

Progetto:	23P08	CITTADELLA DELLA LOGISTICA PDC CON CONTESTUALE VARIANTE AGLI STRUMENTI URBANISTICI CRESPINA LORENZANA (PI)	
Rev.:	00		
Data:	2024/03/22		

CITTADELLA DELLA LOGISTICA

PERMESSO DI COSTRUIRE CON CONTESTUALE VARIANTE
 AGLI STRUMENTI URBANISTICI ART.35 LRT 65/2014

TIPOLOGIA DOCUMENTO – RELAZIONE

TITOLO DOCUMENTO – RELAZIONE TECNICA VERIFICA LPS

23P08DMT023RR-00

Professionista incaricato:

LOGO

Azienda

Titolo Nome Cognome



STUDIO TECNICO INGEGNERI ASSOCIATI PALMA & PERNECHELE
 Via Bonomelli 3, 28100 NOVARA
 T +39 0321 461755 F +39 0321 461755 P. IVA 01705200036
 www.ingegneriassociati.org - info@ingegneriassociati.org

00	2024/03/22	Prima Revisione	LM	LM	AP
REV.	DATA	DESCRIZION DESCRIPTION	PREPARATO PREPARED	CONTROLLATO CHECKED	APPROVATO APPROVED

PROTEZIONE CONTRO I FULMINI

ANALISI E VALUTAZIONE DEI RISCHI

Struttura: Logistica Crespina Lorenzana

Committente: Techbau S.p.A.

Indirizzo: SP 31 Lorenzana - Cucigliana - Crespina Lorenzana (PI)

Novara, 21/02/2024

Il Tecnico
(Ingegnere Alessandro Palma)

Studio Tecnico Ingegneri Associati
Ingegnere Palma Alessandro
Via Bonomelli, 3
Novara (NO)
0321 461755 - \$Empty_T
info@ingegneriassociati.org



CEI - DATI GENERALI

Committente

Ragione Sociale	Techbau S.p.A.
Indirizzo	Via del Lago, 57
CAP - Comune	28053 Castelletto sopra Ticino (NO)

Tecnico

Ragione Sociale	Studio Tecnico Ingegneri Associati
Nome Cognome	Alessandro Palma
Qualifica	Ingegnere
Codice Fiscale	PLMLSN68E06F952V
P. IVA	01705200036
Data di nascita	06/05/1968
Luogo di nascita	Novara
Albo	Ingegneri NO
N° Iscrizione	1564
Indirizzo	Via Bonomelli, 3
CAP - Comune	28100 Novara (NO)
Telefono	0321 461755
E-mail	info@ingegneriassociati.org

ANALISI E VALUTAZIONE SCARICHE ATMOSFERICHE

Normativa di riferimento

Gli impianti sono realizzati a regola d'arte, come prescritto dalle normative vigenti e, in particolare, dal D.M. 22 gennaio 2008, n. 37.

Per i calcoli e la valutazione del rischio si è fatto riferimento alla norma **CEI EN 62305-2** "Protezione contro il fulmine - Parte 2: Valutazione del rischio".

Per ulteriori aggiornamenti e il calcolo della frequenza di danno si è fatto riferimento alla guida **CEI 81-29** "Linee guida per l'applicazione delle Norme CEI EN 62305".

Definizioni

Fulmine su una struttura

Fulmine che colpisce una struttura da proteggere.

Fulmine in prossimità di una struttura

Fulmine che colpisce tanto vicino ad una struttura da proteggere da essere in grado di generare sovratensioni pericolose.

Fulmine su una linea

Fulmine che colpisce una linea connessa alla struttura da proteggere.

Fulmine in prossimità di una linea

Fulmine che colpisce tanto vicino ad una linea connessa alla struttura da proteggere, da essere in grado di generare sovratensioni pericolose.

Danni ad esseri viventi

Danni, inclusa la perdita della vita, causati ad uomini o animali per elettrocuzione provocata da tensioni di contatto e di passo generate dal fulmine.

LEMP

Impulso elettromagnetico del fulmine, tutti gli effetti elettromagnetici della corrente di fulmine che possono generare impulsi e campi elettromagnetici mediante accoppiamento resistivo, induttivo e capacitivo

LPL

Livello di protezione, numero, associato ad un gruppo di valori dei parametri della corrente di fulmine, relativo alla probabilità che i correlati valori massimo e minimo di progetto non siano superati in natura.

Misure di protezione

Misure da adottare nella struttura da proteggere per ridurre il rischio.

LP

Protezione contro il fulmine, sistema completo usato per la protezione contro il fulmine delle strutture, dei loro impianti interni, del loro contenuto e delle persone, costituito in generale da un LPS e dalle SPM.

Z_s

Zona di una struttura, parte di una struttura con caratteristiche omogenee, in cui può essere usato un gruppo unico di parametri per la valutazione di una componente di rischio.

S_L

sezione di una linea, parte di una linea con caratteristiche omogenee, in cui può essere usato un unico gruppo di parametri per la valutazione di una componente di rischio.

LPS

Sistema di protezione contro il fulmine, impianto completo usato per ridurre il danno materiale dovuto alla fulminazione diretta della struttura.

SPM

Misure di protezione contro il LEMP, misure usate per la protezione degli impianti interni contro gli effetti del LEMP.

SPD

Limitatore di sovratensione, dispositivo che limita le sovratensioni e scarica le correnti impulsive;

contiene almeno un componente non lineare.

Sistema di SPD

Gruppo di SPD adeguatamente scelto, coordinato ed installato per ridurre i guasti degli impianti elettrici ed elettronici.

Simboli e abbreviazioni

A_D	Area di raccolta dei fulmini su una struttura isolata.
A_{DJ}	Area di raccolta dei fulmini su una struttura adiacente.
A_I	Area di raccolta dei fulmini in prossimità di una linea.
A_L	Area di raccolta dei fulmini su una linea.
A_M	Area di raccolta dei fulmini in prossimità di una struttura.
B	Struttura.
C_D	Coefficiente di posizione.
C_{DJ}	Coefficiente di posizione di una struttura adiacente.
C_E	Coefficiente ambientale.
C_I	Coefficiente di installazione di una linea.
C_L	Costo annuo della perdita totale senza misure di protezione.
C_{LD}	Coefficiente dipendente dalla schermatura, dalle condizioni di messa a terra e di separazione di una linea per fulmini sulla linea stessa.
C_{LI}	Coefficiente dipendente dalla schermatura, dalle condizioni di messa a terra e di separazione di una linea per fulmini in prossimità della linea stessa.
C_T	Coefficiente di correzione per un trasformatore AT/BT sulla linea.
D1	Danno ad esseri viventi per elettrocuzione.
D2	Danno materiale.
D3	Guasto di impianti elettrici ed elettronici.
K_{S1}	Coefficiente relativo all'efficacia dell'effetto schermante della struttura.
K_{S2}	Coefficiente relativo all'efficacia di uno schermo interno alla struttura.
K_{S3}	Coefficiente relativo alle caratteristiche dei circuiti interni alla struttura.
K_{S4}	Coefficiente relativo alla tensione di tenuta ad impulso di un impianto interno.
L_F	Tipica percentuale di perdita per danni materiali in una struttura.
L_O	Tipica percentuale di perdita per guasto di impianti interni in una struttura.
L_T	Tipica percentuale di perdita per danni ad esseri viventi per elettrocuzione.
L1	Perdita di vite umane.
L2	Perdita di servizio pubblico.
L3	Perdita di patrimonio culturale insostituibile.
L4	Perdita economica.
N_G	Densità di fulmini al suolo.
n_z	Numero delle possibili persone danneggiate (vittime o utenti non serviti).
n_t	Numero totale di persone (o utenti serviti).
P	Probabilità di danno.
P_A	Probabilità di danno ad esseri viventi per elettrocuzione (fulminazione sulla struttura).
P_B	Probabilità di danno materiale in una struttura (fulm. sulla struttura).
P_C	Probabilità di guasto di un impianto interno (fulm. sulla struttura).
P_M	Probabilità di guasto degli impianti interni (fulmine in prossimità della struttura).
P_U	Probabilità di danno ad esseri viventi (fulm. sulla linea connessa).
P_V	Probabilità di danno materiale nella struttura (fulm. sulla linea connessa).
P_W	Probabilità di guasto di un impianto interno (fulm. sulla linea connessa).
P_X	Probabilità di danno nella struttura.
P_Z	Probabilità di guasto degli impianti interni (fulm. in prossimità della linea connessa).
P_{EB}	Probabilità che riduce P _U e P _V dipendente dalle caratteristiche della linea e dalla tensione di tenuta degli apparati in presenza di EB (equipotenzializzazione al fulmine).
P_{SPD}	Probabilità che riduce P _C , P _M , P _W e P _Z , quando sia installato un sistema di SPD.
P_{TA}	Probabilità che riduce P ^A dipendente dalle misure di protezione contro le tensioni di contatto e di passo.

r_t	Coefficiente di riduzione associato al tipo di superficie.
r_f	Coefficiente di riduzione delle perdite dipendente dal rischio di incendio.
r_p	Coefficiente di riduzione delle perdite correlato alle misure antincendio.
R_T	Rischio tollerabile, valore massimo del rischio che può essere tollerato nella struttura da proteggere.
R_A	Componente di rischio (danno ad esseri viventi – fulm. sulla struttura).
R_B	Componente di rischio (danno materiale alla struttura – fulm. sulla struttura).
R_C	Componente di rischio (guasto di impianti interni – fulm. sulla struttura).
R_M	Componente di rischio (guasto di impianti interni – fulm. in prossimità della struttura).
R_U	Componente di rischio (danno ad esseri viventi – fulm. sulla linea connessa).
R_V	Componente di rischio (danno materiale alla struttura – fulm. sulla linea connessa).
R_W	Componente di rischio (danno agli impianti – fulm. sulla linea connessa).
R_Z	Componente di rischio (guasto di impianti interni – fulm. in prossimità di una linea).
R1	Rischio di perdita di vite umane nella struttura.
R2	Rischio di perdita di un servizio pubblico in una struttura.
R3	Rischio di perdita di patrimonio culturale insostituibile in una struttura.
R4	Rischio di perdita economica in una struttura.
S	Struttura.
S1	Sorgente di danno (fulm. sulla struttura).
S2	Sorgente di danno (fulm. in prossimità della struttura).
S3	Sorgente di danno (fulm. sulla linea).
S4	Sorgente di danno (fulm. in prossimità della linea).
t_z	Tempo di permanenza delle persone in un luogo pericoloso (ore/anno).
w_m	Lato di maglia.

Valutazione del rischio fulminazione

La normativa CEI EN 62305-2 specifica una procedura per la valutazione del rischio dovuto a fulminazione e individua le misure di protezione, se necessarie, da realizzare per ridurre il rischio a valori non superiori a quello ritenuto tollerabile dalla norma.

Sorgente di rischio, S

La corrente di fulmine è la principale sorgente di danno. Le 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.

Tipo di danno, D

Un fulmine può causare danni in funzione delle caratteristiche della struttura da proteggere. 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. I tipi di danno si distinguono in:

- D1 Danno ad esseri viventi per elettrocuzione.
- D2 Danno materiale.
- D3 Guasto di impianti elettrici ed elettronici.

Tipo di perdita, L

Ciascun tipo di danno, solo o in combinazione con altri, può produrre diverse perdite nella struttura da proteggere. Il tipo di perdita che ne consegue dipende dalle caratteristiche della struttura stessa e dal suo contenuto. I tipi di perdita sono:

- L1 Perdita di vite umane (compreso danno permanente).
- L2 Perdita di servizio pubblico.
- L3 Perdita di patrimonio culturale insostituibile.

- L4 Perdita economica (struttura, contenuto e perdita di attività).

Rischio, R

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

- 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 (struttura, contenuto e perdita di attività).

Rischio tollerabile, R_T

La definizione dei valori di rischio tollerabili R_T riguardanti le perdite di valore sociale sono stabilite dalla norma CEI EN 62305-2 e di seguito riportati.













- Rischio tollerabile per perdita di vite umane o danni permanenti (R_T = 10⁻⁵ anni⁻¹).
- Rischio tollerabile per perdita di servizio pubblico (R_T = 10⁻³ anni⁻¹).
- Rischio tollerabile per perdita di patrimonio culturale insostituibile (R_T = 10⁻⁴ anni⁻¹).

Metodo di valutazione

Ai fini della valutazione del rischio (R₁, R₂, R₃, R₄) si deve provvedere a:

- determinare le componenti R_A, R_B, R_C, R_M, R_U, R_V, R_W e R_Z che lo compongono;
- determinare il corrispondente valore del rischio R_x;
- confrontare il rischio R_x con quello tollerabile R_T (tranne per R₄).

La tabella seguente riporta tutti gli elementi da valutare:

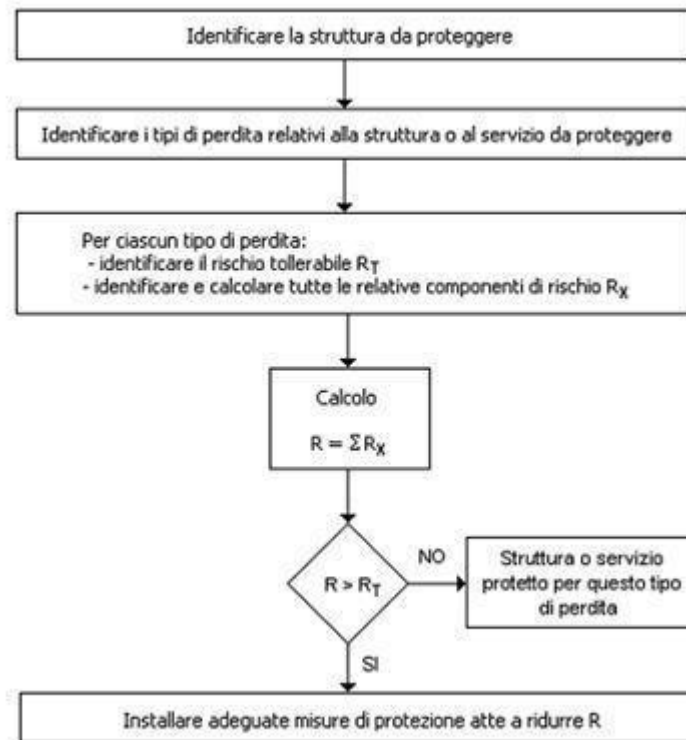
Sorgente	S1			S2	S3			S4
								
Danno	D1	D2	D3	D3	D1	D2	D3	D3
								
Comp. di rischio	R _A	R _B	R _C	R _M	R _U	R _V	R _W	R _Z
R ₁	SI	SI	SI ⁽¹⁾	SI ⁽¹⁾	SI	SI	SI ⁽¹⁾	SI ⁽¹⁾
R ₂	NO	SI	SI	SI	NO	SI	SI	SI
R ₃	NO	SI	NO	NO	NO	SI	NO	NO
R ₄	SI ⁽²⁾	SI	SI	SI	SI ⁽²⁾	SI	SI	SI

(1) Nel caso di strutture con rischio di esplosione, di ospedali o di altre strutture, in cui i guasti di impianti interni provocano immediato pericolo per la vita umana

(2) Soltanto in strutture in cui si può verificare la perdita di animali

Per ciascun rischio devono essere effettuati i seguenti passi (vedi anche figura successiva):

- identificazione delle componenti R_x che contribuiscono al rischio;
- calcolo della componente di rischio identificata R_x;
- calcolo del rischio totale R;
- identificazione del rischio tollerabile R_T;
- confronto del rischio R con quello tollerabile R_T.



Se $R_x \leq R_T$ la protezione contro il fulmine non è necessaria.

Se $R_x > R_T$ devono essere adottate misure di protezione al fine di rendere $R_x \leq R_T$ per tutti i rischi a cui è interessata la struttura.

Per il rischio R_x , oltre a determinare le componenti e il valore del rischio R_x , deve essere effettuata la valutazione della convenienza economica della protezione effettuando il confronto tra il costo totale della perdita con e senza le misure di protezione.

Componenti di rischio

Le componenti di rischio sono raggruppate secondo la sorgente di danno ed il tipo di danno, come si evince dalla precedente tabella.

Ciascuna delle componenti di rischio può essere calcolata mediante la seguente equazione generale:

$$R_x = N_x \times P_x \times L_x$$

dove

N_x è il numero di eventi pericolosi [Allegato A, CEI EN 62305-2].

P_x è la probabilità di danno alla struttura [Allegato B, CEI EN 62305-2].

L_x è la perdita conseguente [Allegato C, CEI EN 62305-2].

Componente di rischio (danno ad esseri viventi - fulmine sulla struttura), R_A

Componente relativa ai danni ad esseri viventi dovuti a tensioni di contatto e di passo in zone fino a 3 m all'esterno della struttura. Possono verificarsi perdite di tipo L1 (perdita di vite umane) e, in strutture ad uso agricolo, anche di tipo L4 (perdita economica) con possibile perdita di animali.

$$R_A = N_D \times P_A \times L_A$$

dove:

- R_A Componente di rischio (danno ad esseri viventi - fulmine sulla struttura);
- N_D Numero di eventi pericolosi per fulminazione diretta della struttura [§ A.2, CEI EN 62305-2].
- P_A Probabilità di danno ad esseri viventi (fulmine sulla struttura) [§ B.2, CEI EN 62305-2].
- L_A Perdita per danno ad esseri viventi [§ C.3, CEI EN 62305-2].

Componente di rischio (danno materiale alla struttura - fulmine sulla struttura), 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 essere pericolose per l'ambiente. Possono verificarsi tutti i tipi di perdita: L1 (perdita di vite umane), L2 (perdita di un servizio pubblico), L3 (perdita di patrimonio culturale insostituibile) e L4 (perdita economica).

$$R_B = N_D \times P_B \times L_B$$

dove:

- R_B Componente di rischio (danno materiale alla struttura - fulmine sulla struttura).
- N_D Numero di eventi pericolosi per fulminazione diretta della struttura [§ A.2, CEI EN 62305-2].
- P_B Probabilità di danno materiale in una struttura (fulmine sulla struttura) [§ B.3, CEI EN 62305-2].
- L_B Perdita per danno materiale in una struttura (fulmine sulla struttura) [§ C.3, CEI EN 62305-2].

Componente di rischio (guasto di impianti interni - fulmine sulla struttura), R_C

Componente relativa al guasto di impianti interni causata dal LEMP (impulso elettromagnetico del fulmine). In tutti i casi possono verificarsi perdite di tipo L2 (perdita di un servizio pubblico) e L4 (perdita economica), unitamente al rischio L1 (perdita di vite umane) nel caso di strutture con rischio di esplosione e di ospedali o di altre strutture in cui il guasto degli impianti interni provoca immediato pericolo per la vita umana.

$$R_C = N_D \times P_C \times L_C$$

dove:

- R_C Componente di rischio (guasto di apparati del servizio - fulmine sulla struttura);
- N_D Numero di eventi pericolosi per fulminazione diretta della struttura [§ A.2, CEI EN 62305-2].
- P_C Probabilità di guasto di un impianto interno (fulmine sulla struttura) [§ B.4.3, CEI EN 62305-2].
- L_C Perdita per guasto di un impianto interno (fulmine sulla struttura) [§ C.3, CEI EN 62305-2].

Componente di rischio (guasto di impianti interni - fulmine in prossimità della struttura), R_M

Componente relativa al guasto di impianti interni causata dal LEMP (impulso elettromagnetico del fulmine). In tutti i casi possono verificarsi perdite di tipo L2 (perdita di un servizio pubblico) e L4 (perdita economica), unitamente al rischio L1 (perdita di vite umane) nel caso di strutture con rischio di esplosione e di ospedali o di altre strutture in cui il guasto degli impianti interni provoca immediato pericolo per la vita umana.

$$R_M = N_M \times P_M \times L_M$$

dove:

- R_M Componente di rischio (guasto di impianti interni - fulmine in prossimità della struttura);
- N_M Numero di eventi pericolosi per fulminazione in prossimità della struttura [§ A.3, CEI EN 62305-2];
- P_M Probabilità di guasto di un impianto interno (fulmine in prossimità della struttura) [§ B.5, CEI EN 62305-2];
- L_M Perdita per guasto di un impianto interno (fulmine in prossimità della struttura) [§ C.3, CEI EN 62305-2].

Componente di rischio (danno ad esseri viventi - fulmine sul servizio connesso), R_U

Componente relativa ai danni ad esseri viventi dovuti a tensioni di contatto all'interno della

struttura dovute alla corrente di fulmine iniettata nella linea entrante nella struttura. Possono verificarsi perdite di tipo L1 (perdita di vite umane) e, in strutture ad uso agricolo, anche di tipo L4 (perdita economica) con possibile perdita di animali.

$$R_U = (N_L + N_{Dj}) \times P_U \times L_U$$

dove:

- R_U Componente di rischio (danno ad esseri viventi - fulmine sul servizio);
- N_L Numero di eventi pericolosi per fulminazione sul servizio [§ A.4, CEI EN 62305-2].
- N_{Dj} Numero di eventi pericolosi per fulminazione diretta della struttura all'estremità "a" della linea [§ A.2 della CEI EN 62305-2].
- P_U Probabilità di danno ad esseri viventi (fulmine sul servizio connesso) [§ B.6, CEI EN 62305-2].
- L_U Perdita per danni ad esseri viventi (fulmine sul servizio) [§ C.3, CEI EN 62305-2].

Componente di rischio (danno materiale alla struttura - fulmine sul servizio connesso), 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 il servizio entrante. Possono verificarsi tutti i tipi di perdita: L1 (perdita di vite umane), L2 (perdita di un servizio pubblico), L3 (perdita di patrimonio culturale insostituibile) e L4 (perdita economica).

$$R_V = (N_L + N_{Dj}) \times P_V \times L_V$$

dove:

- R_V Componente di rischio (danno materiale alla struttura - fulmine sul servizio connesso).
- N_L Numero di eventi pericolosi per fulminazione sul servizio [§ A.4, CEI EN 62305-2].
- N_{Da} Numero di eventi pericolosi per fulminazione diretta della struttura all'estremità "a" della linea [§ A.2, CEI EN 62305-2].
- P_V Probabilità di danno materiale nella struttura (fulmine sul servizio connesso) [§ B.7, CEI EN 62305-2].
- L_V Perdita per danno materiale in una struttura (fulmine sul servizio) [§ C.3, CEI EN 62305-2].

Componente di rischio (danno agli impianti - fulmine sul servizio connesso), R_W

Componente relativa al guasto di impianti interni causati da sovratensioni indotte sulla linea e trasmesse alla struttura. In tutti i casi possono verificarsi perdite di tipo L2 (perdita di un servizio pubblico) e L4 (perdita economica), unitamente al rischio L1 (perdita di vite umane) nel caso di strutture con rischio di esplosione e di ospedali o di altre strutture in cui il guasto degli impianti interni provoca immediato pericolo per la vita umana.

$$R_W = (N_L + N_{Dj}) \times P_W \times L_W$$

dove:

- R_W Componente di rischio (danno agli apparati - fulmine sul servizio connesso).
- N_L Numero di eventi pericolosi per fulminazione sul servizio [§ A.4, CEI EN 62305-2].
- N_{Da} Numero di eventi pericolosi per fulminazione diretta della struttura all'estremità "a" della linea [§ A.2, CEI EN 62305-2].
- P_W Probabilità di guasto di un impianto interno (fulmine sul servizio connesso) [§ B.8, CEI EN 62305-2].
- L_W Perdita per guasto di un impianto interno (fulmine sul servizio) [§ C.3, CEI EN 62305-2].

Componente di rischio (guasto di impianti interni - fulmine in prossimità di un servizio connesso), 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 (perdita di un servizio

pubblico) e L4 (perdita economica), unitamente al rischio L1 (perdita di vite umane) nel caso di strutture con rischio di esplosione e di ospedali o di altre strutture in cui il guasto degli impianti interni provoca immediato pericolo per la vita umana.

$$R_Z = N_I \times P_Z \times L_Z$$

dove:

- R_Z Componente di rischio (guasto di impianti interni - fulmine in prossimità del servizio).
- N_I Numero di eventi pericolosi per fulminazione in prossimità del servizio [§ A.4, CEI EN 62305-2].
- P_Z Probabilità di guasto di un impianto interno (fulmine in prossimità del servizio) [§ B.9, CEI EN 62305-2].
- L_Z Perdita per guasto di un impianto interno (fulmine in prossimità del servizio) [§ C.3, CEI EN 62305-2].

Determinazione del rischio di perdita di vite umane (R1)

Il rischio di perdita di vite umane è determinato come somma delle componenti di rischio precedentemente definite.

$$R_1 = R_A + R_B + R_C^{(1)} + R_M^{(1)} + R_U + R_V + R_W^{(1)} + R_Z^{(1)}$$

(1) 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.

dove:

- R_A Componente di rischio (danno ad esseri viventi - fulmine sulla struttura).
- R_B Componente di rischio (danno materiale alla struttura - fulmine sulla struttura).
- R_C Componente di rischio (guasto di impianti interni - fulmine sulla struttura).
- R_M Componente di rischio (guasto di impianti interni - fulmine in prossimità della struttura).
- R_U Componente di rischio (danno ad esseri viventi - fulmine sul servizio connesso).
- R_V Componente di rischio (danno materiale alla struttura - fulmine sul servizio connesso).
- R_W Componente di rischio (danno agli impianti - fulmine sul servizio connesso).
- R_Z Componente di rischio (guasto di impianti interni - fulmine in prossimità di un servizio connesso).

Determinazione del rischio di perdita di servizio pubblico (R2)

Il rischio di perdita di servizio pubblico è determinato dalla formula:

$$R_2 = R_B + R_C + R_M + R_V + R_W + R_Z$$

dove:

- R_B Componente di rischio (danno materiale alla struttura - fulmine sulla struttura).
- R_C Componente di rischio (guasto di impianti interni - fulmine sulla struttura).
- R_M Componente di rischio (guasto di impianti interni - fulmine in prossimità della struttura).
- R_V Componente di rischio (danno materiale alla struttura - fulmine sul servizio connesso).
- R_W Componente di rischio (danno agli impianti - fulmine sul servizio connesso).
- R_Z Componente di rischio (guasto di impianti interni - fulmine in prossimità di un servizio connesso).

Determinazione del rischio di perdita di patrimonio culturale insostituibile (R3)

Il rischio di perdita di patrimonio culturale insostituibile è dato dalla formula:

$$R_3 = R_B + R_V$$

dove:

- R_B Componente di rischio (danno materiale alla struttura - fulmine sulla struttura)
- R_V Componente di rischio (danno materiale alla struttura - fulmine sul servizio connesso)

Determinazione del rischio di perdita economica (R_4)

Il rischio di perdita economica è determinato secondo la formula:

$$R_4 = R_A^{(1)} + R_B + R_C + R_M + R_U^{(1)} + R_V + R_W + R_Z$$

(1) Solo in strutture in cui si può verificare la perdita di animali

dove:

- R_A Componente di rischio (danno ad esseri viventi - fulmine sulla struttura).
- R_B Componente di rischio (danno materiale alla struttura - fulmine sulla struttura).
- R_C Componente di rischio (guasto di impianti interni - fulmine sulla struttura).
- R_M Componente di rischio (guasto di impianti interni - fulmine in prossimità della struttura).
- R_U Componente di rischio (danno ad esseri viventi - fulmine sul servizio connesso).
- R_V Componente di rischio (danno materiale alla struttura - fulmine sul servizio connesso).
- R_W Componente di rischio (danno agli impianti - fulmine sul servizio connesso).
- R_Z Componente di rischio (guasto di impianti interni - fulmine in prossimità di un servizio connesso).

Esito della valutazione

Una volta noti i valori di rischio per la struttura bisogna verificare che essi siano inferiori ai rischi tollerabili.

Caso 1 - Struttura autoprotetta

Se per ogni rischio calcolato i valori sono inferiori ai rispettivi R_T e non sono state adottate misure di protezione, la struttura oggetto di verifica può considerarsi "Autoprotetta".

Caso 2 - Struttura protetta

Se per ogni rischio calcolato i valori sono inferiori ai rispettivi R_T e sono state adottate misure di protezione, la struttura oggetto di verifica può considerarsi "Protetta".

Caso 3 - Struttura NON protetta

Se almeno un rischio calcolato è superiore al rispettivo R_T devono essere adottate misure di protezione al fine di rendere il rischio inferiore.

Frequenza di danno

La frequenza di danno F è il numero di volte in un anno che un fulmine può causare un danno ad una apparecchiatura di un impianto interno e si valuta secondo la formula:

$$F = F_{S1} + F_{S3} + F_{S4}$$

se i circuiti sono collegati ad una linea esterna all'edificio,

oppure con la formula:

$$F = F_{S1} + F_{S2}$$

per i circuiti stand-alone o collegati ad una linea esterna all'edificio tramite una interfaccia isolante

dove:

- F_{S1} Frequenza di danno dovuta alle sovratensioni per fulmini sulla struttura (sorgente S_1).

- F_{S2} Frequenza di danno dovuta alle sovratensioni per fulmini vicino alla struttura (sorgente S2).
- F_{S3} Frequenza di danno dovuta alle sovratensioni per fulmini sulle linee entranti nella struttura (sorgente S3)
- F_{S4} Frequenza di danno dovuta alle sovratensioni per fulmini vicino alle linee entranti nella struttura (sorgente S4)

Di seguito le formule per il calcolo di queste frequenze parziali:

$$F_{S1} = N_D \times P_C$$

$$F_{S2} = N_M \times P_M$$

$$F_{S3} = (N_L \times N_{DJ}) \times P_W$$

$$F_{S4} = N_I \times P_Z$$

Il significato di tali coefficienti è riportato nei paragrafi precedenti.

La frequenza di danno tollerabile F_T è il massimo valore della frequenza di danno che può essere tollerato dagli impianti interni. Fissare i valori di F_T è responsabilità del proprietario o del gestore della struttura tenendo presente che tale valore, secondo la guida **CEI 81-29**, dovrebbe essere 0.1, e, in ogni caso, inferiore ad 1.

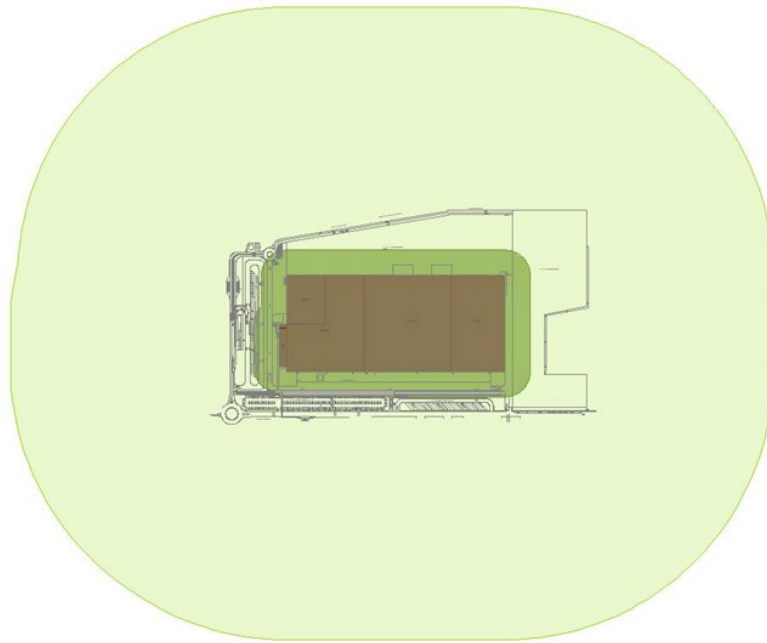
Se il valore di F risulta essere superiore al valore F_T stabilito, la frequenza di danno risulta essere **non rispettata** e, in tal caso, bisognerebbe agire migliorando le protezioni contro le sovratensioni al fine di fare rientrare il valore al di sotto di quello stabilito.

STRUTTURA

Dati generali	
Denominazione	Logistica Crespina Lorenzana
Destinazione d'uso	Industriale
Indirizzo	SP 31 Lorenzana - Cucigliana
Comune	Crespina Lorenzana (PI)
Cap	56040
N_G	4.17 fulmini/anno km²
Fonte dati	TNE

Caratteristiche della struttura	
Ubicazione	Circondata da oggetti di altezza uguale o inferiore [$C_D = 0.50$]
Geometria della struttura	Calcolo aree da disegno: Distanza struttura: 500 m (per il calcolo di A_M) Area raccolta della struttura isolata A_D: 137 504.68 m² Area raccolta fulmini in prossimità della struttura A_M: 1 455 106.82 m²
Schermatura	Assente $K_{S1} = 1$
LPS	Struttura non protetta con LPS [$P_B = 1.00$]
N° persone totali nella struttura (L1)	$n_T = 166$

DISEGNO DELLA STRUTTURA



- Struttura
- Area di raccolta Ad
- Area di raccolta Am

ZONE

Nella struttura sono presenti 5 zone.
I dettagli di ogni zona sono riportati nei seguenti paragrafi.

Zona Z1 - "Comparto 1 - Falegnameria"

Dati generali	
Denominazione	Comparto 1 - Falegnameria
Tipo di zona	Interna
Pavimentazione	Cemento ($R \leq 1k\Omega$) [$rt = 10^{-2}$]
Pericoli particolari	Livello ridotto di panico [$hz = 2$]
Rischio esplosione	Assente
Rischio incendio	Elevato [$rf = 0.1$]
Schermatura	Assente $K_{s2} = 1$
Misure antincendio	Misure di protezione manuali e automatiche [$rp = 0.2$]

Perdita di vite umane (L1)	
N° persone presenti (n_z)	26
Ore presenza/anno (t_z)	4080
L_T	10^{-2}
L_F	2×10^{-3}

Zona Z2 - "Comparto 2"

Dati generali	
Denominazione	Comparto 2
Tipo di zona	Interna
Pavimentazione	Cemento ($R \leq 1k\Omega$) [$rt = 10^{-2}$]
Pericoli particolari	Livello ridotto di panico [$hz = 2$]
Rischio esplosione	Assente
Rischio incendio	Elevato [$rf = 0.1$]
Schermatura	Assente $K_{s2} = 1$
Misure antincendio	Misure di protezione manuali e automatiche [$rp = 0.2$]

Perdita di vite umane (L1)	
N° persone presenti (n_z)	40
Ore presenza/anno (t_z)	4896
L_T	10^{-2}
L_F	2×10^{-3}

Zona Z3 - "Comparto 3"

Dati generali	
Denominazione	Comparto 3
Tipo di zona	Interna
Pavimentazione	Cemento ($R \leq 1k\Omega$) [$rt = 10^{-2}$]
Pericoli particolari	Livello ridotto di panico [$hz = 2$]
Rischio esplosione	Assente
Rischio incendio	Elevato [$rf = 0.1$]
Schermatura	Assente $K_{s2} = 1$
Misure antincendio	Misure di protezione manuali e automatiche [$rp = 0.2$]

Perdita di vite umane (L1)	
N° persone presenti (n_z)	40
Ore presenza/anno (t_z)	4896
L_T	10^{-2}
L_F	2×10^{-3}

Zona Z4 - "Comparto 4"

Dati generali	
Denominazione	Comparto 4
Tipo di zona	Interna
Pavimentazione	Cemento ($R \leq 1k\Omega$) [$rt = 10^{-2}$]
Pericoli particolari	Livello ridotto di panico [$hz = 2$]
Rischio esplosione	Assente
Rischio incendio	Elevato [$rf = 0.1$]
Schermatura	Assente $K_{s2} = 1$
Misure antincendio	Misure di protezione manuali e automatiche [$rp = 0.2$]

Perdita di vite umane (L1)	
N° persone presenti (n_z)	40
Ore presenza/anno (t_z)	4896
L_T	10^{-2}
L_F	2×10^{-3}

Zona Z5 - "Uffici"

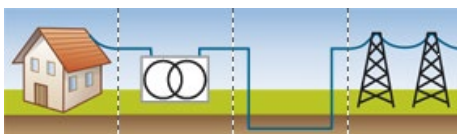
Dati generali	
Denominazione	Uffici
Tipo di zona	Interna
Pavimentazione	Ceramica ($1\text{k}\Omega \leq R \leq 10\text{k}\Omega$) [$r_t = 10^{-3}$]
Pericoli particolari	Livello medio di panico [$h_z = 5$]
Rischio esplosione	Assente
Rischio incendio	Ridotto [$r_f = 10^{-3}$]
Schermatura	Assente $K_{s2} = 1$
Misure antincendio	Misure di protezione manuali [$r_p = 0.5$]

Perdita di vite umane (L1)	
N° persone presenti (n_z)	20
Ore presenza/anno (t_z)	2550
L_T	10^{-2}
L_F	10^{-3}

LINEE

Alla struttura sono collegate 7 linee.
I dettagli di ogni linea sono riportati nei seguenti paragrafi.

Linea L1 - "Linea MT comparto 1"

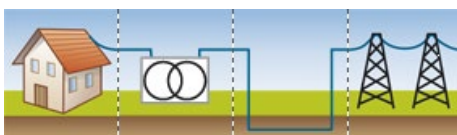


Dati generali	
Denominazione	Linea MT comparto 1
Tipo linea	Linea di energia
Protezione	Nessuna
Ambiente circostante	Suburbano [Ce = 0.50]
Protezioni dalle tensioni di contatto	Nessuna misura di protezione [PTU = 1]
SPD su linea entrante	Sistema SPD assente [PEB = 1.00]
Trasformatore AT/BT	Presente, "Trasformatore 1" [Cr = 0.20]

Sezioni della linea:

Tratto interrato	
Denominazione	Tratto 1
Lunghezza	350 m
Schermatura cavi	Assente
Dispersore fittamente magliato	No
Tratto aereo	
Denominazione	Tratto 2
Lunghezza	1 200 m
Schermatura cavi	Assente

Linea L2 - "Linea MT comparto 2"

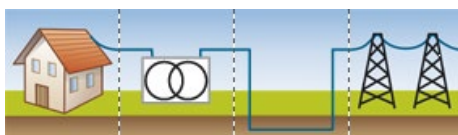


Dati generali	
Denominazione	Linea MT comparto 2
Tipo linea	Linea di energia
Protezione	Nessuna
Ambiente circostante	Suburbano [Ce = 0.50]
Protezioni dalle tensioni di contatto	Nessuna misura di protezione [PTU = 1]
SPD su linea entrante	Sistema SPD assente [PEB = 1.00]
Trasformatore AT/BT	Presente, "Trasformatore 1" [Cr = 0.20]

Sezioni della linea:

Tratto interrato	
Denominazione	Tratto 1
Lunghezza	350 m
Schermatura cavi	Assente
Dispersore fittamente magliato	No
Tratto aereo	
Denominazione	Tratto 2
Lunghezza	1 200 m
Schermatura cavi	Assente

Linea L3 - "Linea MT comparto 3"

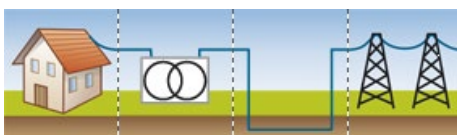


Dati generali	
Denominazione	Linea MT comparto 3
Tipo linea	Linea di energia
Protezione	Nessuna
Ambiente circostante	Suburbano [Ce = 0.50]
Protezioni dalle tensioni di contatto	Nessuna misura di protezione [PTU = 1]
SPD su linea entrante	Sistema SPD assente [PEB = 1.00]
Trasformatore AT/BT	Presente, "Trasformatore 1" [Cr = 0.20]

Sezioni della linea:

Tratto interrato	
Denominazione	Tratto 1
Lunghezza	350 m
Schermatura cavi	Assente
Dispersore fittamente magliato	No
Tratto aereo	
Denominazione	Tratto 2
Lunghezza	1 200 m
Schermatura cavi	Assente

Linea L4 - "Linea MT comparto 4"

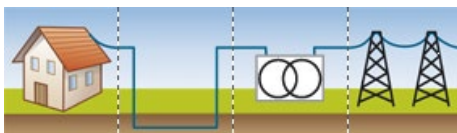


Dati generali	
Denominazione	Linea MT comparto 4
Tipo linea	Linea di energia
Protezione	Nessuna
Ambiente circostante	Suburbano [Ce = 0.50]
Protezioni dalle tensioni di contatto	Nessuna misura di protezione [PTU = 1]
SPD su linea entrante	Sistema SPD assente [PEB = 1.00]
Trasformatore AT/BT	Presente, "Trasformatore 1" [Cr = 0.20]

Sezioni della linea:

Tratto interrato	
Denominazione	Tratto 1
Lunghezza	350 m
Schermatura cavi	Assente
Dispersore fittamente magliato	No
Tratto aereo	
Denominazione	Tratto 2
Lunghezza	1 200 m
Schermatura cavi	Assente

Linea L5 - "Linea BT Uffici PT"

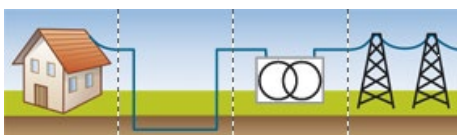


Dati generali	
Denominazione	Linea BT Uffici PT
Tipo linea	Linea di energia
Protezione	Nessuna
Ambiente circostante	Suburbano [Ce = 0.50]
Protezioni dalle tensioni di contatto	Nessuna misura di protezione [PTU = 1]
SPD su linea entrante	Sistema SPD assente [PEB = 1.00]
Trasformatore AT/BT	Presente, "Trasformatore MT/BT" [Cr = 0.20]

Sezioni della linea:

Tratto interrato	
Denominazione	Tratto BT Uffici PT
Lunghezza	385 m
Schermatura cavi	Assente
Dispersore fittamente magliato	No
Tratto aereo	
Denominazione	Tratto 1
Lunghezza	1 200 m
Schermatura cavi	Assente

Linea L6 - "Linea BT Uffici P1"

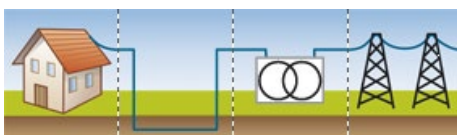


Dati generali	
Denominazione	Linea BT Uffici P1
Tipo linea	Linea di energia
Protezione	Nessuna
Ambiente circostante	Suburbano [Ce = 0.50]
Protezioni dalle tensioni di contatto	Nessuna misura di protezione [PTU = 1]
SPD su linea entrante	Sistema SPD assente [PEB = 1.00]
Trasformatore AT/BT	Presente, "Trasformatore MT/BT" [Cr = 0.20]

Sezioni della linea:

Tratto interrato	
Denominazione	Tratto BT Uffici P1
Lunghezza	385 m
Schermatura cavi	Assente
Dispersore fittamente magliato	No
Tratto aereo	
Denominazione	Tratto 1
Lunghezza	1 200 m
Schermatura cavi	Assente

Linea L7 - "Linea BT App. custode"



Dati generali	
Denominazione	Linea BT App. custode
Tipo linea	Linea di energia
Protezione	Nessuna
Ambiente circostante	Suburbano [Ce = 0.50]
Protezioni dalle tensioni di contatto	Nessuna misura di protezione [PTU = 1]
SPD su linea entrante	Sistema SPD assente [PEB = 1.00]
Trasformatore AT/BT	Presente, "Trasformatore MT/BT" [Cr = 0.20]

Sezioni della linea:

Tratto interrato	
Denominazione	Linea BT App. custode
Lunghezza	420 m
Schermatura cavi	Assente
Dispersore fittamente magliato	No
Tratto aereo	
Denominazione	Tratto 1
Lunghezza	1 200 m
Schermatura cavi	Assente

IMPIANTI

Nella struttura sono presenti 7 impianti interni.
I dettagli di ogni impianto sono riportati nei seguenti paragrafi.

Impianto I1 - "FM e LUCE - comparto 1"

Dati generali	
Denominazione	FM e LUCE - comparto 1
Linea collegata all'impianto	Linea MT comparto 1
Zone servite dall'impianto	Comparto 1 - Falegnameria
Tensione di tenuta	2500
Cavi impianto schermati	No
Schermi o condotti metallici connessi alla barra equipotenziale	No
Tipo cablaggio	Precauzione nella scelta del percorso al fine di evitare larghe spire
Tipo SPD	Sistema SPD assente [PSPD =1.00]

Impianto I2 - "FM e LUCE - comparto 2"

Dati generali	
Denominazione	FM e LUCE - comparto 2
Linea collegata all'impianto	Linea MT comparto 2
Zone servite dall'impianto	Comparto 2
Tensione di tenuta	2500
Cavi impianto schermati	No
Schermi o condotti metallici connessi alla barra equipotenziale	No
Tipo cablaggio	Precauzione nella scelta del percorso al fine di evitare larghe spire
Tipo SPD	Sistema SPD assente [PSPD =1.00]

Impianto I3 - "FM e LUCE - comparto 3"

Dati generali	
Denominazione	FM e LUCE - comparto 3
Linea collegata all'impianto	Linea MT comparto 3
Zone servite dall'impianto	Comparto 3
Tensione di tenuta	2500
Cavi impianto schermati	No
Schermi o condotti metallici connessi alla barra equipotenziale	No
Tipo cablaggio	Precauzione nella scelta del percorso al fine di evitare larghe spire
Tipo SPD	Sistema SPD assente [PSPD =1.00]

Impianto I4 - "FM E LUCE - comparto 4"

Dati generali	
Denominazione	FM E LUCE - comparto 4
Linea collegata all'impianto	Linea MT comparto 4
Zone servite dall'impianto	Comparto 4
Tensione di tenuta	2500
Cavi impianto schermati	No
Schermi o condotti metallici connessi alla barra equipotenziale	No
Tipo cablaggio	Precauzione nella scelta del percorso al fine di evitare larghe spire
Tipo SPD	Sistema SPD assente [PSPD =1.00]

Impianto I5 - "FM E LUCE - uffici PT"

Dati generali	
Denominazione	FM E LUCE - uffici PT
Linea collegata all'impianto	Linea BT Uffici PT
Zone servite dall'impianto	Uffici
Tensione di tenuta	2500
Cavi impianto schermati	No
Schermi o condotti metallici connessi alla barra equipotenziale	No
Tipo cablaggio	Precauzione nella scelta del percorso al fine di evitare larghe spire
Tipo SPD	Sistema SPD assente [PSPD =1.00]

Impianto I6 - "FM E LUCE - uffici P1"

Dati generali	
Denominazione	FM E LUCE - uffici P1
Linea collegata all'impianto	Linea BT Uffici P1
Zone servite dall'impianto	Uffici
Tensione di tenuta	2500
Cavi impianto schermati	No
Schermi o condotti metallici connessi alla barra equipotenziale	No
Tipo cablaggio	Precauzione nella scelta del percorso al fine di evitare larghe spire
Tipo SPD	Sistema SPD assente [PSPD =1.00]

Impianto I7 - "FM E LUCE - app. custode"

Dati generali	
Denominazione	FM E LUCE - app. custode
Linea collegata all'impianto	Linea BT App. custode
Zone servite dall'impianto	Uffici
Tensione di tenuta	2500
Cavi impianto schermati	No
Schermi o condotti metallici connessi alla barra equipotenziale	No
Tipo cablaggio	Precauzione nella scelta del percorso al fine di evitare larghe spire
Tipo SPD	Sistema SPD assente [PSPD =1.00]

ESITO DELLA VALUTAZIONE













Perdite considerate e rischi tollerabili

Per la valutazione dei rischi sono state considerate le seguenti perdite:













L1 - Perdita di vite umane o danni permanenti (Rischio tollerabile $R_T = 10^{-5}$)

Valutazione del rischio di perdita di vite umane R1

Numero annuo atteso di eventi pericolosi, N_x

Sorgente di danno	S1			S2	S3			S4
								
Tipo di danno	D1	D2	D3	D3	D1	D2	D3	D3
								
Eventi	N_D			N_M	$N_L + N_{D3}$			N_I
Struttura	0.29			6.07	-			-
Eventi	N_D			N_M	$N_L + N_{D3}$			N_I
L1	-			-	2.29×10^{-2}			2.29
L2	-			-	2.29×10^{-2}			2.29
L3	-			-	2.29×10^{-2}			2.29
L4	-			-	2.29×10^{-2}			2.29
L5	-			-	2.32×10^{-2}			2.32
L6	-			-	2.32×10^{-2}			2.32
L7	-			-	2.35×10^{-2}			2.35

Valori di probabilità di perdita di vite umane, P_x

Sorgente di danno	S1			S2	S3			S4
								
Tipo di danno	D1	D2	D3	D3	D1	D2	D3	D3
								
Probabilità	P_A	P_B	P_C	P_M	P_U	P_V	P_W	P_Z
Z1	1	1	1	6.40×10^{-3}	1	1	1	0.30
- I1	-	-	1	6.40×10^{-3}	-	-	-	-
- L1	-	-	-	-	1	1	1	0.30
Z2	1	1	1	6.40×10^{-3}	1	1	1	0.30
- I2	-	-	1	6.40×10^{-3}	-	-	-	-
- L2	-	-	-	-	1	1	1	0.30
Z3	1	1	1	6.40×10^{-3}	1	1	1	0.30
- I3	-	-	1	6.40×10^{-3}	-	-	-	-
- L3	-	-	-	-	1	1	1	0.30
Z4	1	1	1	6.40×10^{-3}	1	1	1	0.30

- I4	-	-	1	6.40×10^{-3}	-	-	-	-
- L4	-	-	-	-	1	1	1	0.30
Z5	1	1	1	1.91×10^{-2}	1	1	1	0.30
- I5	-	-	1	6.40×10^{-3}	-	-	-	-
- I6	-	-	1	6.40×10^{-3}	-	-	-	-
- I7	-	-	1	6.40×10^{-3}	-	-	-	-
- L5	-	-	-	-	1	1	1	0.30
- L6	-	-	-	-	1	1	1	0.30
- L7	-	-	-	-	1	1	1	0.30

Ammontare delle perdite di vite umane, L_x

Sorgente di danno	S1			S2	S3			S4
Tipo di danno	D1	D2	D3	D3	D1	D2	D3	D3
Perdite	L_A	L_B	L_C	L_M	L_U	L_V	L_W	L_Z
Z1	7.29×10^{-6}	5.84×10^{-6}	0	0	7.29×10^{-6}	5.84×10^{-6}	0	0
Z2	1.35×10^{-5}	1.08×10^{-5}	0	0	1.35×10^{-5}	1.08×10^{-5}	0	0
Z3	1.35×10^{-5}	1.08×10^{-5}	0	0	1.35×10^{-5}	1.08×10^{-5}	0	0
Z4	1.35×10^{-5}	1.08×10^{-5}	0	0	1.35×10^{-5}	1.08×10^{-5}	0	0
Z5	3.51×10^{-7}	8.77×10^{-8}	0	0	3.51×10^{-7}	8.77×10^{-8}	0	0

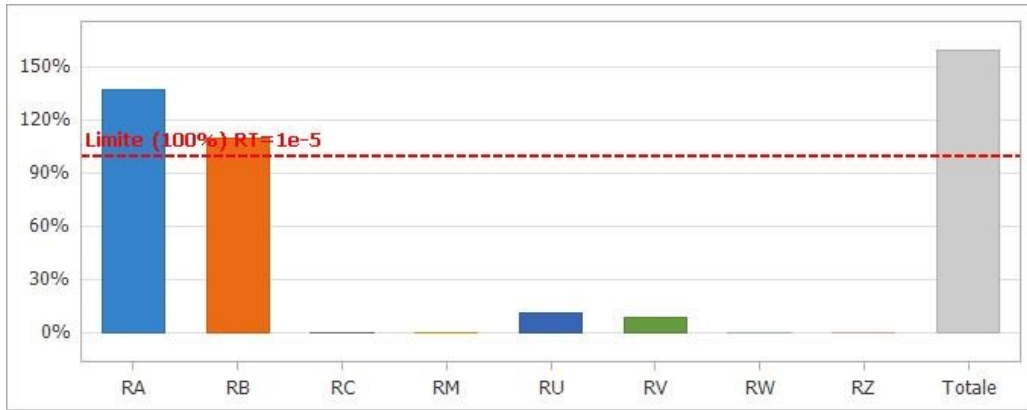
Componenti di rischio di perdita di vite umane, R_x

Sorgente di danno	S1			S2	S3			S4
Tipo di danno	D1	D2	D3	D3	D1	D2	D3	D3
Rischio	R_A	R_B	R_C	R_M	R_U	R_V	R_W	R_Z
Z1	2.09×10^{-6}	1.67×10^{-6}			1.67×10^{-7}	1.34×10^{-7}		
Z2	3.86×10^{-6}	3.09×10^{-6}			3.09×10^{-7}	2.47×10^{-7}		
Z3	3.86×10^{-6}	3.09×10^{-6}			3.09×10^{-7}	2.47×10^{-7}		
Z4	3.86×10^{-6}	3.09×10^{-6}			3.09×10^{-7}	2.47×10^{-7}		
Z5	1.01×10^{-7}	2.51×10^{-8}			2.45×10^{-8}	6.14×10^{-9}		
Totale	1.38×10^{-5}	1.10×10^{-5}			1.12×10^{-6}	8.81×10^{-7}		

Rischio di perdita di vita umana, $R_{1,Struttura}$ ($R_{1,Struttura} = R_{A,Struttura} + R_{B,Struttura} + R_{C,Struttura} + R_{M,Struttura} + R_{U,Struttura} + R_{V,Struttura} + R_{W,Struttura} + R_{Z,Struttura}$)	2.67×10^{-5}
--	---

Il valore del rischio dovuto al fulmine è superiore al valore di rischio tollerato R_T (le componenti superiori sono quelle riportate in rosso).

Grafico delle componenti di rischio



CONCLUSIONI

Visti gli esiti delle verifiche effettuate, è necessario realizzare un sistema di protezione contro i fulmini per la struttura in questione in quanto il rischio dovuto al fulmine è al di sopra del limite tollerato.

Quindi la struttura è da considerarsi **NON PROTETTA**.

FREQUENZA DI DANNO

La tabella seguente riporta il calcolo della frequenza di danno per ogni impianto della struttura corrente:

Impianto	Linea	F _{S1}	F _{S2}	F _{S3}	F _{S4}	F	F _T
FM e LUCE - comparto 1	Linea MT comparto 1	0.29	3.88 x 10 ⁻²	2.29 x 10 ⁻²	0.69	1.00	0.10
FM e LUCE - comparto 2	Linea MT comparto 2	0.29	3.88 x 10 ⁻²	2.29 x 10 ⁻²	0.69	1.00	0.10
FM e LUCE - comparto 3	Linea MT comparto 3	0.29	3.88 x 10 ⁻²	2.29 x 10 ⁻²	0.69	1.00	0.10
FM E LUCE - comparto 4	Linea MT comparto 4	0.29	3.88 x 10 ⁻²	2.29 x 10 ⁻²	0.69	1.00	0.10
FM E LUCE - uffici PT	Linea BT Uffici PT	0.29	3.88 x 10 ⁻²	2.32 x 10 ⁻²	0.70	1.01	0.10
FM E LUCE - uffici P1	Linea BT Uffici P1	0.29	3.88 x 10 ⁻²	2.32 x 10 ⁻²	0.70	1.01	0.10
FM E LUCE - app. custode	Linea BT App. custode	0.29	3.88 x 10 ⁻²	2.35 x 10 ⁻²	0.71	1.02	0.10

Legenda:

Impianto Denominazione dell'impianto.

Linea Denominazione della linea a cui è collegato l'impianto.

F_{S1} Frequenza di danno dovuta alle sovratensioni per fulmini sulla struttura (sorgente S1)

F_{S2} Frequenza di danno dovuta alle sovratensioni per fulmini vicino alla struttura (sorgente S2)

F_{S3} Frequenza di danno dovuta alle sovratensioni per fulmini sulle linee entranti nella struttura (sorgente S3)

F_{S4} Frequenza di danno dovuta alle sovratensioni per fulmini vicino alle linee entranti nella struttura (sorgente S4)

F Frequenza di danno F: numero di volte in un anno che un fulmine può causare un danno ad un'apparecchiatura di un impianto interno

F_T Frequenza di danno tollerabile

La frequenza di danno tollerabile risulta essere **NON RISPETTATA**.

SOLUZIONI

Di seguito si riportano le soluzioni proposte per ridurre il rischio della struttura in esame.

















SOLUZIONE "Soluzione 1"

Lista delle migliorie della soluzione

Migliorie impianti	
"I1: FM e LUCE - comparto 1":	SPD - Sistema di SPD con LPL di classe III o IV [PSPD = 0.03]
"I2: FM e LUCE - comparto 2":	SPD - Sistema di SPD con LPL di classe III o IV [PSPD = 0.03]
"I3: FM e LUCE - comparto 3":	SPD - Sistema di SPD con LPL di classe III o IV [PSPD = 0.03]
"I4: FM E LUCE - comparto 4":	SPD - Sistema di SPD con LPL di classe III o IV [PSPD = 0.03]
"I5: FM E LUCE - uffici PT":	SPD - Sistema di SPD con LPL di classe III o IV [PSPD = 0.03]
"I6: FM E LUCE - uffici P1":	SPD - Sistema di SPD con LPL di classe III o IV [PSPD = 0.03]
"I7: FM E LUCE - app. custode":	SPD - Sistema di SPD con LPL di classe III o IV [PSPD = 0.03]
Migliorie linee	
"L1: Linea MT comparto 1":	SPD - Sistema di SPD con LPL di classe I [PEB = 0.01]
"L2: Linea MT comparto 2":	SPD - Sistema di SPD con LPL di classe I [PEB = 0.01]
"L3: Linea MT comparto 3":	SPD - Sistema di SPD con LPL di classe I [PEB = 0.01]
"L4: Linea MT comparto 4":	SPD - Sistema di SPD con LPL di classe I [PEB = 0.01]
"L5: Linea BT Uffici PT":	SPD - Sistema di SPD con LPL di classe I [PEB = 0.01]
"L6: Linea BT Uffici P1":	SPD - Sistema di SPD con LPL di classe I [PEB = 0.01]
"L7: Linea BT App. custode":	SPD - Sistema di SPD con LPL di classe I [PEB = 0.01]
Migliorie struttura	
LPS - Struttura protetta con captatori conformi a LPS di Classe IV e con discese naturali (ferri di armatura) [PB = 0.01]	

Valutazione del rischio di perdita di vite umane R1

Componenti di rischio di perdita di vite umane, R_x utilizzando le migliorie della soluzione

Sorgente di danno	S1			S2	S3			S4
								
Tipo di danno	D1	D2	D3	D3	D1	D2	D3	D3
								
Rischio	R_A	R_B	R_C	R_M	R_U	R_V	R_W	R_Z
Z1	2.09×10^{-8}	1.67×10^{-8}			1.67×10^{-9}	1.34×10^{-9}		
Z2	3.86×10^{-8}	3.09×10^{-8}			3.09×10^{-9}	2.47×10^{-9}		
Z3	3.86×10^{-8}	3.09×10^{-8}			3.09×10^{-9}	2.47×10^{-9}		
Z4	3.86×10^{-8}	3.09×10^{-8}			3.09×10^{-9}	2.47×10^{-9}		
Z5	1.01×10^{-9}	2.51×10^{-10}			2.45×10^{-10}	6.14×10^{-11}		
Totale	1.38×10^{-7}	1.10×10^{-7}			1.12×10^{-8}	8.81×10^{-9}		

Rischio di perdita di vita umana, $R_{1,Struttura}$ $(R_{1,Struttura} = R_{A,Struttura} + R_{B,Struttura} + R_{C,Struttura} + R_{M,Struttura} + R_{U,Struttura} + R_{V,Struttura} + R_{W,Struttura} + R_{Z,Struttura})$	2.67×10^{-7}
--	---

Il valore del rischio dovuto al fulmine è inferiore al valore di rischio tollerato R_T .

FREQUENZA DI DANNO

La tabella seguente riporta il calcolo della frequenza di danno per ogni impianto della struttura corrente utilizzando le migliori della soluzione:

Impianto	Linea	F _{S1}	F _{S2}	F _{S3}	F _{S4}	F	F _T
FM e LUCE - comparto 1	Linea MT comparto 1	8.60 x 10 ⁻³	1.17 x 10 ⁻³	6.88 x 10 ⁻⁴	2.06 x 10 ⁻²	2.99 x 10 ⁻²	0.10
FM e LUCE - comparto 2	Linea MT comparto 2	8.60 x 10 ⁻³	1.17 x 10 ⁻³	6.88 x 10 ⁻⁴	2.06 x 10 ⁻²	2.99 x 10 ⁻²	0.10
FM e LUCE - comparto 3	Linea MT comparto 3	8.60 x 10 ⁻³	1.17 x 10 ⁻³	6.88 x 10 ⁻⁴	2.06 x 10 ⁻²	2.99 x 10 ⁻²	0.10
FM E LUCE - comparto 4	Linea MT comparto 4	8.60 x 10 ⁻³	1.17 x 10 ⁻³	6.88 x 10 ⁻⁴	2.06 x 10 ⁻²	2.99 x 10 ⁻²	0.10
FM E LUCE - uffici PT	Linea BT Uffici PT	8.60 x 10 ⁻³	1.17 x 10 ⁻³	6.97 x 10 ⁻⁴	2.09 x 10 ⁻²	3.02 x 10 ⁻²	0.10
FM E LUCE - uffici P1	Linea BT Uffici P1	8.60 x 10 ⁻³	1.17 x 10 ⁻³	6.97 x 10 ⁻⁴	2.09 x 10 ⁻²	3.02 x 10 ⁻²	0.10
FM E LUCE - app. custode	Linea BT App. custode	8.60 x 10 ⁻³	1.17 x 10 ⁻³	7.06 x 10 ⁻⁴	2.12 x 10 ⁻²	3.05 x 10 ⁻²	0.10

Legenda:

- Impianto Denominazione dell'impianto.
- Linea Denominazione della linea a cui è collegato l'impianto.
- F_{S1} Frequenza di danno dovuta alle sovratensioni per fulmini sulla struttura (sorgente S1)
- F_{S2} Frequenza di danno dovuta alle sovratensioni per fulmini vicino alla struttura (sorgente S2)
- F_{S3} Frequenza di danno dovuta alle sovratensioni per fulmini sulle linee entranti nella struttura (sorgente S3)
- F_{S4} Frequenza di danno dovuta alle sovratensioni per fulmini vicino alle linee entranti nella struttura (sorgente S4)
- F Frequenza di danno F: numero di volte in un anno che un fulmine può causare un danno ad un'apparecchiatura di un impianto interno
- F_T Frequenza di danno tollerabile

CONCLUSIONI

Visti gli esiti delle verifiche effettuate utilizzando le migliori proposte dalla soluzione corrente, la struttura è da considerarsi **PROTETTA**.

La frequenza di danno tollerabile risulta essere **RISPETTATA**.

SISTEMA DI SPD

Dati generali

Il livello di protezione utilizzato per il sistema di SPD è "Livello I": di seguito si riporta una tabella riepilogativa della sovracorrenti attese per le varie sorgenti di danno.

Sovracorrenti	Linee di energia	Linee di telecomunicazione
I_{S1} (kA)	10.000	10.000
I_{S2} (kA)	0.200	0.200
I_{S3} (kA)	10.000	2.000
I_{S4} (kA)	5.000	0.160

LPS	
LPS	Classe IV
Corrente di fulmine (kA)	200
Numero linee	7
Num. corpi metallici esterni	
Resistività del suolo (Ωm)	
K_e	0.116
I_f (kA)	23.26

Distanza di sicurezza	
Numero calate	1 (tab. 12)
K_c	1.00
$I_{imp \text{ min}}$ (kA)	200.00
Lunghezza l (m)	1.0
Materiale isolante	Aria
Distanza di sicurezza s (m)	0.04
Distanza d (m)	1.00
La distanza d è maggiore o uguale alla distanza di sicurezza s Non è necessario collegare gli impianti all'LPS tramite un SPD	

Se la distanza tra l'LPS e gli impianti interni è inferiore alla distanza di sicurezza, gli impianti vanno collegati all'LPS tramite un SPD con $I_{imp} > I_{imp \text{ min}}$.

Linea "Linea MT comparto 1"

Caratteristiche linea	
Tipo sistema	TN
Tensione verso terra (V)	230
Numero conduttori attivi	4
K_e	0.25
I_F conduttori (kA)	5.81
U_c min (V)	253
$N_D + N_L$	0.310

SPD1 all'ingresso della linea nella struttura	
Marca	Zotup
Modello	L 13/40 230 ff 4
Conessioni (m)	0.5
Poli	4P
Classe	Classe I e II
Funzionamento	A limitazione
I_{imp} (kA)	13.0
I_n (kA)	35.0
I_{max} (kA)	70.00
U_c (V)	335
U_p (kV)	1.50
$U_{p/F}$ (kV)	1.8
SPD adatto	

FM e LUCE - comparto 1: tensione indotta nel circuito	
Lungh. circuito	> 10 m
Tensione indotta	Rilevante
Cablaggio	Conduttori attivi e PE nello stesso canale
Schermatura	Nessuno
Lato (m)	
l_0 (m)	10.0
l_v (m)	2.0
d (m)	1.0
U_w (V)	2.5
U_i (kV)	16.00
$U_{p/F} \leq (U_w - U_i)/2$	Non verificata
Le apparecchiature risultano protette da un SPD a valle.	

Impianto "FM e LUCE - comparto 1

SPD2 nei quadri secondari	
Marca	Zotup
Modello	L 3/30 230 t ff 4
Conessioni (m)	0.5
Poli	4P
Classe	Classe II
Funzionamento	A limitazione
I_{imp} (kA)	
I_n (kA)	30.0
I_{max} (kA)	40.00
U_c (V)	335
U_p (kV)	0.80
$U_{p/F}$ (kV)	1.0
SPD adatto	
Tensione indotta nel circuito	
Lungh. circuito	Trascurabile
Tensione indotta	
Cablaggio	
Schermatura	
Lato (m)	
l_o (m)	
l_v (m)	
d (m)	
U_w (V)	2.5
U_i (kV)	
$U_{p/F} \leq U_w$	Verificata
Apparecchiature protette	

Linea "Linea MT comparto 2"

Caratteristiche linea	
Tipo sistema	TN
Tensione verso terra (V)	230
Numero conduttori attivi	4
K_e	0.25
I_F conduttori (kA)	5.81
U_c min (V)	253
$N_D + N_L$	0.310

SPD1 all'ingresso della linea nella struttura	
Marca	Zotup
Modello	L 13/40 230 ff 4
Conessioni (m)	0.5
Poli	4P
Classe	Classe I e II
Funzionamento	A limitazione
I_{imp} (kA)	13.0
I_n (kA)	35.0
I_{max} (kA)	70.00
U_c (V)	335
U_p (kV)	1.50
$U_{p/F}$ (kV)	1.8
SPD adatto	

FM e LUCE - comparto 2: tensione indotta nel circuito	
Lungh. circuito	> 10 m
Tensione indotta	Rilevante
Cablaggio	Conduttori attivi e PE nello stesso canale
Schermatura	Nessuno
Lato (m)	
l_0 (m)	10.0
l_v (m)	2.0
d (m)	1.0
U_w (V)	2.5
U_i (kV)	16.00
$U_{p/F} \leq (U_w - U_i)/2$	Non verificata
Le apparecchiature risultano protette da un SPD a valle.	

Impianto "FM e LUCE - comparto 2

SPD2 nei quadri secondari	
Marca	Zotup
Modello	L 3/30 230 t ff 4
Conessioni (m)	0.5
Poli	4P
Classe	Classe II
Funzionamento	A limitazione
I_{imp} (kA)	
I_n (kA)	30.0
I_{max} (kA)	40.00
U_c (V)	335
U_p (kV)	0.80
$U_{p/F}$ (kV)	1.0
SPD adatto	
Tensione indotta nel circuito	
Lungh. circuito	Trascurabile
Tensione indotta	
Cablaggio	
Schermatura	
Lato (m)	
l_o (m)	
l_v (m)	
d (m)	
U_w (V)	2.5
U_i (kV)	
$U_{p/F} \leq U_w$	Verificata
Apparecchiature protette	

Linea "Linea MT comparto 3"

Caratteristiche linea	
Tipo sistema	TN
Tensione verso terra (V)	230
Numero conduttori attivi	4
K_e	0.25
I_F conduttori (kA)	5.81
U_c min (V)	253
$N_D + N_L$	0.310

SPD1 all'ingresso della linea nella struttura	
Marca	Zotup
Modello	L 13/40 230 ff 4
Conessioni (m)	0.5
Poli	4P
Classe	Classe I e II
Funzionamento	A limitazione
I_{imp} (kA)	13.0
I_n (kA)	35.0
I_{max} (kA)	70.00
U_c (V)	335
U_p (kV)	1.50
$U_{p/F}$ (kV)	1.8
SPD adatto	

FM e LUCE - comparto 3: tensione indotta nel circuito	
Lungh. circuito	> 10 m
Tensione indotta	Rilevante
Cablaggio	Conduttori attivi e PE nello stesso canale
Schermatura	Nessuno
Lato (m)	
l_0 (m)	10.0
l_v (m)	2.0
d (m)	1.0
U_w (V)	2.5
U_i (kV)	16.00
$U_{p/F} \leq (U_w - U_i)/2$	Non verificata
Le apparecchiature risultano protette da un SPD a valle.	

Impianto "FM e LUCE - comparto 3

SPD2 nei quadri secondari	
Marca	Zotup
Modello	L 13/40 230 ff 4
Conessioni (m)	0.5
Poli	4P
Classe	Classe I e II
Funzionamento	A limitazione
I_{imp} (kA)	13.0
I_n (kA)	35.0
I_{max} (kA)	70.00
U_c (V)	335
U_p (kV)	0.80
$U_{p/F}$ (kV)	1.0
SPD adatto	
Tensione indotta nel circuito	
Lungh. circuito	Trascurabile
Tensione indotta	
Cablaggio	
Schermatura	
Lato (m)	
l_o (m)	
l_v (m)	
d (m)	
U_w (V)	2.5
U_i (kV)	
$U_{p/F} \leq U_w$	Verificata
Apparecchiature protette	

Linea "Linea MT comparto 4"

Caratteristiche linea	
Tipo sistema	TN
Tensione verso terra (V)	230
Numero conduttori attivi	4
K_e	0.25
I_F conduttori (kA)	5.81
U_c min (V)	253
$N_D + N_L$	0.310

SPD1 all'ingresso della linea nella struttura	
Marca	Zotup
Modello	L 13/40 230 ff 4
Conessioni (m)	0.5
Poli	4P
Classe	Classe I e II
Funzionamento	A limitazione
I_{imp} (kA)	13.0
I_n (kA)	35.0
I_{max} (kA)	70.00
U_c (V)	335
U_p (kV)	1.50
$U_{p/F}$ (kV)	1.8
SPD adatto	

FM E LUCE - comparto 4: tensione indotta nel circuito	
Lungh. circuito	> 10 m
Tensione indotta	Rilevante
Cablaggio	Conduttori attivi e PE nello stesso canale
Schermatura	Nessuno
Lato (m)	
l_0 (m)	10.0
l_v (m)	2.0
d (m)	1.0
U_w (V)	2.5
U_i (kV)	16.00
$U_{p/F} \leq (U_w - U_i)/2$	Non verificata
Le apparecchiature risultano protette da un SPD a valle.	

Impianto "FM E LUCE - comparto 4

SPD2 nei quadri secondari	
Marca	Zotup
Modello	L 3/30 230 t ff 4
Conessioni (m)	0.5
Poli	4P
Classe	Classe II
Funzionamento	A limitazione
I_{imp} (kA)	
I_n (kA)	30.0
I_{max} (kA)	40.00
U_c (V)	335
U_p (kV)	0.80
$U_{p/F}$ (kV)	1.0
SPD adatto	
Tensione indotta nel circuito	
Lungh. circuito	Trascurabile
Tensione indotta	
Cablaggio	
Schermatura	
Lato (m)	
l_o (m)	
l_v (m)	
d (m)	
U_w (V)	2.5
U_i (kV)	
$U_{p/F} \leq U_w$	Verificata
Apparecchiature protette	

Linea "Linea BT Uffici PT"

Caratteristiche linea	
Tipo sistema	TT
Tensione verso terra (V)	230
Numero conduttori attivi	4
K_e	0.25
I_F conduttori (kA)	5.81
U_c min (V)	253
$N_D + N_L$	0.310

SPD1 all'ingresso della linea nella struttura	
Marca	Zotup
Modello	L 13/40 230 ff 3+1
Conessioni (m)	0.5
Poli	3P+N
Classe	Classe I e II
Funzionamento	Combinato
I_{imp} (kA)	13.0
I_n (kA)	35.0
I_{max} (kA)	70.00
U_c (V)	335
U_p (kV)	1.50
$U_{p/F}$ (kV)	1.8
SPD adatto	

FM E LUCE - uffici PT: tensione indotta nel circuito	
Lungh. circuito	> 10 m
Tensione indotta	Rilevante
Cablaggio	Conduttori attivi e PE nello stesso canale
Schermatura	Nessuno
Lato (m)	
l_0 (m)	10.0
l_v (m)	2.0
d (m)	1.0
U_w (V)	2.5
U_i (kV)	16.00
$U_{p/F} \leq (U_w - U_i)/2$	Non verificata
Le apparecchiature risultano protette da un SPD a valle.	

Impianto "FM E LUCE - uffici PT

SPD2 nei quadri secondari	
Marca	Zotup
Modello	L 2/10 230 ff 4 TT
Conessioni (m)	0.5
Poli	4P
Classe	Classe II
Funzionamento	A limitazione
I_{imp} (kA)	
I_n (kA)	10.0
I_{max} (kA)	20.00
U_c (V)	335
U_p (kV)	0.80
$U_{p/F}$ (kV)	1.0
SPD adatto	
Tensione indotta nel circuito	
Lungh. circuito	Trascurabile
Tensione indotta	
Cablaggio	
Schermatura	
Lato (m)	
l_o (m)	
l_v (m)	
d (m)	
U_w (V)	2.5
U_i (kV)	
$U_{p/F} \leq U_w$	Verificata
Apparecchiature protette	

Linea "Linea BT Uffici P1"

Caratteristiche linea	
Tipo sistema	TT
Tensione verso terra (V)	230
Numero conduttori attivi	4
K_e	0.25
I_F conduttori (kA)	5.81
U_c min (V)	253
$N_D + N_L$	0.310

SPD1 all'ingresso della linea nella struttura	
Marca	Zotup
Modello	L 13/40 230 ff 3+1
Conessioni (m)	0.5
Poli	3P+N
Classe	Classe I e II
Funzionamento	Combinato
I_{imp} (kA)	13.0
I_n (kA)	35.0
I_{max} (kA)	70.00
U_c (V)	335
U_p (kV)	1.50
$U_{p/F}$ (kV)	1.8
SPD adatto	

FM E LUCE - uffici P1: tensione indotta nel circuito	
Lungh. circuito	> 10 m
Tensione indotta	Rilevante
Cablaggio	Conduttori attivi e PE nello stesso canale
Schermatura	Nessuno
Lato (m)	
l_0 (m)	10.0
l_v (m)	2.0
d (m)	1.0
U_w (V)	2.5
U_i (kV)	16.00
$U_{p/F} \leq (U_w - U_i)/2$	Non verificata
Le apparecchiature risultano protette da un SPD a valle.	

Impianto "FM E LUCE - uffici P1

SPD2 nei quadri secondari	
Marca	Zotup
Modello	L 2/10 230 ff 4 TT
Conessioni (m)	0.5
Poli	4P
Classe	Classe II
Funzionamento	A limitazione
I_{imp} (kA)	
I_n (kA)	10.0
I_{max} (kA)	20.00
U_c (V)	335
U_p (kV)	0.80
$U_{p/F}$ (kV)	1.0
SPD adatto	
Tensione indotta nel circuito	
Lungh. circuito	Trascurabile
Tensione indotta	
Cablaggio	
Schermatura	
Lato (m)	
l_o (m)	
l_v (m)	
d (m)	
U_w (V)	2.5
U_i (kV)	
$U_{p/F} \leq U_w$	Verificata
Apparecchiature protette	

Linea "Linea BT App. custode"

Caratteristiche linea	
Tipo sistema	TT
Tensione verso terra (V)	230
Numero conduttori attivi	4
K_e	0.25
I_F conduttori (kA)	5.81
U_c min (V)	253
$N_D + N_L$	0.310

SPD1 all'ingresso della linea nella struttura	
Marca	Zotup
Modello	L 13/40 230 ff 3+1
Conessioni (m)	0.5
Poli	3P+N
Classe	Classe I e II
Funzionamento	Combinato
I_{imp} (kA)	13.0
I_n (kA)	35.0
I_{max} (kA)	70.00
U_c (V)	335
U_p (kV)	1.50
$U_{p/F}$ (kV)	1.8
SPD adatto	

FM E LUCE - app. custode: tensione indotta nel circuito	
Lungh. circuito	> 10 m
Tensione indotta	Rilevante
Cablaggio	Conduttori attivi e PE nello stesso canale
Schermatura	Nessuno
Lato (m)	
l_0 (m)	10.0
l_v (m)	2.0
d (m)	1.0
U_w (V)	2.5
U_i (kV)	16.00
$U_{p/F} \leq (U_w - U_i)/2$	Non verificata
Le apparecchiature risultano protette da un SPD a valle.	

Impianto "FM E LUCE - app. custode

SPD2 nei quadri secondari	
Marca	Zotup
Modello	L 2/10 230 ff 4 TT
Conessioni (m)	0.5
Poli	4P
Classe	Classe II
Funzionamento	A limitazione
I_{imp} (kA)	
I_n (kA)	10.0
I_{max} (kA)	20.00
U_c (V)	335
U_p (kV)	0.80
$U_{p/F}$ (kV)	1.0
SPD adatto	
Tensione indotta nel circuito	
Lungh. circuito	Trascurabile
Tensione indotta	
Cablaggio	
Schermatura	
Lato (m)	
l_o (m)	
l_v (m)	
d (m)	
U_w (V)	2.5
U_i (kV)	
$U_{p/F} \leq U_w$	Verificata
Apparecchiature protette	

Verifiche SPD

Verifiche SPD Linea MT comparto 1 (Linea di energia)

Linea MT comparto 1			
SPD1 all'ingresso della linea nella struttura			
Installare SPD di classe I	Classe I e II	✓	SPD adatto
$U_c \geq U_c \text{ min}$	$335 \geq 253$	✓	SPD adatto
$I_{imp} \geq I_F$ e $I_{imp} \geq I_{S3}$	$13.0 \geq 10.0$	✓	SPD adatto
$U_{p/F} \leq (U_w - U_i)/2$ (FM e LUCE - comparto 1)	$1.8 \leq 6.8$	🛡️	Le apparecchiature risultano protette da un SPD a valle.

FM e LUCE - comparto 1			
SPD2 nei quadri secondari			
Installare SPD di classe I o II	Classe II	✓	SPD adatto
$U_c \geq U_c \text{ min}$	$335 \geq 253$	✓	SPD adatto
$I_n \geq I_{S1}$	$30.0 \geq 10.0$	✓	SPD adatto
$U_{P/F} \leq U_W$	$1.0 \leq 2.5$	✓	Apparecchiature protette

Verifiche SPD Linea MT comparto 2 (Linea di energia)

Linea MT comparto 2			
SPD1 all'ingresso della linea nella struttura			
Installare SPD di classe I	Classe I e II	✓	SPD adatto
$U_c \geq U_c \text{ min}$	$335 \geq 253$	✓	SPD adatto
$I_{imp} \geq I_F$ e $I_{imp} \geq I_{S3}$	$13.0 \geq 10.0$	✓	SPD adatto
$U_{P/F} \leq (U_W - U_i)/2$ (FM e LUCE - comparto 2)	$1.8 \leq -6.8$	⚠	Le apparecchiature risultano protette da un SPD a valle.
FM e LUCE - comparto 2			
SPD2 nei quadri secondari			
Installare SPD di classe I o II	Classe II	✓	SPD adatto
$U_c \geq U_c \text{ min}$	$335 \geq 253$	✓	SPD adatto
$I_n \geq I_{S1}$	$30.0 \geq 10.0$	✓	SPD adatto
$U_{P/F} \leq U_W$	$1.0 \leq 2.5$	✓	Apparecchiature protette

Verifiche SPD Linea MT comparto 3 (Linea di energia)

Linea MT comparto 3			
SPD1 all'ingresso della linea nella struttura			
Installare SPD di classe I	Classe I e II	✓	SPD adatto
$U_c \geq U_c \text{ min}$	$335 \geq 253$	✓	SPD adatto
$I_{imp} \geq I_F$ e $I_{imp} \geq I_{S3}$	$13.0 \geq 10.0$	✓	SPD adatto
$U_{P/F} \leq (U_W - U_i)/2$ (FM e LUCE - comparto 3)	$1.8 \leq -6.8$	⚠	Le apparecchiature risultano protette da un SPD a valle.
FM e LUCE - comparto 3			
SPD2 nei quadri secondari			
Installare SPD di classe I o II	Classe I e II	✓	SPD adatto
$U_c \geq U_c \text{ min}$	$335 \geq 253$	✓	SPD adatto
$I_{imp} \geq I_{S1}$	$13.0 \geq 10.0$	✓	SPD adatto
$I_n \geq I_{S1}$	$35.0 \geq 10.0$	✓	SPD adatto
$U_{P/F} \leq U_W$	$1.0 \leq 2.5$	✓	Apparecchiature protette

Verifiche SPD Linea MT comparto 4 (Linea di energia)

Linea MT comparto 4			
---------------------	--	--	--

SPD1 all'ingresso della linea nella struttura			
Installare SPD di classe I	Classe I e II	✓	SPD adatto
$U_c \geq U_c \text{ min}$	$335 \geq 253$	✓	SPD adatto
$I_{imp} \geq I_F$ e $I_{imp} \geq I_{S3}$	$13.0 \geq 10.0$	✓	SPD adatto
$U_{P/F} \leq (U_W - U_i)/2$ (FM E LUCE - comparto 4)	$1.8 \leq -6.8$	🛡️	Le apparecchiature risultano protette da un SPD a valle.
FM E LUCE - comparto 4			
SPD2 nei quadri secondari			
Installare SPD di classe I o II	Classe II	✓	SPD adatto
$U_c \geq U_c \text{ min}$	$335 \geq 253$	✓	SPD adatto
$I_n \geq I_{S1}$	$30.0 \geq 10.0$	✓	SPD adatto
$U_{P/F} \leq U_W$	$1.0 \leq 2.5$	✓	Apparecchiature protette

Verifiche SPD Linea BT Uffici PT (Linea di energia)

Linea BT Uffici PT			
SPD1 all'ingresso della linea nella struttura			
Installare SPD di classe I	Classe I e II	✓	SPD adatto
$U_c \geq U_c \text{ min}$	$335 \geq 253$	✓	SPD adatto
$I_{imp} \geq I_F$ e $I_{imp} \geq I_{S3}$	$13.0 \geq 10.0$	✓	SPD adatto
$U_{P/F} \leq (U_W - U_i)/2$ (FM E LUCE - uffici PT)	$1.8 \leq -6.8$	🛡️	Le apparecchiature risultano protette da un SPD a valle.
FM E LUCE - uffici PT			
SPD2 nei quadri secondari			
Installare SPD di classe I o II	Classe II	✓	SPD adatto
$U_c \geq U_c \text{ min}$	$335 \geq 253$	✓	SPD adatto
$I_n \geq I_{S1}$	$10.0 \geq 10.0$	✓	SPD adatto
$U_{P/F} \leq U_W$	$1.0 \leq 2.5$	✓	Apparecchiature protette

Verifiche SPD Linea BT Uffici P1 (Linea di energia)

Linea BT Uffici P1			
SPD1 all'ingresso della linea nella struttura			
Installare SPD di classe I	Classe I e II	✓	SPD adatto
$U_c \geq U_c \text{ min}$	$335 \geq 253$	✓	SPD adatto
$I_{imp} \geq I_F$ e $I_{imp} \geq I_{S3}$	$13.0 \geq 10.0$	✓	SPD adatto
$U_{P/F} \leq (U_W - U_i)/2$ (FM E LUCE - uffici P1)	$1.8 \leq -6.8$	🛡️	Le apparecchiature risultano protette da un SPD a valle.
FM E LUCE - uffici P1			
SPD2 nei quadri secondari			
Installare SPD di classe I o II	Classe II	✓	SPD adatto
$U_c \geq U_c \text{ min}$	$335 \geq 253$	✓	SPD adatto
$I_n \geq I_{S1}$	$10.0 \geq 10.0$	✓	SPD adatto
$U_{P/F} \leq U_W$	$1.0 \leq 2.5$	✓	Apparecchiature protette

--

Verifiche SPD Linea BT App. custode (Linea di energia)

Linea BT App. custode			
SPD1 all'ingresso della linea nella struttura			
Installare SPD di classe I	Classe I e II	✓	SPD adatto
$U_c \geq U_c \text{ min}$	$335 \geq 253$	✓	SPD adatto
$I_{imp} \geq I_F$ e $I_{imp} \geq I_{S3}$	$13.0 \geq 10.0$	✓	SPD adatto
$U_{P/F} \leq (U_W - U_i)/2$ (FM E LUCE - app. custode)	$1.8 \leq -6.8$	⚠	Le apparecchiature risultano protette da un SPD a valle.
FM E LUCE - app. custode			
SPD2 nei quadri secondari			
Installare SPD di classe I o II	Classe II	✓	SPD adatto
$U_c \geq U_c \text{ min}$	$335 \geq 253$	✓	SPD adatto
$I_n \geq I_{S1}$	$10.0 \geq 10.0$	✓	SPD adatto
$U_{P/F} \leq U_W$	$1.0 \leq 2.5$	✓	Apparecchiature protette

INDICE

CEI - DATI GENERALI	2
Committente	2
Tecnico	2
ANALISI E VALUTAZIONE SCARICHE ATMOSFERICHE	3
Normativa di riferimento	3
Definizioni	3
Simboli e abbreviazioni	4
Valutazione del rischio fulminazione	5
Metodo di valutazione	6
Componenti di rischio	7
Determinazione del rischio di perdita di vite umane (R1)	10
Determinazione del rischio di perdita di servizio pubblico (R2)	10
Determinazione del rischio di perdita di patrimonio culturale insostituibile (R3)	10
Determinazione del rischio di perdita economica (R4)	11
Esito della valutazione	11
Frequenza di danno	11
STRUTTURA	13
DISEGNO DELLA STRUTTURA	14
ZONE	15
Zona Z1 - "Comparto 1 - Falegnameria"	15
Zona Z2 - "Comparto 2"	16
Zona Z3 - "Comparto 3"	17
Zona Z4 - "Comparto 4"	18
Zona Z5 - "Uffici"	19
LINEE	20
Linea L1 - "Linea MT comparto 1"	20
Linea L2 - "Linea MT comparto 2"	21
Linea L3 - "Linea MT comparto 3"	22
Linea L4 - "Linea MT comparto 4"	23
Linea L5 - "Linea BT Uffici PT"	24
Linea L6 - "Linea BT Uffici P1"	25
Linea L7 - "Linea BT App. custode"	26
IMPIANTI	27
Impianto I1 - "FM e LUCE - comparto 1"	27
Impianto I2 - "FM e LUCE - comparto 2"	28
Impianto I3 - "FM e LUCE - comparto 3"	29
Impianto I4 - "FM E LUCE - comparto 4"	30
Impianto I5 - "FM E LUCE - uffici PT"	31
Impianto I6 - "FM E LUCE - uffici P1"	32
Impianto I7 - "FM E LUCE - app. custode"	33
ESITO DELLA VALUTAZIONE	34
Perdite considerate e rischi tollerabili	34
Valutazione del rischio di perdita di vite umane R1	34
Numero annuo atteso di eventi pericolosi, N_x	34
Valori di probabilità di perdita di vite umane, P_x	34
Ammontare delle perdite di vite umane, L_x	35
Componenti di rischio di perdita di vite umane, R_x	35

Grafico delle componenti di rischio	36
CONCLUSIONI	37
FREQUENZA DI DANNO	38
SOLUZIONI	39
SOLUZIONE "Soluzione 1"	39
Lista delle migliorie della soluzione	39
Valutazione del rischio di perdita di vite umane R1	39
Componenti di rischio di perdita di vite umane, R _x utilizzando le migliorie della soluzione	39
FREQUENZA DI DANNO	40
CONCLUSIONI	40
SISTEMA DI SPD	41
Dati generali	41
Linea "Linea MT comparto 1"	42
Impianto "FM e LUCE - comparto 1	43
Linea "Linea MT comparto 2"	44
Impianto "FM e LUCE - comparto 2	45
Linea "Linea MT comparto 3"	46
Impianto "FM e LUCE - comparto 3	47
Linea "Linea MT comparto 4"	48
Impianto "FM E LUCE - comparto 4	49
Linea "Linea BT Uffici PT"	50
Impianto "FM E LUCE - uffici PT	51
Linea "Linea BT Uffici P1"	52
Impianto "FM E LUCE - uffici P1	53
Linea "Linea BT App. custode"	54
Impianto "FM E LUCE - app. custode	55
Verifiche SPD	55
Verifiche SPD Linea MT comparto 1 (Linea di energia)	55
Verifiche SPD Linea MT comparto 2 (Linea di energia)	56
Verifiche SPD Linea MT comparto 3 (Linea di energia)	56
Verifiche SPD Linea MT comparto 4 (Linea di energia)	56
Verifiche SPD Linea BT Uffici PT (Linea di energia)	57
Verifiche SPD Linea BT Uffici P1 (Linea di energia)	57
Verifiche SPD Linea BT App. custode (Linea di energia)	58
INDICE	59