

Pratica antincendio Att. 44.3.C e nuove Att.44.2.C

Centro impiantistico di Cavaglià. Loc Gerbido, Cavaglià (BI)

**IMPIANTO DI RICICLO MATERIALI PLASTICI E PRODUZIONE FILM E SACCHETTI
FILM-E03_Valutazione scariche atmosferiche**

CAVA04-F01-F00-FF-00-000-E-E-001-R00

GENNAIO 2023

Titolo progetto <i>Project title</i>	Pratica antincendio Att. 44.3.C e nuove Att.44.2.C Centro impiantistico di Cavaglià. Loc Gerbido, Cavaglià (BI)
Titolo documento <i>Document title</i>	IMPIANTO DI RICICLO MATERIALI PLASTICI E PRODUZIONE FILM E SACCHETTI FILM-E03_Valutazione scariche atmosferiche
Livello documento	Variante pratica n. 111147 in ottemperanza all'art.3 del DPR 151/11 e redatta in conformità all'allegato I del D.M. 7 agosto 2012
Codice documento A2A <i>A2A Document code</i>	CAVA04-F01-F00-FF-00-000-E-E-001-R00
Il Progettista <i>Designer</i>	 

Progettazione

Rev	Fase	Data <i>Date</i>	Descrizione <i>Description</i>	Redatto <i>Edited</i>	Verificato <i>Revised</i>	Approvato <i>Approved</i>	A2A Ambiente S.p.A.
00	AU	Gennaio 2023	Prima emissione	M. Riboni	D. Grugni	G. Lonardini	

A2A Ambiente

Data <i>Date</i>	Verificato <i>Revisited</i>	Approvato <i>Approved</i>	A2A Ambiente S.p.A.
Gennaio 2023	PE: M. Riboni	PM: C. Tepordei	

A2A Ambiente

Data <i>Date</i>	Validato <i>Validated</i>	A2A Ambiente S.p.A.
Gennaio 2023	Cliente: D. Marinzì	

Sommario

1	INTRODUZIONE	6
2	INQUADRAMENTO IMPIANTO E CONTENUTO DEL DOCUMENTO	11
3	NORME TECNICHE DI RIFERIMENTO	13
4	INDIVIDUAZIONE DELLE STRUTTURE DA PROTEGGERE	14
5	DATI INIZIALI	15
5.1	DENSITÀ ANNUA DI FULMINI A TERRA.....	15
5.2	DATI RELATIVI ALLA STRUTTURA	15
5.3	DATI RELATIVI ALLE LINEE ESTERNE.....	17
5.4	DEFINIZIONE E CARATTERISTICHE DELLE ZONE.....	17
6	CALCOLO DELLE AREE DI RACCOLTA DELLA STRUTTURA E DELLE LINEE ELETTRICHE ESTERNE	20
6.1	AREE DI RACCOLTA E NUMERO ANNUO DI EVENTI PERICOLOSI	21
6.2	VALORI DELLE PROBABILITÀ P PER LA STRUTTURA NON PROTETTA.....	22
7	VALUTAZIONE DEI RISCHI	23
7.1	RISCHIO R1 CAPANNONE: PERDITA DI VITE UMANE	23
8	SCELTA DELLE MISURE DI PROTEZIONE	26
9	FREQUENZA DI DANNO	29
10	CONCLUSIONI	31

1 INTRODUZIONE

La valutazione del rischio è basata sulle informazioni verificate e fornite dal Datore di Lavoro: destinazione d'uso e descrizione del processo, condizioni operative degli impianti, programmazione dei turni di lavoro, ecc.

Di seguito viene introdotto il concetto di valutazione rischio fulminazione partendo dalla spiegazione dei termini utili alla comprensione del resto del documento.

La corrente di fulmine è la principale sorgente di danno. Le seguenti sorgenti sono distinte in base al punto d'impatto del fulmine:

- S1: fulmine sulla struttura;
- S2: fulmine in prossimità della struttura;
- S3: fulmine su una linea;
- S4: fulmine in prossimità di una linea.

Un fulmine può causare danno in funzione delle caratteristiche della struttura da proteggere.

Alcune delle più importanti caratteristiche sono: tipo di costruzione, contenuto e attività, tipo del servizio e misure di protezione adottate.

Nelle pratiche applicazioni della determinazione del rischio è utile distinguere tra i tre tipi principali di danno che possono manifestarsi come conseguenza di una fulminazione. Esse sono le seguenti:

- D1: danno ad esseri viventi per elettrocuzione;
- D2: danno materiale;
- D3 guasto di impianti elettrici ed elettronici.

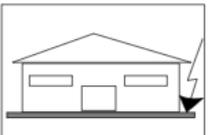
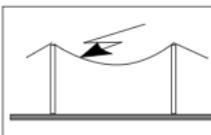
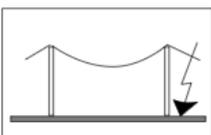
Il danno ad una struttura dovuto al fulmine può essere limitato ad una parte della struttura o estendersi all'intera struttura. Esso può anche interessare le strutture vicine o l'ambiente (per esempio emissioni chimiche o radioattive).

Ciascun tipo di danno, solo o in combinazione con altri, può produrre diverse perdite conseguenti nella struttura da proteggere. Il tipo di perdita che può verificarsi dipende dalle

caratteristiche dell'oggetto stesso ed al suo contenuto. I seguenti tipi di perdita devono essere presi in considerazione:

- L1: perdita di vite umane (inclusi danni permanenti);
- L2: perdita di servizio pubblico;
- L3: perdita di patrimonio culturale insostituibile;
- L4: perdita economica (struttura, contenuto e perdita di attività).

Tabella 1 – Sorgenti di danno, tipi di danno e tipi di perdita in funzione del punto d'impatto

Fulminazione		Struttura	
Punto d'impatto	Sorgente di danno	Tipo di danno	Tipo di perdita
	S1	D1 D2 D3	L1, L4 ^(a) L1, L2, L3, L4 L1 ^(b) , L2, L4
	S2	D3	L1 ^(b) , L2, L4
	S3	D1 D2 D3	L1, L4 ^(a) L1, L2, L3, L4 L1 ^(b) , L2, L4
	S4	D3	L1 ^(b) , L2, L4
<p>(a) Solo nel caso di strutture in cui si può verificare la perdita di animali. (b) Solo nel caso di strutture con rischio di esplosione, di ospedali o di altre strutture in cui guasti di impianti interni provocano immediato pericolo per la vita umana.</p>			

Il rischio R è la misura della probabile perdita media annua. Per ciascun tipo di perdita che può verificarsi in una struttura deve essere valutato il relativo rischio.

I rischi da valutare in una struttura possono essere:

- R1: rischio di perdita di vite umane (inclusi danni permanenti);
- R2: rischio di perdita di servizio pubblico;
- R3: rischio di perdita di patrimonio culturale insostituibile;
- R4: rischio di perdita economica.

Per valutare i rischi, R, devono essere definite e calcolate le relative componenti di rischio (rischi parziali dipendenti dalla sorgente e dal tipo di danno).

Ciascun rischio R è la somma delle sue componenti di rischio. Nell'effettuare la somma le componenti di rischio possono essere raggruppate secondo la sorgente di danno ed il tipo di danno.

• **Componenti di rischio per una struttura dovute alla fulminazione diretta della struttura**

- R_A: componente relativa ai danni ad esseri viventi per elettrocuzione dovuta a tensioni di con-tatto e di passo all'interno della struttura e all'esterno in zone fino a 3m attorno alle calate. Possono verificarsi perdite di tipo L1 e, in strutture ad uso agricolo, anche di tipo L4 con possibile perdita di animali;
- R_B: componente relativa ai danni materiali causati da scariche pericolose all'interno della struttura che innescano l'incendio e l'esplosione e che possono anche essere pericolose per l'ambiente. Possono verificarsi tutti i tipi di perdita (L1, L2, L3 ed L4);
- R_C: componente relativa al guasto di impianti interni causata dal LEMP. In tutti i casi possono verificarsi perdite di tipo L2 ed L4, unitamente al tipo L1 nel caso di strutture con rischio d'esplosione e di ospedali o di altre strutture in cui il guasto degli impianti interni provoca immediato pericolo per la vita umana.

- **Componente di rischio per una struttura dovuta a fulminazione in prossimità della struttura.**

- R_M : componente relativa al guasto di impianti interni causata dal LEMP. In tutti i casi possono verificarsi perdite di tipo L2 ed L4, unitamente al tipo L1 nel caso di strutture con rischio d'esplosione e di ospedali o di altre strutture in cui il guasto degli impianti interni provoca immediato pericolo per la vita umana.

- **Componente di rischio per una struttura dovuta a fulminazione diretta di una linea connessa alla struttura**

- R_U : componente relativa ai danni ad esseri viventi per elettrocuzione dovuta a tensioni di contatto all'interno della struttura. Possono verificarsi perdite di tipo L1 e, in caso di strutture ad uso agricolo, anche perdite di tipo L4 con possibile perdita di animali.

- R_V : componente relativa ai danni materiali (incendio o esplosione innescati da scariche pericolose fra installazioni esterne e parti metalliche, generalmente nel punto d'ingresso della linea nella struttura) dovuti alla corrente di fulmine trasmessa attraverso la linea entrante. Possono verificarsi tutti i tipi di perdita (L1, L2, L3 ed L4)

- R_W : componente relativa al guasto di impianti interni causata da sovratensioni indotte sulla linea e trasmesse alla struttura. In tutti i casi possono verificarsi perdite di tipo L2 ed L4, unitamente al tipo L1 nel caso di strutture con rischio d'esplosione e di ospedali o di altre strutture in cui il guasto degli impianti interni provoca immediato pericolo per la vita umana.

• **Componente di rischio per una struttura dovuta a fulminazione in prossimità di una linea connessa alla struttura**

- R_z : componente relativa al guasto di impianti interni causata da sovratensioni indotte sulla linea e trasmesse alla struttura. In tutti i casi possono verificarsi perdite di tipo L2 ed L4, unitamente al tipo L1 nel caso di strutture con rischio d'esplosione e di ospedali o di altre strutture in cui il guasto degli impianti interni provoca immediato pericolo per la vita umana.

Tabella 2 – Componenti di rischio da considerare per ciascun tipo di perdita in una struttura

Sorgente di danno	Fulminazione diretta della struttura S1			Fulminazione in prossimità della struttura S2	Fulminazione diretta di una linea entrante S3			Fulminazione in prossimità di una linea entrante S4
	R_A	R_B	R_C	R_M	R_U	R_V	R_W	R_Z
Componente di rischio	R_A	R_B	R_C	R_M	R_U	R_V	R_W	R_Z
Rischio per ciascun tipo di perdita								
R_1	*	*	* ^(a)	* ^(a)	*	*	* ^(a)	* ^(a)
R_2		*	*	*		*	*	*
R_3		*				*		
R_4	* ^(b)	*	*	*	* ^(b)	**	*	*

(a) Solo nel caso di strutture con rischio di esplosione, di ospedali o di altre strutture, in cui guasti di impianti interni provocano immediato pericolo per la vita umana.
(b) Soltanto in strutture in cui si può verificare la perdita di animali.

Tabella 3 – Fattori che influenzano le componenti di rischio in una struttura

Caratteristiche della struttura e degli impianti interni Misure di protezione	R_A	R_B	R_C	R_M	R_U	R_V	R_W	R_Z
Area di raccolta	X	X	X	X	X	X	X	X
Resistività superficiale del suolo	X							
Resistività della pavimentazione	X				X			
Barriere, isolamento, cartelli ammonitori, equipotenzializzazione del suolo	X				X			
LPS	X	X	X	X ^(a)	X ^(b)	X ^(b)		
Equipotenzializzazione con SPD	X	X			X	X		
Interfacce di separazione			X ^(c)	X ^(c)	X	X	X	X
Sistema di SPD			X	X			X	X
Schermatura locale			X	X				
Schermatura delle linee esterne					X	X	X	X
Schermatura delle linee interne			X	X				
Cablaggio degli impianti interni			X	X				
Rete di equipotenzialità			X					
Misure antincendio		X				X		
Rischio d'incendio		X				X		
Pericoli particolari		X				X		
Tensione di tenuta ad impulso			X	X	X	X	X	X

(a) Solo per LPS esterni a maglia.
(b) Dovuto alla presenza di connessioni equipotenziali.
(c) Solo se esse appartengono all'apparato.

2 INQUADRAMENTO IMPIANTO E CONTENUTO DEL DOCUMENTO

Il presente documento ha lo scopo di illustrare la scelta delle misure di protezione contro i fulmini da adottare ove necessarie come richiesto dal D.lgs. 81/08, art. 84, in funzione della valutazione del rischio fulminazione, per quanto concerne il nuovo impianto di riciclo materiali plastici per la produzione di film e sacchetti, situata nel centro impiantistico di Cavaglià (BI).

La valutazione è stata eseguita considerando i seguenti dati in ingresso:

	LUOGO CON PERICOLO DI ESPLOSIONE	TIPO DI ZONA	PERICOLI PARTICOLARI	RISCHIO INCENDIO	PROTEZIONI ANTICENDIO	N. PERSONE NELLA ZONA	N. TOT PERSONE NELLA STRUTTURA	TEMPO PER IL QUALE LE PERSONE SONO PRESENTI NELLA STRUTTURA (ORE/ANNO)
ZONA ESTERNA	NO		NO	Nessuno	Nessuno	2	7	7200
ZONA INTERNA	NO		Ridotto rischio di panico	Elevato	Automatiche e Manuali	5		7200

Uno dei dati di partenza della valutazione è inoltre il valore di Ng (numero di fulmini a terra all'anno e al kilometro quadrato).

Il valore di Ng viene acquisito per la posizione di interesse (latitudine/longitudine) in base ai dati rilevati dai cosiddetti sistemi di rilevamento fulmini (LLS, Lightning Location System). Tale valore è indispensabile per calcolare il numero di eventi pericolosi dovuti al fulmine e quindi, in ultima analisi, per scegliere le eventuali misure di protezione.

La normativa attuale fa riferimento alla guida CEI 81-29 e per i valori di Ng alla Norma CEI EN IEC 62858 - "Densità di fulminazione. Reti di localizzazione fulmini (LLS) – principi generali".

Secondo le previsioni della nuova norma, il valore di Ng sarà aggiornato almeno ogni 5 anni (il valore di Ng ha quindi una scadenza temporale, dati più recenti non più vecchi di 5 anni); questo comporta per il Datore di Lavoro una periodica revisione della valutazione del rischio

fulminazione, per mantenerla aggiornata nel tempo ai dati di probabilità di fulminazione più aggiornati, anche se non dovesse cambiare la norma di riferimento (CEI EN 62305).

La valutazione del rischio fulminazione è stata eseguita utilizzando il software Zeus di TuttoNormel che fornisce il valore di N_g derivato da un sistema di rilevamento fulmini (LLS) gestito da un'importante e affidabile società europea operante in Italia e altri Stati europei. I dati forniti da tale sistema sono conformi alla norma CEI EN IEC 62858 e possono dunque essere utilizzati, in accordo con la guida CEI 81-29 (edizione 2020), per effettuare l'analisi del rischio secondo la norma CEI EN 62305-2.

3 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; Errata Corrige (Novembre 2013);
- CEI EN 62305-2: "Protezione contro i fulmini. Parte 2: Valutazione del rischio" - Febbraio 2013; Errata Corrige (Novembre 2013);
- CEI EN 62305-3: "Protezione contro i fulmini. Parte 3: Danno materiale alle strutture e pericolo per le persone" – Febbraio 2013; Errata Corrige (Novembre 2013);
- CEI EN 62305-4: "Protezione contro i fulmini. Parte 4: Impianti elettrici ed elettronici nelle strutture" - Febbraio 2013; Errata Corrige (Novembre 2013/Luglio2017/Settembre 2017);
- CEI 81-29: "Linee guida per l'applicazione delle norme CEI EN 62305." – Maggio 2020; Errata Corrige (Novembre 2020);
- Norma CEI EN IEC 62858 - "Densità di fulminazione. Reti di localizzazione fulmini (LLS) – Principi generali" (Maggio 2020).

4 INDIVIDUAZIONE DELLE STRUTTURE DA PROTEGGERE

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

La struttura che si vuole proteggere coincide con un intero edificio a sé stante, fisicamente separato da altre costruzioni. Pertanto, ai sensi dell'art. A.2.2 della Norma CEI EN 62305-2, le dimensioni e le caratteristiche delle strutture da considerare sono quelle degli edifici stessi.

Per valutare ciascuna componente di rischio, una struttura può essere suddivisa in zone Zs aventi caratteristiche omogenee. Tuttavia, una struttura può essere, o può essere considerata, una singola zona.

Le zone Zs sono definite principalmente da:

- Tipo di suolo o pavimentazione (componenti di rischio RA e RU);
- Compartimentazione antincendio (componenti di rischio RB e RV);
- Schermi locali (componenti di rischio RC e RM).

Ulteriori zone possono essere definite in funzione di:

- Disposizione degli impianti interni (componenti di rischio RC e RM);
- Misure di protezione esistenti o previste (tutte le componenti di rischio);
- Valori delle perdite Lx (tutte le componenti di rischio).

Nella suddivisione di una struttura in zone Zs si dovrebbe tenere conto della possibilità realizzativa delle misure di protezione più adatte.

5 DATI INIZIALI

5.1 DENSITÀ ANNUA DI FULMINI A TERRA

La densità annua di fulmini a terra al kilometro quadrato nella posizione in cui sono ubicate le strutture vale:

$$N_g = 4,44 \text{ fulmini/ anno km}^2$$

Il valore di N_g riportato su detta relazione, in accordo con la norma CEI EN IEC 62858, art.4.3, dovrà essere rivalutato a partire dal 1° gennaio 2025.

5.2 DATI RELATIVI ALLA STRUTTURA

La destinazione d'uso prevalente della struttura è industriale. La struttura, in caso di fulminazione, non presenta particolari pericoli per l'ambiente e le strutture circostanti, inoltre:

- non presenta pericolo di esplosione;
- non presenta apparecchiature dal cui funzionamento dipende direttamente la vita delle persone (ospedali o simili);
- non è utilizzata come museo (o simili) né per servizi pubblici di rete (TLC, TV, distribuzione di energia elettrica, gas, acqua).

È stato considerato un livello di panico ridotto in quanto la struttura si configura come edificio fino a due piani e con meno di 100 persone.

In relazione anche alla sua destinazione d'uso, la struttura può essere soggetta 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 il rischio R1.

Le valutazioni di natura economica, volte ad accertare la convenienza dell'adozione delle misure di protezione, non sono state condotte così come concordato con il Committente.

5.2.1 STRUTTURA DEL CAPANNONE DEL NUOVO IMPIANTO DI RICICLO MATERIALI PLASTICI

La pianta della struttura del capannone è riportata nel disegno seguente.



Il coefficiente di posizione della struttura del capannone dell'impianto di selezione delle plastiche è pari a 0,5 essendo una struttura in area con oggetti di altezza uguale o inferiore e non è previsto nessuno schermo esterno alla struttura a meno di effettiva necessità di una misura di protezione aggiuntiva in seguito alla valutazione del rischio.

5.3 DATI RELATIVI ALLE LINEE ESTERNE

La struttura è servita dalle seguenti linee elettriche:

- Linea di energia: MEDIA TENSIONE;
- Linea di segnale: SEGNALE.

Le caratteristiche delle linee elettriche sono riportate di seguito:

Caratteristiche della linea: MEDIA TENSIONE

La linea ha caratteristiche uniformi lungo l'intero percorso.

Tipo di linea: energia – aerea con trasformatore MT/BT.

Lunghezza (m) L = 1200.

Coefficiente ambientale (Ce): suburbano.

Caratteristiche della linea: SEGNALE

La linea ha caratteristiche uniformi lungo l'intero percorso.

Tipo di linea: segnale – interrata.

Lunghezza (m) L = 1000.

Resistività (ohm x m) = 400.

Coefficiente ambientale (Ce): suburbano.

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

5.4 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 delle strutture, i tipi di pavimentazione interni ad esse e l'eventuale presenza di persone;
- le altre caratteristiche delle strutture e, in particolare il lay-out degli impianti interni e le misure di protezione esistenti;

sono state definite le zone:

- Z1: ZONA ESTERNA
- Z2: ZONA INTERNA

Le caratteristiche delle zone, i valori medi delle perdite, i tipi di rischio presenti e le relative componenti sono riportate di seguito.

5.4.1 ZONA ESTERNA

Tipo di zona: esterna.

Tipo di suolo: cemento ($r_t = 0,01$), ossia quello con resistività superficiale più bassa tra quelli esterni all'edificio.

Protezioni contro le tensioni di contatto e di passo: nessuna.

Numero di persone nella zona: 2

Numero totale di persone nella struttura: 7

Tempo per il quale le persone sono presenti nella struttura (ore all'anno): 7200

Perdita per tensioni di contatto e di passo (relativa a R1) $LA = 2,35E-05$.

Rischi e componenti di rischio presenti nella zona: Rischio 1: Ra

5.4.2 ZONA INTERNA

Tipo di zona: interna.

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

Rischio di incendio: elevato ($r_f = 0,1$).

Pericoli particolari: ridotto rischio di panico ($h = 2$).

Protezioni antincendio: automatiche ($r_p = 0,2$) e manuali ($r_p = 0,5$).

Schermatura di zona: assente.

Protezioni contro le tensioni di contatto e di passo: nessuna.

Nella zona interna sono presenti due tipologie di impianti

Impianto interno: IMPIANTO ELETTRICO

Alimentato dalla linea MEDIA TENSIONE

Tipo di circuito: Cond. attivi e PE con stesso percorso (spire fino a 10 m^2) ($K_{s3} = 0,2$).

Tensione di tenuta: 1,0 kV.

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

Impianto interno: RETE DATI

Alimentato dalla linea SEGNALE

Tipo di circuito: Cond. attivi e PE con stesso percorso (spire fino a 10 m²) (Ks3 = 0,2).

Tensione di tenuta: 1,0 kV.

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

Valori medi delle perdite per la zona:

Rischio 1.

Numero di persone nella zona: 5

Numero totale di persone nella struttura: 7

Tempo per il quale le persone sono presenti nella zona (ore all'anno): 7200

Perdita per tensioni di contatto e di passo (relativa a R1) $La = Lu = 5,87E-05$.

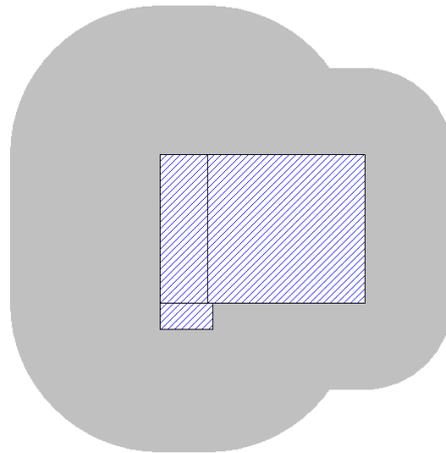
Perdita per danno fisico (relativa a R1) $Lb = Lv = 4,68E-05$.

Rischi e componenti di rischio presenti nella zona:

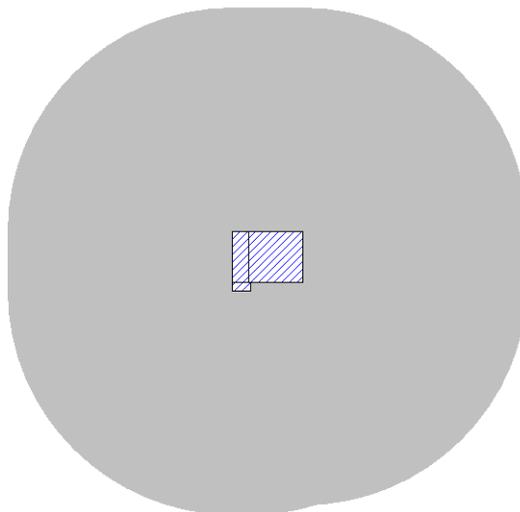
Rischio 1: Ra Rb Ru Rv.

6 CALCOLO DELLE AREE DI RACCOLTA DELLA STRUTTURA E DELLE LINEE ELETTRICHE ESTERNE

L'area di raccolta A_d dei fulmini diretti sulla struttura, pari a $2,39E-02 \text{ km}^2$, è stata valutata graficamente secondo il metodo indicato nella norma CEI EN 62305-2, art. A.2, ed è riportata nel disegno seguente:



L'area di raccolta A_m dei fulmini a terra vicino alla struttura, che ne possono danneggiare gli impianti interni per sovratensioni indotte, pari a $4,84E-01 \text{ km}^2$, è stata valutata graficamente secondo il metodo indicato nella norma CEI EN 62305-2, art. A.3, ed è riportata nel disegno seguente:



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

6.1 AREE DI RACCOLTA E NUMERO ANNUO DI EVENTI PERICOLOSI

I valori delle aree di raccolta (A) e i relativi numeri di eventi pericolosi all'anno (N) sono riportati di seguito.

6.1.1 STRUTTURA

Area di raccolta per fulminazione diretta della struttura $A_d = 2,39E-02 \text{ km}^2$;

Area di raccolta per fulminazione indiretta della struttura $A_m = 4,84E-01 \text{ km}^2$;

Numero di eventi pericolosi per fulminazione diretta della struttura $N_d = 5,31E-02$;

Numero di eventi pericolosi per fulminazione indiretta della struttura $N_m = 2,15E+00$.

6.1.2 LINEE ELETTRICHE

Area di raccolta per fulminazione diretta (A_l) e indiretta (A_i) delle linee:

MEDIA TENSIONE

$A_l = 0,0480000 \text{ km}^2$;

$A_i = 4,800000 \text{ km}^2$.

SEGNALE

$A_l = 0,040000 \text{ km}^2$;

$A_i = 4,000000 \text{ km}^2$.

Numero di eventi pericolosi per fulminazione diretta (N_l) e indiretta (N_i) delle linee:

MEDIA TENSIONE

$N_l = 0,021312$;

$N_i = 2,131200$

SEGNALE

$N_l = 0,044400$

$N_i = 4,440000$

6.2 VALORI DELLE PROBABILITÀ P PER LA STRUTTURA NON PROTETTA

I valori delle probabilità di danno (P) per il calcolo delle varie componenti di rischio considerate sono riportate di seguito.

Zona Z1: ZONA ESTERNA

$$P_a = 1,00E+00;$$

$$P_b = 1,0;$$

$$P_c = 0,00E+00;$$

$$P_M = 0,00E+00.$$

Zona Z2: ZONA INTERNA

$$P_a = 1,00E+00;$$

$$P_b = 1,0;$$

$$P_c \text{ (IMPIANTO ELETTRICO)} = 1,00E+00;$$

$$P_c \text{ (RETE DATI)} = 1,00E+00;$$

$$P_c = 1,00E+00;$$

$$P_m \text{ (IMPIANTO ELETTRICO)} = 4,00E-02;$$

$$P_m \text{ (RETE DATI)} = 4,00E-02;$$

$$P_m = 7,84E-02;$$

$$P_u \text{ (IMPIANTO ELETTRICO)} = 1,00E+00;$$

$$P_v \text{ (IMPIANTO ELETTRICO)} = 1,00E+00;$$

$$P_w \text{ (IMPIANTO ELETTRICO)} = 1,00E+00;$$

$$P_z \text{ (IMPIANTO ELETTRICO)} = 1,00E+00;$$

$$P_u \text{ (RETE DATI)} = 9,00E+01;$$

$$P_v \text{ (RETE DATI)} = 9,00E+01;$$

$$P_w \text{ (RETE DATI)} = 9,00E+01;$$

$$P_z \text{ (RETE DATI)} = 0,00E+00.$$

7 VALUTAZIONE DEI RISCHI

7.1 RISCHIO R1 CAPANNONE: PERDITA DI VITE UMANE

7.1.1 CALCOLO DEL RISCHIO R1

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

Z1: ZONA ESTERNA

Ra: 1,25E-06

Totale: 1,25E-06

Z2: ZONA INTERNA

Ra: 3,11E-06

Rb: 2,48E-06

Ru (IMPIANTO ELETTRICO): 1,25E-06

Rv (IMPIANTO ELETTRICO): 9,97E-07

Ru (RETE DATI): 2,35E-06

Rv (RETE DATI): 1,87E-06

Totale: 1,21E-05

Valore totale del rischio R1 per la struttura: 1,34E-05.

7.1.2 ANALISI DEL RISCHIO R1

Il rischio complessivo $R1 = 1,34E-05$ è maggiore di quello tollerato $RT = 1E-05$, occorre adottare idonee misure di protezione per ridurlo.

La composizione delle componenti che concorrono a formare il rischio R1, espressi in percentuale del valore di R1 per la struttura, è di seguito indicata.

Z1 - ZONA ESTERNA

Rd = 9,3688 %

Ri = 0 %

Totale = 9,3688 %

$R_s = 9,3688 \%$

$R_f = 0 \%$

$R_o = 0 \%$

Totale = 9,3688 %

Z2 - ZONA INTERNA

$R_d = 42,0599 \%$

$R_i = 48,5713 \%$

Totale = 90,6312 %

$R_s = 50,427 \%$

$R_f = 40,2042 \%$

$R_o = 0 \%$

Totale = 90,6312 %

dove:

- $R_d = R_a + R_b + R_c$

- $R_i = R_m + R_u + R_v + R_w + R_z$

- $R_s = R_a + R_u$

- $R_f = R_b + R_v$

- $R_o = R_m + R_c + R_w + R_z$

essendo:

- R_d il rischio dovuto alla fulminazione diretta della struttura
- R_i il rischio dovuto alla fulminazione indiretta della struttura
- R_s il rischio connesso alla perdita di esseri viventi
- R_f il rischio connesso al danno fisico
- R_o il rischio connesso all'avaria degli impianti interni.

I dati sopra indicati, evidenziano che il rischio R1 per la struttura si verifica essenzialmente nelle seguenti zone:

Z2 - ZONA INTERNA (90,6312 %)

- in gran parte per perdita di esseri viventi
- a causa principalmente della fulminazione sia diretta che indiretta della struttura
- il contributo principale al valore del rischio R1 nella zona è dato dalle seguenti componenti di rischio:

Ra = 25,8212 %: Perdita di vite umane per fulminazione diretta della struttura

Rb = 20,5866 %: Danno fisico per fulminazione diretta della struttura

8 SCELTA DELLE MISURE DI PROTEZIONE

Per ridurre il rischio R1 a valori non superiori a quello tollerabile $RT = 1E-05$, è necessario agire sulle componenti con valori di rischio più elevato, adottando una o più delle possibili misure di protezione seguenti:

Tenuto conto della fattibilità tecnica, in relazione anche ai vincoli da rispettare, per la protezione della struttura in esame sono state scelte le misure di protezione seguenti:

- Sulla Linea L1 - MEDIA TENSIONE:
 - SPD arrivo linea
- Sulla Linea L2 - SEGNALE:
 - SPD arrivo linea

L'adozione di queste misure di protezione modifica i parametri e le componenti di rischio.

I valori dei parametri per la struttura protetta sono di seguito indicati.

Zona Z1: ZONA ESTERNA

$Pa = 1,00E+00$

$Pb = 1,0$

$Pc = 0,00E+00$

$Pm = 0,00E+00$

$rt = 0,01$

$rp = 1$

$rf = 0$

$h = 1$

Zona Z2: ZONA INTERNA

$Pa = 1,00E+00$

$Pb = 1,0$

Pc (IMPIANTO ELETTRICO) = $1,00E+00$

Pc (RETE DATI) = $1,00E+00$

$P_c = 1,00E+00$

P_m (IMPIANTO ELETTRICO) = $4,00E-02$

P_m (RETE DATI) = $4,00E-02$

$P_m = 7,84E-02$

P_u (IMPIANTO ELETTRICO) = $1,00E-02$

P_v (IMPIANTO ELETTRICO) = $1,00E-02$

P_w (IMPIANTO ELETTRICO) = $1,00E+00$

P_z (IMPIANTO ELETTRICO) = $1,00E+00$

P_u (RETE DATI) = $9,00E-03$

P_v (RETE DATI) = $9,00E-03$

P_w (RETE DATI) = $9,00E-01$

P_z (RETE DATI) = $0,00E+00$

$r_t = 0,01$

$r_p = 0,2$

$r_f = 0,1$

$h = 2$

Rischio R1: perdita di vite umane

I valori delle componenti di rischio per la struttura protetta sono di seguito indicati.

Z1: ZONA ESTERNA

Ra: $1,25E-06$

Totale: $1,25E-06$

Z2: ZONA INTERNA

Ra: $3,11E-06$

Rb: $2,48E-06$

Ru (IMPIANTO ELETTRICO): $1,25E-08$

Rv (IMPIANTO ELETTRICO): $9,97E-09$

Ru (RETE DATI): $2,35E-08$

Rv (RETE DATI): $1,87E-08$

Totale: 5,65E-06

Valore totale del rischio R1 per la struttura: 6,90E-06

Non è stata effettuata l'analisi relativa al rischio R4, poiché il Committente ha espressamente rinunciato a far valutare l'opportunità, dal punto di vista economico, di installare misure di protezione finalizzate a ridurre l'entità di eventuali danni dovuti ai fulmini.

9 FREQUENZA DI DANNO

Impianto interno 1

Zona: ZONA INTERNA

Linea: MEDIA TENSIONE

Circuito: IMPIANTO ELETTRICO

FS Totale: 2,2056

Frequenza di danno tollerabile: 0,1

Circuito protetto: NO

Impianto interno 2

Zona: ZONA INTERNA

Linea: SEGNALE

Circuito: RETE DATI

FS Totale: 0,1791

Frequenza di danno tollerabile: 0,1

Circuito protetto: NO

A seguito dell'adozione delle misure di protezione scelte, la frequenza di danno si modifica come di seguito indicato:

Impianto interno 1

Zona: ZONA INTERNA

Linea: MEDIA TENSIONE

Circuito: IMPIANTO ELETTRICO

FS Totale: 2,2056

Frequenza di danno tollerabile: 0,1

Circuito protetto: NO

Impianto interno 2

Zona: ZONA INTERNA

Linea: SEGNALE

Circuito: RETE DATI

FS Totale: 0,1791

Frequenza di danno tollerabile: 0,1

Circuito protetto: NO

10 CONCLUSIONI

A seguito dell'adozione delle misure di protezione vale quanto segue:

SECONDO LA NORMA CEI EN 62305-2 LE STRUTTURE SONO PROTETTE CONTRO LE FULMINAZIONI.

In relazione al valore della frequenza di danno, in accordo con la guida CEI 81-29, l'adozione di ulteriori misure di protezione contro le sovratensioni è consigliabile al fine di garantire la funzionalità degli impianti.