



STUDIO TECNICO
PETRACCI
& PARTNERS

INGEGNERIA ARCHITETTURA

Comune di Fermo

Provincia di Fermo

Progetto:

**AMPLIAMENTO SCUOLA MATERNA ED
ELEMENTARE SALVANO
- PROGETTO ESECUTIVO -**

Richiedente: Comune di Fermo
via Mazzini n. 4 - 63900 Fermo (FM)

Cantiere: C.da Salvano, via San Giacomo della Marca - 63900 Fermo (FM)

Elaborato:

EE.4

Oggetto:

IMPIANTI ELETTRICI
Relazione tecnica per la protezione
contro la fulminazione

Scala:

-

Il Progettista dell'esecutivo

Ing. Valerio Finucci _____

Il R.U.P.

Ing. Mauro Fortuna

Il Dirigente Servizio LL.PP.

Dott. Alessandro Paccapelo

Data Marzo 2017

Revisione

Aggiornamento

Protocollo

STUDIO TECNICO
PETRACCI
& PARTNERS

Via Bellesi n. 66 - 63900 Fermo (FM)
Tel. 0734 281470 - Mail: info@petracci.it
WWW.PETRACCI.IT

**LAVORI DI AMPLIAMENTO
SCUOLA MATERNA ED ELEMENTARE SALVANO**

PROGETTO ESECUTIVO

**RELAZIONE TECNICA PER
LA PROTEZIONE CONTRO LA FULMINAZIONE**

**ANALISI E VALUTAZIONE
DEI RISCHI**

Struttura: SCUOLA MATERNA ED ELEMENTARE SALVANO

Committente: COMUNE DI FERMO

Indirizzo: VIA SAN GIACOMO DELLA MARCA - FERMO (FM)

Il Tecnico
(INGEGNERE VALERIO FINUCCI)

DATA	ELABORATO	TECNICO	PAG.
MARZO 2017	EE-4 – RELAZIONE PROTEZIONE CONTRO FULMINAZIONE	ING. FINUCCI VALERIO	1 di 25

DATI GENERALI

Committente

Ragione Sociale	COMUNE DI FERMO
Codice Fiscale	00334990447
P. IVA	00334990447
Indirizzo	VIA MAZZINI 4
CAP - Comune	63900 FERMO (FM)
Telefono	0734 2841
Fax	0734 224170
Ruolo	RESPONSABILE DEL PROCEDIMENTO
Nome Cognome	ING. MAURO FORTUNA
Telefono	0734 284292
E-mail	mauro.fortuna@comune.fermo.it

Tecnico

Ragione Sociale	STUDIO TECNICO PETRACCI & PARTNERS
P. IVA	02261580449
Nome Cognome	VALERIO FINUCCI
Qualifica	INGEGNERE
Codice Fiscale	FNC VLR 81M21 D542I
Data di nascita	21/08/1981
Luogo di nascita	FERMO
Albo	INGEGNERI PROVINCIA DI FERMO
N° Iscrizione	A410
Indirizzo	VIA BELLESI 66
CAP - Comune	63900 FERMO (FM)
Telefono	0734 281470
E-mail	info@petracci.it

DATA	ELABORATO	TECNICO	PAG.
MARZO 2017	EE-4 – RELAZIONE PROTEZIONE CONTRO FULMINAZIONE	ING. FINUCCI VALERIO	2 di 25

ANALISI E VALUTAZIONE SCARICHE ATMOSFERICHE

Normativa di riferimento

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 quanto concerne la componente impiantistica, la norma di riferimento è rappresentata dal D.M. 22 gennaio 2008, n. 37.

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.

DATA	ELABORATO	TECNICO	PAG.
MARZO 2017	EE-4 – RELAZIONE PROTEZIONE CONTRO FULMINAZIONE	ING. FINUCCI VALERIO	3 di 25

LAVORI DI AMPLIAMENTO SCUOLA MATERNA ED ELEMENTARE SALVANO
PROGETTO ESECUTIVO – RELAZIONE TECNICA PROTEZIONE CONTRO LA FULMINAZIONE

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).

DATA	ELABORATO	TECNICO	PAG.
MARZO 2017	EE-4 – RELAZIONE PROTEZIONE CONTRO FULMINAZIONE	ING. FINUCCI VALERIO	4 di 25

LAVORI DI AMPLIAMENTO SCUOLA MATERNA ED ELEMENTARE SALVANO
PROGETTO ESECUTIVO – RELAZIONE TECNICA PROTEZIONE CONTRO LA FULMINAZIONE

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, se necessario, individua le misure di protezione 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 dell'oggetto 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. Essi sono le seguenti:

- 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 conseguenti nell'oggetto da proteggere. Il tipo di perdita che può verificarsi dipende dalle caratteristiche dell'oggetto stesso ed al suo contenuto.

- 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).

DATA	ELABORATO	TECNICO	PAG.
MARZO 2017	EE-4 – RELAZIONE PROTEZIONE CONTRO FULMINAZIONE	ING. FINUCCI VALERIO	5 di 25

**LAVORI DI AMPLIAMENTO SCUOLA MATERNA ED ELEMENTARE SALVANO
PROGETTO ESECUTIVO – RELAZIONE TECNICA PROTEZIONE CONTRO LA FULMINAZIONE**

- Rischio tollerabile per perdita di servizio pubblico ($R_T = 10^{-3} \text{ anni}^{-1}$).
- Rischio tollerabile per perdita di patrimonio culturale insostituibile ($R_T = 10^{-4} \text{ anni}^{-1}$).

Per ogni tipologia di rischio (R_1 , R_2 , R_3 o R_4), nella tabella seguente sono riportate le sue componenti:

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

Metodo di valutazione

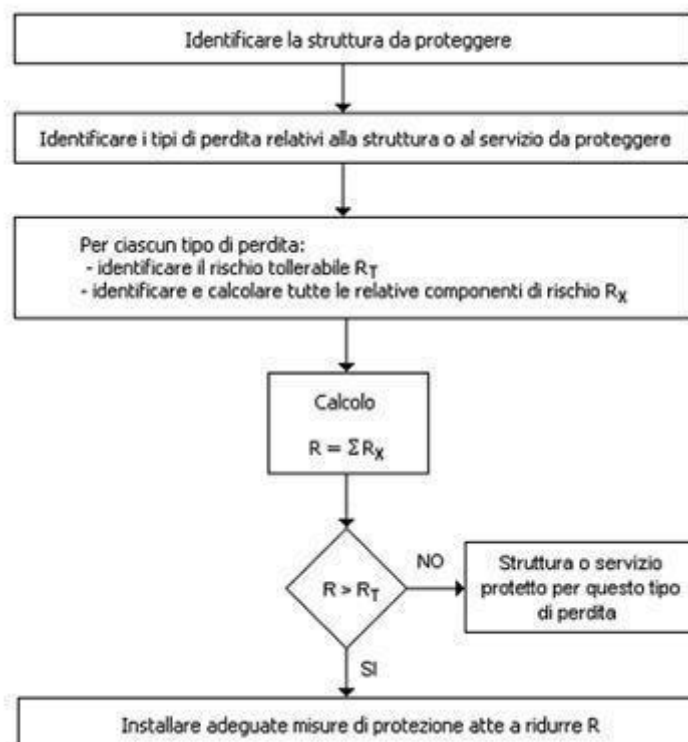
Ai fini della valutazione del rischio (R_1 , R_2 , R_3 o R_4) si deve provvedere a:

- 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 R_4)

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 .

**LAVORI DI AMPLIAMENTO SCUOLA MATERNA ED ELEMENTARE SALVANO
PROGETTO ESECUTIVO – RELAZIONE TECNICA PROTEZIONE CONTRO LA FULMINAZIONE**



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 interessato l'oggetto.

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].

DATA	ELABORATO	TECNICO	PAG.
MARZO 2017	EE-4 – RELAZIONE PROTEZIONE CONTRO FULMINAZIONE	ING. FINUCCI VALERIO	7 di 25

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.43, 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

DATA	ELABORATO	TECNICO	PAG.
MARZO 2017	EE-4 – RELAZIONE PROTEZIONE CONTRO FULMINAZIONE	ING. FINUCCI VALERIO	8 di 25

LAVORI DI AMPLIAMENTO SCUOLA MATERNA ED ELEMENTARE SALVANO
PROGETTO ESECUTIVO – RELAZIONE TECNICA PROTEZIONE CONTRO LA FULMINAZIONE

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

DATA	ELABORATO	TECNICO	PAG.
MARZO 2017	EE-4 – RELAZIONE PROTEZIONE CONTRO FULMINAZIONE	ING. FINUCCI VALERIO	9 di 25

LAVORI DI AMPLIAMENTO SCUOLA MATERNA ED ELEMENTARE SALVANO
PROGETTO ESECUTIVO – RELAZIONE TECNICA PROTEZIONE CONTRO LA FULMINAZIONE

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:

DATA	ELABORATO	TECNICO	PAG.
MARZO 2017	EE-4 – RELAZIONE PROTEZIONE CONTRO FULMINAZIONE	ING. FINUCCI VALERIO	10 di 25

$$R_3 = R_B + R_V$$

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.

DATA	ELABORATO	TECNICO	PAG.
MARZO 2017	EE-4 – RELAZIONE PROTEZIONE CONTRO FULMINAZIONE	ING. FINUCCI VALERIO	11 di 25

**LAVORI DI AMPLIAMENTO SCUOLA MATERNA ED ELEMENTARE SALVANO
PROGETTO ESECUTIVO – RELAZIONE TECNICA PROTEZIONE CONTRO LA FULMINAZIONE**

STRUTTURA

Dati generali	
Denominazione	SCUOLA MATERNA ED ELEMENTARE SALVANO
Destinazione d'uso	Scuola
Indirizzo	VIA SAN GIACOMO DELLA MARCA
Comune	FERMO (FM)
Cap	63900
N _G	1.50 fulmini/anno km²
Fonte dati	ARCHIVIO INTERNO SOFTWARE

Caratteristiche della struttura	
Ubicazione	Circondata da oggetti di altezza maggiore [$C_D = 0.25$]
Geometria della struttura	Struttura regolare: Lunghezza: 49.0 m Larghezza: 24.3 m Altezza: 8.2 m Altezza protrusione: 9.2 m Area raccolta della struttura isolata A_D: 6 698.23 m² Area raccolta fulmini in prossimità struttura A_M: 858 698.16 m²
Schermatura	Assente $K_{S1} = 1$
LPS	Struttura non protetta con LPS [$PB = 1.00$]
N° persone totali nella struttura (L1)	$n_T = 300$
N° utenti serviti dalla struttura (L2)	$n_T = 300$
Valore complessivo struttura (L4)	$c_T = 2\,900\,000.00\,€$

ZONE

La struttura è stata valutata come zona unica, di seguito si riportano i dati relativi alla zona.

Zona Z1 - "Zona 1"

Dati generali	
Denominazione	Zona 1
Tipo di zona	Interna
Pavimentazione	Ceramica ($1k\Omega \leq R \leq 10k\Omega$) [$r_t = 10^{-3}$]
Pericoli particolari	Livello medio di panico [$h_z = 5$]
Rischio d'incendio	Rischio d'incendio ordinario [$r_f = 10^{-2}$]
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)	300
Ore presenza/anno (t_z)	8760
L_T	10^{-2}
L_F	10^{-2}

Perdita inaccettabile di servizio pubblico (L2)	
N° utenti serviti dalla zona (n_z)	300
L_F	0.10
L_O	10^{-2}

Perdita economica (L4)	
Valore animali	€ 0.00
Valore edificio	€ 2 100 000.00
Valore contenuto zona	€ 0.00
Valore impianti interni zona	€ 800 000.00
L_T	10^{-2}
L_F	1
L_O	0.10

Legenda:

- L_T è la percentuale media di vittime per elettrocuzione (danno D1) causato da un evento pericoloso.
- L_F è la percentuale media di vittime per danno materiale (danno D2) causato da un evento pericoloso.
- L_O è la percentuale media di vittime per guasto degli impianti interni (danno D3) causato da un evento pericoloso.

LINEE

Alla struttura sono collegate 2 linee.
I dettagli di ogni linea sono riportati nei seguenti paragrafi.

Linea L1 - "Linea 1"



Dati generali	
Denominazione	Linea 1
Tipo linea	Linea di energia
Protezione	Interfaccia di isolamento verso gli impianti interni
Ambiente circostante	Suburbano [$C_e = 0.50$]
Protezioni dalle tensioni di contatto	Nessuna misura di protezione [$PTU = 1$]
SPD su linea entrante	Sistema SPD assente [$PEB = 1.00$]
Trasformatore AT/BT	Assente [$C_r = 1$]

Sezioni della linea:

Tratto interrato	
Denominazione	Tratto 1
Lunghezza	1 000 m
Schermatura cavi	Assente
Dispersore fittamente magliato	No

**LAVORI DI AMPLIAMENTO SCUOLA MATERNA ED ELEMENTARE SALVANO
PROGETTO ESECUTIVO – RELAZIONE TECNICA PROTEZIONE CONTRO LA FULMINAZIONE**

Linea L2 - "Linea 2"



Dati generali	
Denominazione	Linea 2
Tipo linea	Linea di segnale
Protezione	Interfaccia di isolamento verso gli impianti interni
Ambiente circostante	Suburbano [$C_e = 0.50$]
Protezioni dalle tensioni di contatto	Nessuna misura di protezione [$PTU = 1$]
SPD su linea entrante	Sistema SPD assente [$PEB = 1.00$]
Trasformatore AT/BT	Assente [$C_T = 1$]

Sezioni della linea:

Tratto interrato	
Denominazione	Tratto 1
Lunghezza	1 000 m
Schermatura cavi	Assente
Dispersore fittamente magliato	No

IMPIANTI

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

Impianto I1 - "Impianto 1"

Dati generali	
Denominazione	Impianto 1
Linea collegata all'impianto	Linea 1
Zone servite dall'impianto	Zona 1
Tensione di tenuta	6000
Cavi impianto schermati	No
Schermi o condotti metallici connessi alla barra equipotenziale	Sì
Tipo cablaggio	Nessuna precauzione nella scelta del percorso
Tipo SPD	Sistema SPD assente [PSPD =1.00]

**LAVORI DI AMPLIAMENTO SCUOLA MATERNA ED ELEMENTARE SALVANO
PROGETTO ESECUTIVO – RELAZIONE TECNICA PROTEZIONE CONTRO LA FULMINAZIONE**

Impianto I2 - "Impianto 2"

Dati generali	
Denominazione	Impianto 2
Linea collegata all'impianto	Linea 2
Zone servite dall'impianto	Zona 1
Tensione di tenuta	1000
Cavi impianto schermati	No
Schermi o condotti metallici connessi alla barra equipotenziale	Sì
Tipo cablaggio	Nessuna precauzione nella scelta del percorso
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 $R_T = 10^{-5}$)
 L2 - Perdita di servizio pubblico (Rischio tollerabile $R_T = 10^{-3}$)
 L4 - Perdita economica

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	2.51×10^{-3}			1.29	-			-
Eventi	N_D			N_M	$N_L + N_{D3}$			N_I
L1	-			-	1.50×10^{-2}			1.50
L2	-			-	1.50×10^{-2}			1.50









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	1.03×10^{-8}	0	0	0	0
- I1	-	-	1	2.78×10^{-10}	-	-	-	-
- I2	-	-	1	10^{-8}	-	-	-	-
- L1	-	-	-	-	0	0	0	0
- L2	-	-	-	-	0	0	0	0













Ammontare delle perdite di vite umane, L_x

Sorgente di danno	S1	S2	S3	S4
				

**LAVORI DI AMPLIAMENTO SCUOLA MATERNA ED ELEMENTARE SALVANO
PROGETTO ESECUTIVO – RELAZIONE TECNICA PROTEZIONE CONTRO LA FULMINAZIONE**

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	10 ⁻⁵	2.50 x 10 ⁻⁴	0	0	10 ⁻⁵	2.50 x 10 ⁻⁴	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	2.51 x 10 ⁻⁸	6.28 x 10 ⁻⁷			0	0		
Totale	2.51 x 10 ⁻⁸	6.28 x 10 ⁻⁷			0	0		

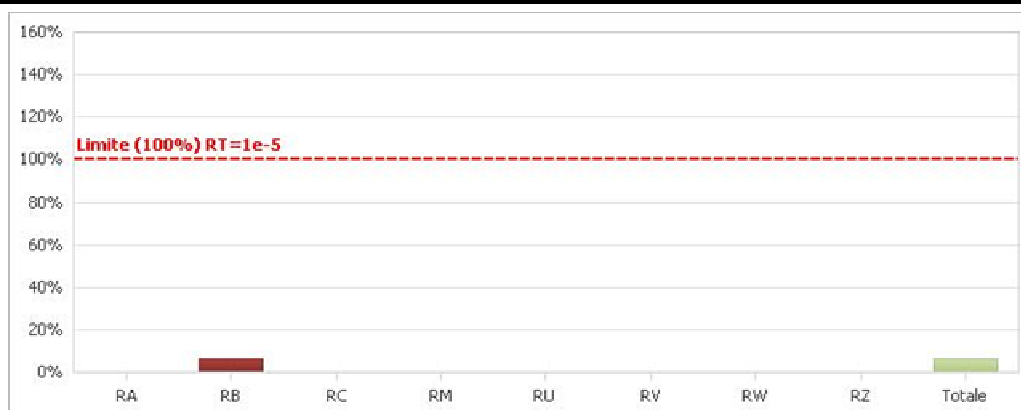
Rischio di perdita di vita umana, R_{1,Struttura}

(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})

6.53 x 10⁻⁷

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











Grafico delle componenti di rischio













**LAVORI DI AMPLIAMENTO SCUOLA MATERNA ED ELEMENTARE SALVANO
PROGETTO ESECUTIVO – RELAZIONE TECNICA PROTEZIONE CONTRO LA FULMINAZIONE**

Valutazione del rischio di perdita inaccettabile di servizio pubblico R₂











Numero annuo atteso di eventi pericolosi, N_x

Sorgente di danno	S1		S2	S3		S4
						
Tipo di danno	D2	D3	D3	D2	D3	D3
						
Eventi	N _D		N _M	N _L + N _{DJ}		N _I
Struttura	2.51 x 10 ⁻³		1.29	-		-
Eventi	N _D		N _M	N _L + N _{DJ}		N _I
L1	-		-	1.50 x 10 ⁻²		1.50
L2	-		-	1.50 x 10 ⁻²		1.50

Valori di probabilità di perdita di servizio pubblico, P_x

Sorgente di danno	S1		S2	S3		S4
						
Tipo di danno	D2	D3	D3	D2	D3	D3
						
Probabilità	P _B	P _C	P _M	P _V	P _W	P _Z
Z1	1	1	1.03 x 10 ⁻⁸	0	0	0
- I1	-	1	2.78 x 10 ⁻¹⁰	-	-	-
- I2	-	1	10 ⁻⁸	-	-	-
- L1	-	-	-	0	0	0
- L2	-	-	-	0	0	0

Ammontare delle perdite di servizio pubblico, L_x







Sorgente di danno	S1		S2	S3		S4
						
Tipo di danno	D2	D3	D3	D2	D3	D3
						
Perdite	L _B	L _C	L _M	L _V	L _W	L _Z
Z1	5 x 10 ⁻⁴	10 ⁻²	10 ⁻²	5 x 10 ⁻⁴	10 ⁻²	10 ⁻²

Componenti di rischio di perdita di servizio pubblico, R_x

Sorgente di danno	S1	S2	S3	S4
				

DATA	ELABORATO	TECNICO	PAG.
MARZO 2017	EE-4 – RELAZIONE PROTEZIONE CONTRO FULMINAZIONE	ING. FINUCCI VALERIO	20 di 25

**LAVORI DI AMPLIAMENTO SCUOLA MATERNA ED ELEMENTARE SALVANO
PROGETTO ESECUTIVO – RELAZIONE TECNICA PROTEZIONE CONTRO LA FULMINAZIONE**

Tipo di danno	D2	D3	D3	D2	D3	D3
						
Rischio	R_B	R_C	R_M	R_V	R_W	R_Z
Z1	1.26×10^{-6}	2.51×10^{-5}	1.32×10^{-10}	0	0	0
Totale	1.26×10^{-6}	2.51×10^{-5}	1.32×10^{-10}	0	0	0

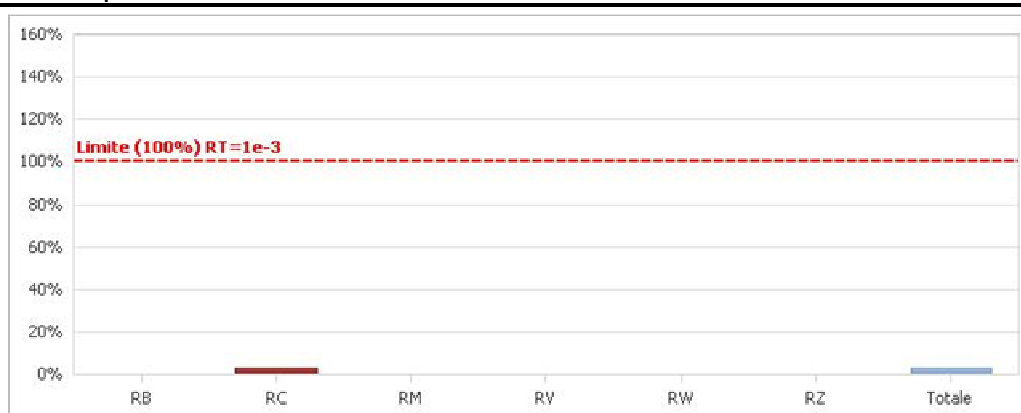
Rischio di perdita di servizio pubblico, $R_{2,Struttura}$

($R_{2,Struttura} = R_{B,Struttura} + R_{C,Struttura} + R_{M,Struttura} + R_{V,Struttura} + R_{W,Struttura} + R_{Z,Struttura}$)

2.64×10^{-5}

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













Grafico delle componenti di rischio















**LAVORI DI AMPLIAMENTO SCUOLA MATERNA ED ELEMENTARE SALVANO
PROGETTO ESECUTIVO – RELAZIONE TECNICA PROTEZIONE CONTRO LA FULMINAZIONE**

Valutazione del rischio di perdita economica R4













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	2.51×10^{-3}			1.29	-			-
Eventi	N_D			N_M	$N_L + N_{D3}$			N_I
L1	-			-	1.50×10^{-2}			1.50
L2	-			-	1.50×10^{-2}			1.50

Valori di probabilità di perdita economica, 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	1.03×10^{-8}	0	0	0	0
- I1	-	-	1	2.78×10^{-10}	-	-	-	-
- I2	-	-	1	10^{-8}	-	-	-	-
- L1	-	-	-	-	0	0	0	0
- L2	-	-	-	-	0	0	0	0

Ammontare delle perdite economica, 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	0	5×10^{-3}	2.76×10^{-2}	2.76×10^{-2}	0	5×10^{-3}	2.76×10^{-2}	2.76×10^{-2}

Componenti di rischio di perdita economica, R_x

Sorgente di danno	S1	S2	S3	S4
				

DATA	ELABORATO	TECNICO	PAG.
MARZO 2017	EE-4 – RELAZIONE PROTEZIONE CONTRO FULMINAZIONE	ING. FINUCCI VALERIO	22 di 25

**LAVORI DI AMPLIAMENTO SCUOLA MATERNA ED ELEMENTARE SALVANO
PROGETTO ESECUTIVO – RELAZIONE TECNICA PROTEZIONE CONTRO LA FULMINAZIONE**

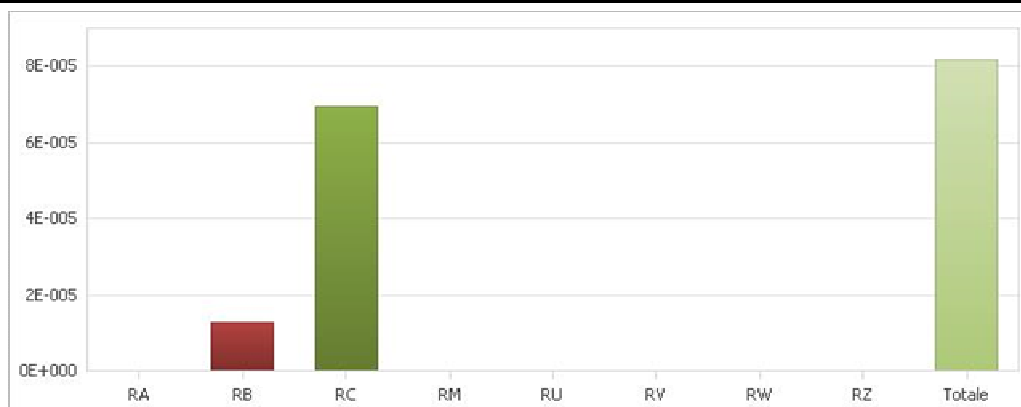
Tipo di danno	D1	D2	D3	D3	D1	D2	D3	D3
								
Rischio	R _A	R _B	R _C	R _M	R _U	R _V	R _W	R _Z
Z1		1.26 x 10 ⁻⁵	6.93 x 10 ⁻⁵	3.65 x 10 ⁻¹⁰		0	0	0
Totale		1.26 x 10 ⁻⁵	6.93 x 10 ⁻⁵	3.65 x 10 ⁻¹⁰		0	0	0

Rischio di perdita economica, R_{4,Struttura}

(R_{4,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})

8.19 x 10⁻⁵

Grafico delle componenti di rischio



DATA	ELABORATO	TECNICO	PAG.
MARZO 2017	EE-4 – RELAZIONE PROTEZIONE CONTRO FULMINAZIONE	ING. FINUCCI VALERIO	23 di 25

CONCLUSIONI

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

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

In forza della legge n° 186 del 01/03/1968 che individua nelle norme CEI la regola dell'arte, si può ritenere assolto ogni obbligo giuridico, anche specifico, che richieda la protezione contro le scariche atmosferiche.

Per il rischio di perdite economiche R4, la valutazione della convenienza dell'installazione di misure di protezione deve essere valutata caso per caso.

Nell'appendice E della norma CEI EN 62305-2 è riportata una apposita procedura di valutazione.

DATA	ELABORATO	TECNICO	PAG.
MARZO 2017	EE-4 – RELAZIONE PROTEZIONE CONTRO FULMINAZIONE	ING. FINUCCI VALERIO	24 di 25

INDICE

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
STRUTTURA	12
ZONE	13
Zona Z1 - "Zona 1"	13
LINEE	15
Linea L1 - "Linea 1"	15
Linea L2 - "Linea 2"	16
IMPIANTI	17
Impianto I1 - "Impianto 1"	17
Impianto I2 - "Impianto 2"	18
ESITO DELLA VALUTAZIONE	19
Perdite considerate e rischi tollerabili	19
Valutazione del rischio di perdita di vite umane R1	19
Numero annuo atteso di eventi pericolosi, NX	19
Valori di probabilità di perdita di vite umane, PX	19
Ammontare delle perdite di vite umane, LX	19
Componenti di rischio di perdita di vite umane, RX	20
Grafico delle componenti di rischio	20
Valutazione del rischio di perdita inaccettabile di servizio pubblico R2	21
Numero annuo atteso di eventi pericolosi, NX	21
Valori di probabilità di perdita di servizio pubblico, PX	21
Ammontare delle perdite di servizio pubblico, LX	21
Componenti di rischio di perdita di servizio pubblico, RX	21
Grafico delle componenti di rischio	22
Valutazione del rischio di perdita economica R4	23
Numero annuo atteso di eventi pericolosi, NX	23
Valori di probabilità di perdita economica, PX	23
Ammontare delle perdite economica, LX	23
Componenti di rischio di perdita economica, RX	23
Grafico delle componenti di rischio	24
CONCLUSIONI	25
INDICE	27