C \text{ dati}}$		$PC = PSPD \text{ dati} \times CLD \text{ dati}$	1.00E-02	[-]	In accordo con la formula B.2
	$P_C \text{ elettrico}$		$PC = PSPD \text{ elettrico} \times CLD \text{ elettrico}$	1.00E-02	[-]	In accordo con la formula B.2
Probabilità danno S2 D3	$P_M$	É la probabilità di danno dovuto a sovrattensioni nei circuiti interni. É un calcolo composto per tutti i vari circuiti interni presenti; nel nostro caso sono due circuiti interni quello dei dati e quello elettrico	$PM = 1 - (1 - PM \text{ dati}) \times (1 - PM \text{ elettrico})$	1.78E-04	[-]	In accordo con la formula B.3
	$P_{M \text{ dati}}$		$PM \text{ dati} = PSPD \text{ dati} \times PMS \text{ dati}$	1.78E-04	[-]	In accordo con la formula B.3
	$P_M \text{ elettrico}$		$PM \text{ elettrico} = PSPD \text{ elettrico} \times PMS \text{ elettrico}$	4.44E-11	[-]	In accordo con la formula B.3

Probabilità danno S3 D1	$P_U$	Probabilità fulmine su linea provochi danni per elettrocuzione	$P_U = P_{TU} \times P_{EB} \times P_{LD} \times P_{CLD}$	.		In accordo con la formula B.8
	$P_{U \text{ dati}}$	Probabilità fulmine su linea provochi danni per elettrocuzione	0	1.00E-02	[-]	In accordo con la formula B.8
	$P_U$ elettrico	Probabilità fulmine su linea provochi danni per elettrocuzione	0	8.00E-03	[-]	In accordo con la formula B.8
Probabilità danno S3 D2	$P_V$	É la probabilità di danno dovuto a al fulmine sulla linea causi danno ambientale	$P_V = P_{EB} \times P_{LD} \times P_{CLD}$	.		In accordo con la formula B.9
	$P_{V \text{ dati}}$		as above	1.00E-02	[-]	In accordo con la formula B.9
	$P_V$ elettrico		as above	8.00E-03	[-]	In accordo con la formula B.9
Probabilità danno S3 D3	$P_W$	É la probabilità che un fulmine sulla linea causi danno agli impianti interni	$P_W = P_{SPD} \times P_{LD} \times P_{CLD}$	.		In accordo con la formula B.10
	$P_{W \text{ dati}}$		as above	1.00E-02	[-]	In accordo con la formula B.10
	$P_W$ elettrico		as above	8.00E-03	[-]	In accordo con la formula B.10
Probabilità danno S4 D3	$P_Z$	É la probabilità che un fulmine in prossimitá di una linea entrante causi danno agli impianti interni	$P_Z = P_{SPD} \times P_{LI} \times P_{CLI}$	.		In accordo con la formula B.11
	$P_{Z \text{ dati}}$		as above	5.00E-03	[-]	In accordo con la formula B.11
	$P_Z$ elettrico		as above	0.00E+00	[-]	In accordo con la formula B.11

## 13 Valutazione del Rischio in Presenza di Protezioni Aggiuntive

### 13.1 Rischio R1: Perdita Vite Umane

I valori delle componenti del Rischio R1 sono stati calcolati in accordo con la norma CEI EN 62305-2 e sono disponibili nella *Tabella 13.1*.

*Tabella 13.1: Calcoli relativi al Rischio R1 in presenza di protezioni aggiuntive*

Nome	Codice	Formula e/o Input	Valore	Unita	Commento (Ref. IEC62305-2 Ed. 2.0 2010-12)
Rischio effetti danno generale	R	$R_{\text{zona 1}} = R_A \text{ zona 1} + R_B \text{ zona 1} + R_C \text{ zona 1} + R_M \text{ zona 1} + R_U \text{ zona 1} + R_V \text{ zona 1} + R_W \text{ zona 1} + R_Z \text{ zona 1}$	.	[-]	
Rischio perdita	R1	as above	3.34E-08	[-]	In accordo con la formula 1
Rischio effetti S1 D1	R <sub>A</sub>	$R_A = N_D \times P_A \times L_A$	.	[-]	In accordo con la formula 6
	R <sub>1A</sub>	as above	2.86E-08	[-]	In accordo con la formula 6
Rischio effetti S1 D2	R <sub>B</sub>	$R_B = N_D \times P_B \times L_B$	.	[-]	In accordo con la formula 7
	R <sub>1B</sub>	as above	2.86E-10	[-]	In accordo con la formula 7
Rischio effetti S1 D3	R <sub>C</sub>	$R_C = N_D \times P_C \times L_C$	.	[-]	In accordo con la formula 8
	R <sub>1C</sub>	as above	0.00E+00	[-]	In accordo con la formula 8
Rischio effetti S2 D3	R <sub>M</sub>	$R_M = N_M \times P_M \times L_M$	.	[-]	In accordo con la formula 9
	R <sub>1M</sub>	as above	0.00E+00	[-]	In accordo con la formula 9
Rischio effetti S3 D1	R <sub>U</sub>	$R_U = (N_L + N_{DJ}) \times P_U \times L_U$	.	[-]	In accordo con la formula 10

	$R_{1U}$	In the case of a structure with more than one connected line with different routing the calculation shall be performed per each line. In the case of a structure with more than one connected line with the same routing the calculation should be performed onlu for the line with the worst characteristics.	4.53E-09	[-]	In accordo con la formula 10
	$R_{1U \text{ dati}}$	as above	3.90E-09	[-]	In accordo con la formula 10
	$R_{1U \text{ elettrico}}$	as above	6.25E-10	[-]	In accordo con la formula 10
Rischio effetti S3 D2	$R_V$	$RV = (NL + NDJ) \times PV \times LV$	.	[-]	In accordo con la formula 11
	$R_{1V}$	as above		[-]	In accordo con la formula 11
	$R_{1V \text{ dati}}$	as above	3.90E-11	[-]	In accordo con la formula 11
	$R_{1V \text{ elettrico}}$	as above	6.25E-12	[-]	In accordo con la formula 11
Rischio effetti S3 D3	$R_W$	$RW = (NL + NDJ) \times PW \times LW$	.		In accordo con la formula 12
	$R_{1W}$	as above	0.00E+00	[-]	In accordo con la formula 12
	$R_{1W \text{ dati}}$	as above	0.00E+00	[-]	In accordo con la formula 12
	$R_{1W \text{ elettrico}}$	as above	.	[-]	In accordo con la formula 12
Rischio effetti S4 D3	$R_Z$	$RZ = NI \times PZ \times LZ$	.		In accordo con la formula 13
	$R_{1Z}$	as above	.	[-]	In accordo con la formula 13
	$R_{1Z \text{ dati}}$	as above	0.00E+00	[-]	In accordo con la formula 13
	$R_{1Z \text{ elettrico}}$	as above	0.00E+00	[-]	In accordo con la formula 13
Rischio Tollerabile	$R_{T1}$	0.00001	1.00E-05	[-]	In accordo con la tabella 4
	Verifica	$R1 < R1T$	Rispettato	N/A	

Come visibile, il valore del rischio complessivo risulta inferiore del valore del rischio tollerato indicato nella Tabella 4 della norma CEI EN 62305-2.

### 13.2 Rischio R4: Perdita di Valore Economico

I valori delle componenti del Rischio R4 sono stati calcolati in accordo con la norma CEI EN 62305-2 e sono disponibili nella *Tabella 13.2*.

*Tabella 13.2: Calcoli relativi al Rischio R4 in presenza di protezioni aggiuntive*

Nome	Codice	Formula e/o Input	Valore	Unita	Commento (Ref. IEC62305-2 Ed. 2.0 2010-12)
Rischio perdita	R4	as above	4.45E-06	[-]	In accordo con la formula 4
	R <sub>4A</sub>	as above	0.00E+00	[-]	In accordo con la formula 6
	R <sub>4B</sub>	as above	1.25E-06	[-]	In accordo con la formula 7
	R <sub>4C</sub>	as above	3.74E-07	[-]	In accordo con la formula 8
	R <sub>4M</sub>	as above	1.22E-09	[-]	In accordo con la formula 9
	R <sub>4U</sub>	as above	0.00E+00	[-]	In accordo con la formula 10
	R <sub>4U</sub> dati	as above	0.00E+00	[-]	In accordo con la formula 10
	R <sub>4U</sub> elettrico	as above	0.00E+00	[-]	In accordo con la formula 10
	R <sub>4V</sub>	as above	1.98E-07	[-]	In accordo con la formula 11
	R <sub>4V</sub> dati	as above	1.71E-07	[-]	In accordo con la formula 11
	R <sub>4V</sub> elettrico	as above	2.74E-08	[-]	In accordo con la formula 11
	R <sub>4W</sub>	as above	5.95E-08	[-]	In accordo con la formula 12
	R <sub>4W</sub> dati	as above	5.13E-08	[-]	In accordo con la formula 12
	R <sub>4W</sub> elettrico	as above	8.21E-09	[-]	In accordo con la formula 12
	R <sub>4Z</sub>	as above	2.57E-06	[-]	In accordo con la formula 13
	R <sub>4Z</sub> dati	as above	2.57E-06	[-]	In accordo con la formula 13
	R <sub>4Z</sub> elettrico	as above	0.00E+00	[-]	In accordo con la formula 13

La norma non prevede un valore di riferimento del rischio di perdita economica in quanto tale valutazione è lasciata unicamente al proponente. Ciononostante, la CEI81-29 introduce la frequenza di danno tollerabile, un parametro che permette di semplificare la valutazione di perdita economica. Questa viene analizzata all'interno del Paragrafo 14.

---

## 14 Valutazione della Convenienza Economica

L'analisi della convenienza economica della protezione è stata condotta come indicato dalla norma CEI EN 62305-2 calcolando il risparmio annuo, in termini di perdite economiche, che ogni soluzione permette di ottenere, al fine di individuare la più conveniente. I dati ed i risultati relativi alla valutazione della convenienza economica nonché le considerazioni circa la frequenza di danno (come introdotte dalla CEI 81/29) sono disponibili in *Tabella 14.1*.

Come evidente dai risultati, l'impiego dei sistemi di protezione aggiuntivi non risulta in un risparmio economico, bensì in una spesa annua di circa €90. Tale spesa aggiuntiva è largamente giustificata dalla significativa riduzione dei Rischi R1 e R4 nonché dal rispetto dei valori di frequenza tollerabile.

Tabella 14.1: Analisi sulla convenienza economica dei sistemi di protezione aggiuntiva

Nome	Codice	Descrizione	Formula e/o Input	Valore	Unita	Commento (Ref. IEC62305-2 Ed. 2.0 2010-12)
Rischio Economico Tollerabile	Verifica	Non é set in stone ma sta all'azienda deciderlo; obv se non vale quanto di seguito non ha senso farlo	$C_L > C_{RL} + C_{PM}$	Convenienza Economica		
Risparmio economico	d	Possibile risparmio economico	$d = -(C_L - C_{RL} + C_{PM})$	-89.96 €		É la differenza delle spese dovute ai sistemi di protezione piú le spese dovute al rischio residuo mene le spese dovute al rischio iniziale
	$C_L$	Costo annuo della perdita totale in assenza delle misure di protezione.	$C_L = R_4 \times C_t$	2,288.44 €		In accordo con la formula D.2
	$C_{RL}$	Costo annuo della perdita residua in presenza delle misure di protezione	$C_{RL} = R_4 \times C_t^{**}$	28.48 €		In accordo con la formula D.3
	$C_{PM}$	Costo annuo delle misure di protezione scelte	$C_{PM} = C_P \times (i + a + m)$	2,170.00 €		In accordo con la formula D.5
	$C_P$	Costo delle misure di protezione	$C_P = C_{P\ globali} + C_{P\ struttura}$	1.24E+04		Distinzione in due classi di protezione
	$C_{P\ globali}$	Costo delle misure di protezione globali	10,000.00 €	1.00E+04		Dato di progetto
	$C_{P\ struttura}$	Costo delle misure di protezione della struttura	2,400.00 €	2.40E+03		Dato di progetto
	i	Tasso di interesse	0.03 €	2.50E-02	[-]	Dato di progetto
	a	Tasso di ammortamento	$a = 1/aa$	1.00E-01	[-]	Calcolato
	aa	Anni di ammortamento	10.00 €	1.00E+01	anni	Dato di progetto
	m	Tasso di manutenzione	0.05 €	5.00E-02	[-]	Dato di progetto

Frequenza di danno totale	F	Frequenza di danno é la somma della frequenze di danno relative alle varie sorgenti	$F = F_{S1} + F_{S2} + F_{S3} + F_{S4}$			Come aggiornato dalla CEI 81/29
	$F_{tot\ dati}$		as above	1.87E+01	[-]	Come aggiornato dalla CEI 81/29
	$F_{tot\ dati\ residua}$		as above	2.55E-01	[-]	Come aggiornato dalla CEI 81/29
	$F_{toll\ dati}$	Fissare il valore di frequenza di danno tollerabile FT è responsabilità del proprietario o del gestore della struttura, anche tenendo conto delle caratteristiche del servizio svolto, della vita attesa per la struttura e per gli impianti interni, dell'organizzazione per la manutenzione e riparazione e dei costi associati	1	1.00E+00	[-]	Dato di progetto
	$F_{tot\ elettrico}$		as above	1.32E+00	[-]	Come aggiornato dalla CEI 81/29
	$F_{tot\ elettrico\ residuo}$		as above	7.53E-02	[-]	Come aggiornato dalla CEI 81/29
	$F_{toll\ elettrico}$	Fissare il valore di frequenza di danno tollerabile FT è responsabilità del proprietario o del gestore della struttura, anche tenendo conto delle caratteristiche del servizio svolto, della vita attesa per la struttura e per gli impianti interni, dell'organizzazione per la manutenzione e riparazione e dei costi associati	1	1.00E+00		Come aggiornato dalla CEI 81/29
	$F_{S1}$		$N_D \times [1 - (1 - P_A) \times (1 - P_B) \times (1 - P_C)]$	1.25E+00	[-]	Come aggiornato dalla CEI 81/29

	$F_{S2}$		$N_M \times P_M$	8.12E-03	[-]	Come aggiornato dalla CEI 81/29
	$F_{S3}$		$(N_L + N_{Dj}) \times [1 - (1 - P_U) \times (1 - P_V) \times (1 - P_W)]$	.		Come aggiornato dalla CEI 81/29
	$F_{S3}$ dati		as above	3.42E-01	[-]	Come aggiornato dalla CEI 81/29
	$F_{S3}$ elettrico		as above	5.49E-02	[-]	Come aggiornato dalla CEI 81/29
	$F_{S4}$		$N_I \times P_Z$	.		Come aggiornato dalla CEI 81/29
	$F_{S4}$ dati		as above	1.71E+01	[-]	Come aggiornato dalla CEI 81/29
	$F_{S4}$ elettrico		as above	0.00E+00	[-]	Come aggiornato dalla CEI 81/29
	$F_{S1}$ residuo		$N_D \times [1 - (1 - P_A) \times (1 - P_B) \times (1 - P_C)]$	7.35E-02	[-]	Come aggiornato dalla CEI 81/29
	$F_{S2}$ residuo		$N_M \times P_M$	8.12E-05	[-]	Come aggiornato dalla CEI 81/29
	$F_{S3}$ residuo		$(N_L + N_{Dj}) \times [1 - (1 - P_U) \times (1 - P_V) \times (1 - P_W)]$	.		Come aggiornato dalla CEI 81/29
	$F_{S3}$ dati residuo		as above	1.02E-02	[-]	Come aggiornato dalla CEI 81/29
	$F_{S3}$ elettrico residuo		as above	1.63E-03	[-]	Come aggiornato dalla CEI 81/29
	$F_{S4}$ residuo		$N_I \times P_Z$	.		Come aggiornato dalla CEI 81/29
	$F_{S4}$ dati residuo		as above	1.71E-01	[-]	Come aggiornato dalla CEI 81/29

---

	F <sub>S4</sub> elettrico residuo		as above	0.00E+00	[-]	Come aggiornato dalla CEI 81/29
--	--------------------------------------	--	----------	----------	-----	------------------------------------

---

## 15 Conclusioni

Dall'analisi condotta ed ivi descritta risulta come, a seguito dell'adozione delle misure di protezione (che devono essere correttamente dimensionate) sopracitate, il Rischio R1 sia inferiore a quello tollerato. Inoltre, la valutazione economica ha messo in luce un ridotto costo derivante dall'adozione delle misure di protezione aggiuntive.

Secondo la norma CEI EN 62305-2 la struttura è protetta contro le fulminazioni.

## 16 Appendice 1



## CEI - Comitato Elettrotecnico

Milano, 10/11/2023 11:48:02

**Valore Ng: 1.14**

VALIDITA' DEI DATI: fino al 31/12/2027

**Informazioni sulla posizione**

Latitudine:	41.830988° N
Longitudine:	15.165995° E
Comune:	Serracapriola
Codice Istat:	071053
Provincia:	FG
Regione:	Puglia

**Condizioni di utilizzo e validità dei dati**

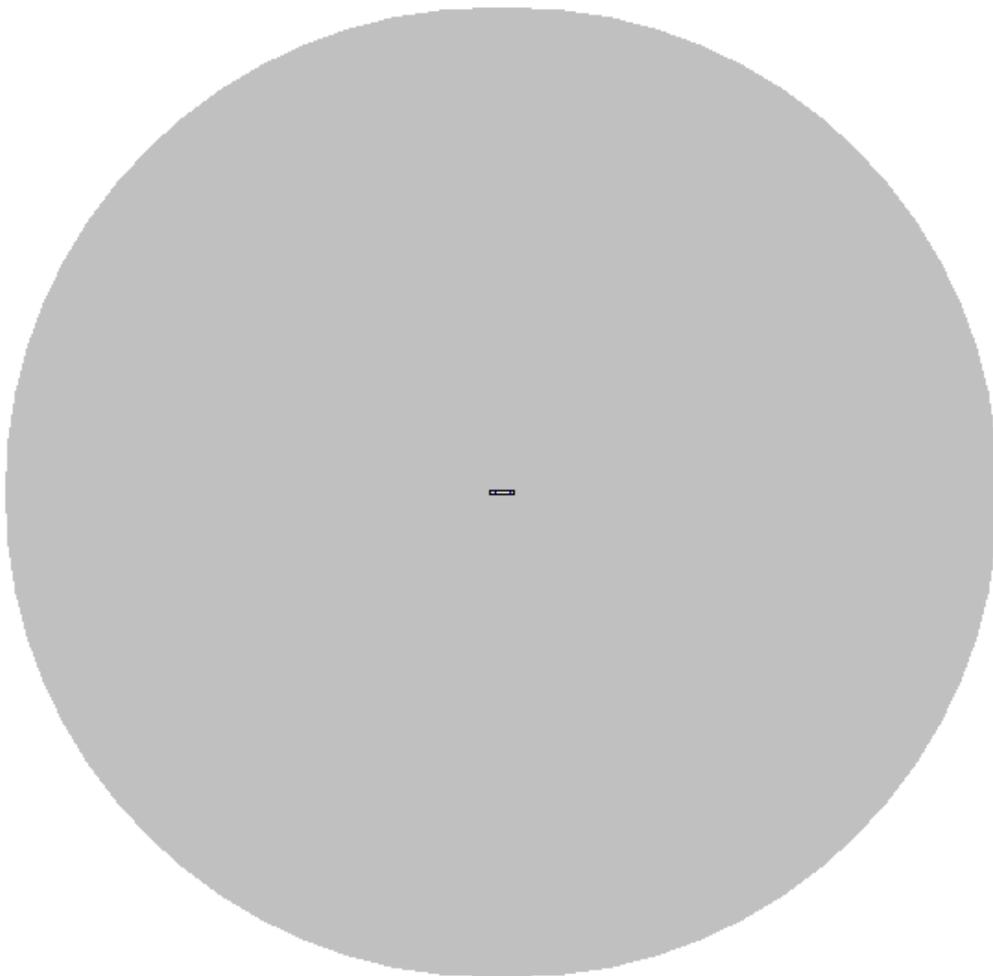
- Il valore di  $N_g$  riportato dall'applicazione è calcolato esclusivamente sulla base delle coordinate geografiche (Latitudine e Longitudine, formato WGS84) fornite dall'utente. Il CEI - Comitato Elettrotecnico Italiano non si assume alcuna responsabilità in merito all'affidabilità degli strumenti utilizzati per la rilevazione delle coordinate stesse, ivi incluso lo strumento gratuito "CEI FindIT" messo a disposizione a puro titolo di ausilio e/o verifica. Parimenti, è responsabilità dell'utente la verifica di precisione e accuratezza di eventuali rilevatori GPS utilizzati per rilevazioni sul campo.
- I valori di  $N_g$  forniti dall'applicazione derivano da rilevazioni ed elaborazioni effettuate da Météorage facendo ricorso allo stato dell'arte della tecnologia e delle conoscenze tecnico-scientifiche in materia.
- CEI ProDiS possiede le caratteristiche indicate dalla norma europea CEI EN 62858 affinché i dati resi disponibili possano essere utilizzati nell'analisi del rischio prevista dalla norma europea CEI EN 62305-2.
- I dati relativi alle indicazioni geografiche fornite dall'applicazione fanno riferimento ai database geografici messi a disposizione dall'ISTAT. Tali dati si riferiscono alla situazione di Comuni, Province e Regioni al 01 gennaio 2022.
- La precisione delle conversioni di coordinate comporta un errore all'incirca di 100 m. L'applicazione è costruita in modo da tenere in considerazione le inevitabili approssimazioni dovute al calcolo numerico e, pertanto, i valori forniti risultano sempre conservativi.
- Il valore di  $N_g$  fornito è legato esclusivamente alle coordinate inserite: non esiste alcuna relazione tra il valore di  $N_g$  ed il Comune in cui ricadono le coordinate geografiche (WGS84).
- Piccole variazioni di coordinate possono portare a valori diversi di  $N_g$  a causa della natura discreta della mappa ceramica su cui insiste l'applicazione. Si raccomanda, pertanto, di verificare con la massima attenzione possibile i valori inseriti, nonché di evitare il riuso del dato per posizioni distanti più di 100 m (tolleranza all'errore).
- Dati interpolati e/o dedotti con qualsiasi algoritmo a partire da quelli forniti dall'applicazione non hanno alcuna attinenza con il modello fisico sottostante e, pertanto, non devono essere utilizzati nei calcoli.
- I dati di probabilità ceramica ( $N_g$ ) sono di proprietà di CEI - Comitato Elettrotecnico Italiano e di Météorage. Senza il consenso scritto da parte del CEI - Comitato Elettrotecnico Italiano, è vietata la divulgazione dei suddetti dati, anche a titolo gratuito, sotto qualsiasi forma e con qualsiasi mezzo, fatti salvi i fini progettuali e/o di verifica per cui avviene la consultazione.
- È fatto esplicito divieto di ricostruire il database dei dati ceramici, anche parzialmente, a partire dai dati forniti dall'applicazione.
- Per tutto quanto non esplicitamente citato nelle presenti condizioni, si rimanda alla Licenza d'uso dei prodotti CEI (<https://pages.ceinorme.it/it/licenzaduso-it/>).

CEI - Comitato Elettrotecnico Italiano Via Saccardo, 9 – 20134 Milano – Italy  
 Tel +39 02 21006.217 - Fax +39 02 21006.222 - [prodis@ceinorme.it](mailto:prodis@ceinorme.it) - [www.ceinorme.it](http://www.ceinorme.it) - Partita IVA 06357810156

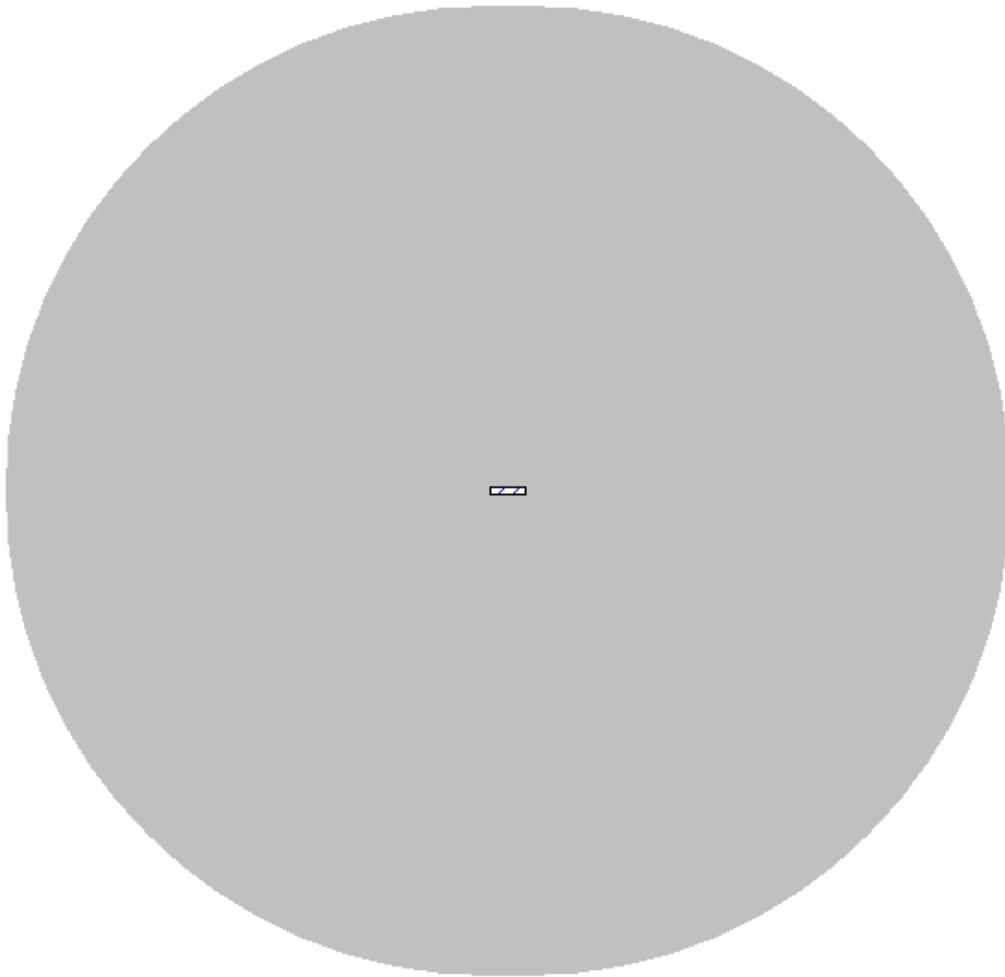
## 17 Appendice 2



*Figura 17.1: Si è ipotizzata una struttura avente dimensioni in pianta coincidenti con quelle della navicella e altezza pari a quella del soffitto della navicella stessa. Dimensioni: 19x4x137*



*Figura 17.2: Area di Raccolta AD*



*Figura 17.3: Area di Raccolta AM*