

Comune di Padova



Settore Lavori Pubblici

"RISTRUTTURAZIONE MPX"

VIA BONPORTI - PADOVA

CIG B5FC2A518F CUP H97B24000140007 Cod. Progetto LLPP EDP 2025/044

PROGETTISTA OPERE ARCHITETTONICHE DIRETTORE DEI LAVORI

Arch. Eleonora Strada

indirizzo: via Sorio n° 89 - 35141 Padova
email: studioarch.strada@gmail.com
www.architetturacustica.eu

Arch. Ivan Iobstraibizer

indirizzo: via San Pietro n° 77 A - 35139 Padova
email: ivan@iobstraibizer.eu

COORDINATORE PER LA SICUREZZA PROGETTISTA ANTINCENDIO PROGETTISTA IMPIANTI

Ing. Davide Sabbadin

indirizzo: via Tombolan Fava n° 47 - 35129 Padova
email: info@sdprogetti.it

FASE	AREA		TIPO ELABORATO	
GC gestione commessa	PI pianificazione	IA impianti antincendio	EE elenco elaborati	LL lista delle lavorazioni
IP indagini preliminari	UR urbanistica	SI sicurezza	EG elaborati grafici	GL giornale dei lavori
PF progetto di fattibilità	AR architettonico	CO contabilità	RE relazioni	RC registro di contabilità
PD progetto definitivo	ST strutture	VV sistemazioni a verde e viabilità	CM computi metrici e stime	SL stato di avanzamento lavori
PE progetto esecutivo	GE geologia e idrogeologia	IO intera opera	CC capitolati e contratti	PM piano manutenzione
AP appalto	IE impianti elettrici e speciali	RE rapporti con enti	EP elenco prezzi	VE verbali
DL direzione lavori	IM impianti termo-meccanici	SA servizi accessori	AP analisi prezzi	LC lettere e comunicazioni

TITOLO TAVOLA: Relazione tecnica specialistica - Scariche Atmosferiche

SIGLA: APPR_063 IE RE 02 R0	file n°	063
DATA: 24/11/2025	PFTE	ESECUTIVO
SCALA: -		
FILE: APPR_063 IE RE 01 R0 - Relazione tecnica specialistica - Scariche Atmosferiche	PROGETTO	

CAPO SETTORE LAVORI PUBBLICI

Dott. Danilo Guarti

Settore Lavori Pubblici Comune di Padova

RESPONSABILE UNICO DEL PROGETTO

arch. Domenico Lo Bosco

Settore Lavori Pubblici Comune di Padova

RELAZIONE TECNICA SCARICHE ATMOSFERICHE

PROTEZIONE CONTRO I FULMINI

VALUTAZIONE DEL RISCHIO E SCELTA DELLE MISURE DI PROTEZIONE

Dati tecnico valutazione: Ing. Davide Sabbadin
Via O. Tombolan Fava, 47 – 35129 Padova (PD)

Committente:

Committente: Provincia di Padova
Descrizione struttura: Cinema, Teatro, Auditorium, Sala Convegni - Multisala Pio X
Indirizzo: Via Bonporti 22
Comune: Padova
Provincia: PD

Sommario

1. PREMESSA – CONTENUTO DEL DOCUMENTO.....	4
2. QUADRO NORMATIVO DI RIFERIMENTO.....	4
3. DESCRIZIONE SINTETICA DEL FABBRICATO	5
4. LA VALUTAZIONE DEL RISCHIO DI FULMINAZIONE: DESCRIZIONE DEL METODO DI LAVORO	7
4.1 Introduzione	7
4.2 La protezione dai fulmini.....	7
4.3 Il fulmine.....	7
4.4 Danni dovuti al fulmine	7
4.5 Obblighi del datore di lavoro.....	8
4.6 Valutazione del rischio di fulminazione.....	8
4.7 Informazioni necessarie per la procedura di valutazione del rischio	8
4.8 Classificazione degli eventi legati al fenomeno della fulminazione e possibili effetti dei fulmini	9
4.9 Tipi di perdita.....	11
4.10 Rischi da considerare.....	11
4.11 Rischio tollerabile	12
4.12 Considerazioni sul rischio di perdita di valore economico	12
4.13 Calcolo delle componenti del rischio.....	13
4.14 Fattori che influenzano le componenti di rischio	15
4.15 Suddivisione in zone	15
4.16 Struttura con zona singola.....	16
4.17 Struttura con multi-zona	16
4.18 Area di raccolta.....	16
4.19 Struttura facente parte di un edificio.....	16
4.20 Numero di eventi pericolosi N_D causati da fulminazione diretta della struttura	17
4.21 Calcolo del numero medio annuo N_M di eventi pericolosi dovuti a fulmini in prossimità della struttura.....	19
4.22 Calcolo del numero medio annuo N_L di eventi pericolosi dovuti a fulmini su una linea.....	19
4.23 Calcolo del numero medio annuo N_I di eventi pericolosi dovuti a fulmini in prossimità di una linea 20	
4.24 Numero di eventi pericolosi N_{DJ} causati da fulminazione diretta di una struttura adiacente	21
4.25 Valutazione della probabilità P_X di danno	21
4.26 Probabilità P_A che un fulmine sulla struttura causi danno ad esseri viventi per elettrocuzione	21
4.27 Probabilità P_B che un fulmine su una struttura causi danno materiale	22
4.28 Probabilità P_C che un fulmine su una struttura causi guasti negli impianti interni.....	23
4.29 Probabilità P_M che un fulmine in prossimità di una struttura causi guasti negli impianti interni ...	25
4.30 Probabilità P_U che un fulmine su una linea causi danno agli esseri viventi per elettrocuzione	26
4.31 Probabilità P_V che un fulmine su una linea causi danno materiale	28
4.32 Probabilità P_W che un fulmine su una linea causi guasti negli impianti interni.....	28
4.33 Probabilità P_Z che un fulmine in prossimità di una linea entrante causi guasti negli impianti interni 29	
4.34 Valutazione dell'ammontare della perdita L_X	29
4.35 Perdita di vite umane (L1)	30
4.36 Perdita inaccettabile di servizio pubblico (L2).....	33
4.37 Perdita di patrimonio culturale insostituibile (L3).....	34
4.38 Perdita economica (L4).....	35
5. INDIVIDUAZIONE DELLA STRUTTURA DA PROTEGGERE.....	38
6. DATI INIZIALI	38
7. DATI RELATIVI ALLA STRUTTURA	38

7.1	Caratteristiche della struttura	38
7.2	Aree di raccolta della struttura.....	39
8.	DATI RELATIVI ALLE LINEE ESTERNE	39
8.1	Caratteristiche delle linee.....	39
8.2	Aree di raccolta delle linee.....	40
9.	DATI RELATIVI ALLE ZONE.....	41
9.1	Caratteristiche delle zone.....	41
10.	VALUTAZIONE DEI RISCHI	42
10.1	Rischio RL1 – Perdita di vite umane	42
10.2	Rischio RL2 – Perdite per danni fisici.....	43
10.3	Rischio RL1 + RL2 – Perdite di vite umane e danni fisici.....	43
11.	VALUTAZIONE DELLA FREQUENZA DI DANNO	43
12.	SCELTA DELLE MISURE DI PROTEZIONE.....	44
13.	CONCLUSIONI	44
14.	ALLEGATI.....	45

1. PREMESSA – CONTENUTO DEL DOCUMENTO

Oggetto della presente relazione è la valutazione del rischio fulminazione per garantire la protezione dalle scariche atmosferiche del "Cinema, Teatro, Auditorium, Sala Convegni - Multisala Pio X" sito a Padova in Via Bonporti, 22.

Ai sensi dell'art. 85 del D.Lgs. 81/08, con l'abrogazione nel 2014 della CEI 81-3:1999 Valori medi del numero dei fulmini a terra per anno e per chilometro quadrato dei Comuni d'Italia, si sono obbligati i Datori di Lavoro ad una revisione delle valutazioni del rischio di fulminazione fatte, ed adeguarle alla CEI EN 62305-2, CEI EN IEC 62858 (CEI 81-31) e CEI 81-29.

Il documento rappresenta il risultato dell'attività di valutazione dei rischi eseguita secondo le norme tecniche di riferimento del CEI indicate nel relativo capitolo.

Questo documento contiene:

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

2. QUADRO NORMATIVO DI RIFERIMENTO

Questo documento è stato elaborato con riferimento alle seguenti norme:

- **CEI EN 62305-1**
"Protezione contro i fulmini. Parte 1: Principi generali" 2025;
- **CEI EN 62305-2**
"Protezione contro i fulmini. Parte 2: Valutazione del rischio" 2025;
- **CEI EN 62305-3**
"Protezione contro i fulmini. Parte 3: Danno materiale alle strutture e pericolo per le persone" 2025;
- **CEI EN 62305-4**
"Protezione contro i fulmini. Parte 4: Impianti elettrici ed elettronici nelle strutture" 2025;
- **CEI 81-29**
"Linee guida per l'applicazione delle norme CEI EN 62305" Maggio 2020;
- **CEI EN IEC 62858**
"Densità di fulminazione. Reti di localizzazione fulmini (LLS) - Principi generali" Maggio 2020.

3. DESCRIZIONE SINTETICA DEL FABBRICATO

L'edificio ex Multisala MPX, recentemente acquisito dal Comune di Padova, è oggetto di un intervento di riqualificazione funzionale volto a preservarne la vocazione originaria come spazio multifunzionale per attività cinematografiche, teatrali, congressuali e di auditorium.

L'immobile è riconosciuto di interesse culturale ai sensi dell'art. 12 del D.Lgs. 42/2004 e sottoposto a vincoli di tutela, in particolare per il prospetto principale su Via Bonporti, espressione dell'architettura razionalista della metà del XX secolo. Pertanto, ogni intervento impiantistico dovrà rispettare le prescrizioni di tutela e minimizzare l'impatto visivo e strutturale sull'edificio.

Il fabbricato si sviluppa tra Via del Vescovado e Via Bonporti, con accesso carraio riservato alla Casa Pio X. Non sono previsti spazi di parcheggio per attività di pubblico spettacolo. L'edificio si articola su più livelli:

- **Piano Interrato:** ospita locali di servizio per gli artisti, con accesso diretto al palco della Sala Petrarca.
- **Piano Terra:** ingresso principale, hall, ascensore, platea della Sala Petrarca e aree di deflusso pubblico.
- **Piano Primo:** ex Sala Donatello, convertita in spogliatoi per musicisti e ospiti.
- **Piano Secondo:** sede della Sala Giotto.

La Sala Petrarca, già autorizzata per uso auditorium e teatro, presenta una copertura in travi reticolari di calcestruzzo e una struttura scenica sopraelevata.

Consegna dell'energia - trasformazione

Per l'alimentazione elettrica dei carichi previsti e necessari, è previsto un allacciamento alla rete pubblica in bassa tensione, con sistema di distribuzione TT.

Distribuzione principale e secondaria

La distribuzione dell'energia è di tipo radiale puro con linee in cavo derivate dal quadro generale di bassa tensione sino ai sottoquadri di zona e/o piano.

La rete delle linee di distribuzione è composta da conduttori in rame ricotto con rivestimento termoplastico.

Le condutture sono composte da canalizzazioni metalliche per i percorsi principali di adduzione dell'energia e da tubazioni in pvc rigido. I percorsi sotto intonaco sono del tipo corrugato, di tipo rigido per i percorsi a vista.

Ogni linea è dotata di proprio conduttore di protezione e di neutro distinti.

VISTA AEREA



4. LA VALUTAZIONE DEL RISCHIO DI FULMINAZIONE: DESCRIZIONE DEL METODO DI LAVORO

4.1 Introduzione

Una verifica è articolata in un esame della documentazione ed in un esame sul campo.

Durante l'esame della documentazione il verificatore analizzerà il documento di valutazione del rischio di fulminazione per valutarne la consistenza rispetto ad assunzioni che possono essere:

- eventualmente non veritiere/errate,
- eventualmente obsolete per sopraggiunte modifiche della struttura e/o dei suoi contenuti e degli impianti e/o del loro uso.

Per tale motivo nel presente capitolo sono riportati alcuni richiami sui concetti principali riguardanti la valutazione del rischio di fulminazione.

4.2 La protezione dai fulmini

La *protezione dai fulmini (LP - lightning protection)* è realizzata attraverso:

- un *sistema di protezione dai fulmini (LPS - lightning protection system)* e/o
- opportune *misure di protezione contro le scariche elettriche (SPM - surge protection measures)*.

Il sistema LPS è a sua volta articolato in:

- un eventuale *LPS esterno* (di solito suddiviso in captatori, calate e dispersori) possono essere parafulmini, gabbia di Faraday, ecc.,
- un eventuale *LPS interno*.

Oltre agli LPS sono presenti SPD (Limitatori di sovratensione) e accorgimenti di altra natura (mezzi di rivelazione/estinzione automatica in caso di incendi, asfaltatura del suolo, ecc.).

La verifica deve tener conto di tutti gli elementi che compongono la protezione dai fulmini (LP).

4.3 Il fulmine

Il "fulmine a terra" è una "scarica elettrica" tra nube e suolo.

La "scarica" non avviene in modo istantaneo ma progressivo.

In particolare, si parla di "canale di fulmine". Il canale di fulmine avanza a tratti di 20÷50m, con pause di 20÷50µs.

Si hanno:

- un canale discendente;
- un canale ascendente o "controscarica".

Il punto da cui è partita la controscarica è quello fulminato.

La controscarica inizia di preferenza da strutture alte e snelle.

Quando la controscarica incontra il canale discendente si ha la corrente di fulmine (primo colpo).

Dopo il primo colpo si possono avere colpi successivi.

I colpi successivi possono essere fino a 20÷30 con intervalli di 20÷50µs.

4.4 Danni dovuti al fulmine

Un fulmine che colpisce una struttura può causare danni:

- alla struttura stessa,

- ai suoi occupanti
- al suo contenuto, compresi i guasti agli impianti interni.

I danni possono estendersi anche alle vicinanze della struttura e possono talvolta interessare l'ambiente.

In questo caso, le dimensioni della zona interessata dai danni dipendono dalle caratteristiche della struttura e dalle caratteristiche del fulmine.

4.5 Obblighi del datore di lavoro

L'art. 80 del Testo Unico (d.lgs. 81/2008 e s.m.i.) prevede che il datore di lavoro *prenda le misure necessarie affinché i lavoratori siano salvaguardati dai rischi di fulminazione, a tal fine esegue una valutazione dei rischi e, sulla base di tale valutazione, adotta le misure tecniche ed organizzative necessarie.*

L'art. 84 del Testo Unico (d.lgs. 81/2008 e s.m.i.) prevede che il datore di lavoro provveda *affinché gli edifici, gli impianti, le strutture, le attrezzature, siano protetti dagli effetti dei fulmini, secondo le indicazioni delle norme tecniche.*

4.6 Valutazione del rischio di fulminazione

La valutazione del rischio è l'elemento più importante delle procedure di progettazione dei sistemi di protezione dai fulmini.

I passi da seguire sono, nell'ordine:

- la valutazione del rischio;
- il confronto con il rischio tollerabile;
- la scelta e l'adozione, se necessario, di un'opportuna protezione dai fulmini (LP), per la riduzione del rischio.

Tra i fattori che possono influenzare il rischio vi sono:

- il numero di colpi di fulmine che interessano una struttura o le sue vicinanze;
- la probabilità che ciascun colpo di fulmine sia in grado di causare danni, in relazione all'adozione o meno di un'opportuna protezione dai fulmini (LP);
- l'entità della perdita dovuta al danno da fulminazione.

4.7 Informazioni necessarie per la procedura di valutazione del rischio

Per la valutazione del rischio è necessario disporre dei seguenti dati:

- le caratteristiche ambientali e la densità dei fulmini nella zona dove la struttura e le linee entranti sono collocate;
- le caratteristiche della struttura, degli impianti, delle linee entranti e delle apparecchiature (e le rispettive tensioni di tenuta all'impulso);
- l'ammontare economico e sociale delle perdite, l'impatto ambientale dei danni, il costo delle riparazioni.

Se durante la procedura di valutazione è necessario valutare anche il contributo della protezione dai fulmini (LP), allora è necessario disporre dei seguenti ulteriori dati:

- misure di protezione eventualmente scelte per limitare i danni agli esseri viventi, contro gli effetti fisici (meccanici e termici), contro l'innesco e la propagazione degli incendi, contro l'innesco e le conseguenze delle esplosioni e per limitare le conseguenze dei guasti dovuti alle sovratensioni (precauzioni sulla posa dei circuiti, schermi, SPD (*surge protective devices*), interfacce di isolamento, ecc.).

Tabella 1: Caratteristiche di una struttura rilevanti ai fini degli effetti del fulmine



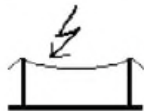

<ul style="list-style-type: none"> ▪ Tipo di costruzione (ad es.: legno, mattoni, calcestruzzo, calcestruzzo armato, travi in acciaio); ▪ funzione della struttura (ad es.: abitazioni, uffici, fattorie, teatri, alberghi, scuole, ospedali, musei, chiese, prigioni, negozi, banche, fabbriche, impianti industriali, aree sportive); ▪ occupanti e contenuto (ad es.: persone, animali, presenza di materiali combustibili o non combustibili, presenza di materiali esplosivi o non esplosivi, presenza di impianti elettrici e/o elettronici caratterizzati da tensioni di tenuta più o meno elevate); ▪ linee entranti (linee di energia e di telecomunicazione); ▪ esistenza di una protezione dai fulmini (misure per ridurre il pericolo per le persone, misure per ridurre i danni materiali e misure per ridurre i guasti degli impianti interni e delle apparecchiature); ▪ struttura pericolosa per l'ambiente (struttura che, in conseguenza di una fulminazione, può dar luogo ad emissioni biologiche, chimiche o radioattive).

4.8 Classificazione degli eventi legati al fenomeno della fulminazione e possibili effetti dei fulmini

I fulmini che influenzano la struttura possono essere divisi in due gruppi:

- quello dei colpi diretti alla struttura o alle linee entranti (linee di energia e linee di comunicazione);
- quello dei colpi a terra nell'area vicino la struttura o alle linee entranti.

Tabella 2: Cause di danno, tipi di danno e tipi di perdita secondo la norma CEI 81-10/2 (EN62305-2)

Tipo di colpo	Esempio	Cause di danno	Tipi di danno	Tipi di perdita	Componente del rischio
Fulmine sulla struttura		S1	D1 D2 D3	L1, L4 ⁽¹⁾ L1, L2, L3, L4 L1 ⁽¹⁾ , L2, L4	R _e R _e R _e
Fulmine in prossimità della struttura		S2	D3	L1 ⁽¹⁾ , L2, L4	R _e
Fulmine sulle linee entranti		S3	D1 D2 D3	L1, L4 ⁽¹⁾ L1, L2, L3, L4 L1 ⁽¹⁾ , L2, L4	R _e R _e R _e
Fulmine in prossimità delle linee entranti		S4	D3	L1 ⁽¹⁾ , L2, L4	R _e

(1) Strutture con rischio di esplosione o in cui guasti agli impianti interni sono pericolosi per la vita umana (ad es.: alcuni reparti ospedalieri).

(2) Proprietà agricole (in cui può essere perdita di animali per tensioni di contatto e passo).

I danni causati da colpi di fulmine possono essere distinti per la causa che ha originato il danno, per il tipo di danno e per la perdita che ne è scaturita.

Secondo la norma CEI 81-10/2 (EN 62305-2) è ragionevole distinguere:

Cause di danno:

- S1: fulmine sulla struttura;
- S2: fulmine in prossimità della struttura;
- S3: fulmine sulle linee entranti;
- S4: fulmine in prossimità delle linee entranti.

Tipi di danno:

- D1: danno ad esseri viventi per elettrocuzione;
- D2: fuoco, esplosioni, effetti chimici, distruzioni meccaniche e altri danni materiali;
- D3: fallimento/malfunzionamento di sistemi elettronici a causa di sovratensioni.

Tipi di perdita:

- L1: perdita di vite umane (cui corrisponde un rischio denominato R₁);
- L2: perdita di servizi pubblici (cui corrisponde un rischio denominato R₂);
- L3: perdita di patrimonio culturale (cui corrisponde un rischio denominato R₃);
- L4: perdita di valore economico, per strutture, materiale, attività, (cui corrisponde un rischio denominato R₄).

I possibili effetti dei fulmini variano a seconda della causa di danno.

Il fulmine su una struttura può causare:

- danni ad esseri viventi per elettrocuzione dovuta alle tensioni di passo e di contatto causate da accoppiamenti resistivi e induttivi (componente di rischio RA);
- danni meccanici immediati, incendio e/o esplosione dovuta al plasma incandescente del canale stesso, o al riscaldamento dei conduttori connesso con il fluire della corrente (sovratemperatura inaccettabili), o alla carica trasportata (fusione del metallo), incendio e/o esplosione provocati da scariche dovute a sovratensioni risultanti da accoppiamenti resistivi e induttivi e dal fluire di parte della corrente di fulmine (componente di rischio RB);
- guasti o malfunzionamenti degli impianti interni dovuti al LEMP (impulso elettromagnetico del fulmine) (componente di rischio RC).

				"L1"	"L2"	"L3"	"L4"	
		"D1"					€ ^(*)	"RA"
"S1"		"D2"					€	"RB"
		"D3"		 ^(**)			€	"RC"

(*) Perdita di animali

(**) Ospedali, strutture con rischio di esplosione, ecc

Il fulmine in prossimità di una struttura può causare:

- Guasti o malfunzionamento degli impianti interni dovuti al LEMP (impulso elettromagnetico del fulmine). (Componente di rischio R_M).

				"L1"	"L2"	"L3"	"L4"	
"S2"		"D3"		 ^(**)			€	"RM"

(**) Ospedali, strutture con rischio di esplosione, ecc

Il fulmine su una linea entrante nella struttura può causare:

- Danni ad esseri viventi per elettrocuzione dovuta alle tensioni di contatto all'interno della struttura causate dalle correnti di fulmine trasmesse tramite la linea entrante (componente di rischio R_u);
- incendio e/o esplosione iniziati da scariche dovute a sovratensioni e alle correnti di fulmine trasmesse tramite la linea entrante (componente di rischio R_v);
- guasti o malfunzionamenti degli impianti interni dovuti alle sovratensioni che si localizzano sulle linee entranti e che sono trasmesse alla struttura (componente di rischio R_w).

				"L1"	"L2"	"L3"	"L4"	
		"D1"					€ ^(*)	"RU"
"S3"		"D2"					€	"RV"
		"D3"					€	"RW"

(*1) Perdita di animali

(*2) Ospedali, strutture con rischio di esplosione, ecc

Il fulmine in prossimità di una linea entrante nella struttura può causare:

- Guasti o malfunzionamenti degli impianti interni causati da sovratensioni indotte sulla linea e trasmesse alla struttura. (componente di rischio R_z).

"S4"		"D3"					€	"RZ"
				"R1"	"R2"	"R3"	"R4"	"RC"

(*2) Ospedali, strutture con rischio di esplosione, ecc

4.9 Tipi di perdita

Ciascun tipo di danno relativo alla struttura da proteggere, solo o in combinazione con altri, può produrre perdite differenti.

Il tipo di perdita che può verificarsi dipende dalle caratteristiche della struttura stessa. La norma CEI 81-10/2 (EN 62305-2) considera i seguenti tipi di perdita che possono verificarsi a causa di danneggiamenti alla struttura:

- L1: perdita di vite umane (compresi i danni permanenti);
- L2: perdita di servizio pubblico;
- L3: perdita di patrimonio culturale insostituibile;
- L4: perdita economica (della struttura e/o del suo contenuto e/o dell'attività).

Ai fini della norma, sono considerati pubblici servizi solo le forniture di gas, acqua, TV, TLC e di energia elettrica.

Le perdite di tipo L1, L2 ed L3 sono considerate perdite di valori sociali, mentre la perdita di tipo L4 è esclusivamente una perdita economica.

4.10 Rischi da considerare

Secondo la procedura indicata nella norma CEI 81-10/2 (EN 62305-2), i rischi che possono essere considerati durante la valutazione del rischio sono i seguenti rischi:

- R_1 : rischio di perdita di vite umane o di subire danni permanenti;
- R_2 : rischio di perdita di servizio pubblico;
- R_3 : rischio di perdita di patrimonio culturale insostituibile;
- R_4 : rischio di perdita di valore economico.

4.11 Rischio tollerabile

La protezione dai fulmini (LP) è necessaria se il rischio R è superiore al livello di rischio tollerabile R_T .

$$R > R_T$$

In questo caso deve essere adottata un'opportuna protezione dai fulmini (LP) al fine di ridurre il rischio R (R_1, R_2, R_3) al di sotto del valore di rischio tollerabile R_T .

$$R \leq R_T$$

Tabella 3 – Valori di rischio tollerabile secondo la norma CEI 81-10/2 (EN 62305-2)

Tipo di perdita	Significato	Rischio tollerabile R_T [anni ⁻¹]
L1: Perdita di vite umane	Numero di morti all'anno, riferiti al numero totale di persone esposte al rischio	10^{-4}
L2: Perdita di servizio pubblico	Numero di utenti non serviti per durata annua del disservizio, riferiti al numero totale di utenti serviti all'anno	10^{-3}
L3: Perdita di patrimonio culturale	Valore annuo dei beni perduti, riferiti al valore totale dei beni esposti al rischio	10^{-4}

Se possono verificarsi uno o più tipi di perdita, la condizione $R \leq R_T$ deve essere soddisfatta per ciascun tipo di perdita (L1, L2 e L3).

I valori di rischio tollerabile R_T riguardanti le perdite di valore sociale sono responsabilità dei competenti comitati tecnici nazionali.

4.12 Considerazioni sul rischio di perdita di valore economico

Per quanto riguarda il rischio di perdita di valore economico, il committente è libero di scegliere se accettarlo, se cautelarsi con un'assicurazione o se mettere in atto un'opportuna protezione dai fulmini (LP).

Può essere di ausilio al committente, per effettuare la sua scelta, valutare la convenienza economica della protezione, confrontando il costo totale della perdita con e senza le misure di protezione.

Siano allora:

- C_L il costo annuo della perdita totale in assenza delle misure di protezione;
- C_{RL} il costo annuo della perdita residua in presenza delle misure di protezione scelte;
- C_{PM} il costo annuo delle misure di protezione scelte.

Se $C_L < C_{RL} + C_{PM}$, la protezione contro il fulmine può essere ritenuta non conveniente.

Se $C_L \geq C_{RL} + C_{PM}$, la protezione contro il fulmine può consentire risparmi nell'arco di vita della struttura.

4.13 Calcolo delle componenti del rischio

Il rischio può essere considerato come una somma di componenti rilevanti.

Il valore di ogni componente può essere calcolato utilizzando un'espressione simile:

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

Ciascuna delle componenti del rischio, R_x (con $X = A, B, C, M, U, V, W, Z$), dipende:

- dal numero annuo di fulmini pericolosi che possono influenzare la struttura o le linee entranti (N_x);
- dalla probabilità di danno dovuta al fulmine (P_x);
- dall'entità del danno ad esso relativo (L_x).

Il numero N_x di eventi pericolosi dipende dalla densità di fulmini al suolo (N_G) e dalle caratteristiche geometriche, ambientali e di installazione della struttura e delle linee.

La probabilità di danno P_x dipende dalle caratteristiche della struttura da proteggere, dalle caratteristiche delle linee connesse e dalle misure di protezione adottate.

La perdita conseguente L_x dipende dall'uso a cui la struttura è destinata, dalla presenza di persone, dal tipo di servizio pubblico, dal valore dei beni danneggiati e dalle misure di protezione adottate per limitare l'ammontare della perdita.

Quando il danno dovuto al fulmine in una struttura coinvolge le strutture circostanti o l'ambiente (es. emissioni chimiche o radioattive), le perdite conseguenti dovrebbero essere sommate al valore di L_x della struttura.

Componenti di rischio dovute alla fulminazione diretta della struttura

R_A : componente relativa ai danni ad esseri viventi per elettrocuzione dovuta a tensioni di contatto e di passo all'interno della struttura e all'esterno in zone fino a 3 m attorno alle calate. Possono verificarsi perdite di tipo L1 e, in strutture ad uso agricolo, anche di tipo L4 con possibile perdita di animali.

R_B : componente relativa ai danni materiali causati da scariche pericolose all'interno della struttura che innescano l'incendio e l'esplosione e che possono anche essere pericolose per l'ambiente. Possono verificarsi tutti i tipi di perdita (L1, L2, L3 ed L4).

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

Componente di rischio dovuta a fulminazione in prossimità della struttura

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

Componente di rischio dovuta a fulminazione diretta di una linea entrante

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

R_V : componente relativa ai danni materiali (incendio o esplosione innescati da scariche pericolose fra installazioni esterne e parti metalliche, generalmente nel punto d'ingresso della linea nella struttura) dovuti

alla corrente di fulmine trasmessa attraverso la linea entrante. Possono verificarsi tutti i tipi di perdita (L1, L2, L3 ed L4).

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

Componente di rischio dovuta a fulminazione in prossimità di una linea entrante

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

Le linee da considerare nella valutazione di R_u , R_v , R_w e R_z sono solo le linee entranti. Le fulminazioni su o in prossimità di tubazioni non producono danno alla struttura a condizione che esse siano connesse alla barra equipotenziale della struttura. Se detta barra equipotenziale non è presente deve essere considerato.

Tabella 4 – Calcolo delle componenti di rischio secondo la norma CEI 81-10/2 (EN 62305-2)

Sorgente di danno → ↓ Tipo di danno	S1 Fulmine sulla struttura	S2 Fulmine in prossimità della struttura	S3 Fulmine su una linea entrante	S4 Fulmine in prossimità di linea entrante
D1 Shock elettrico di esseri viventi	$R_k = N_b \cdot P_A \cdot L_A$		$R_u = (N_L + N_{bu}) \cdot P_u \cdot L_u$	
D2 Incendi, esplosioni, effetti chimici e meccanici	$R_b = N_b \cdot P_b \cdot L_b$		$R_v = (N_L + N_{bv}) \cdot P_v \cdot L_v$	
D3 Guasti di sistemi elettrici ed elettronici	$R_c = N_b \cdot P_c \cdot L_c$	$R_w = N_w \cdot P_w \cdot L_w$	$R_z = (N_L + N_{bz}) \cdot P_z \cdot L_z$	$R_x = N_x \cdot P_x \cdot L_x$
	$L_A = L_u$	$L_b = L_v$	$L_c = L_w = L_x = L_z$	

4.14 Fattori che influenzano le componenti di rischio

Se durante la fase di valutazione del rischio risulta che una componente di rischio ha un valore più elevato delle altre componenti, allora, al fine di ottenere una valutazione di rischio che rispetti il valore del rischio tollerabile, può essere utile adottare misure di protezione che consentano di ridurre la componente in questione.

Tabella 5 – Fattori che influenzano le componenti di rischio in una struttura

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

(a) Solo per LPS esterni a maglia.

(b) Dovuto alla presenza di connessioni equipotenziali.

(c) Solo se appartenenti all'apparato.

In tal caso, la tabella di cui sopra può essere utilizzata per scegliere le misure di protezione più opportune o per comprendere quali caratteristiche della struttura in esame influenzano la componente di rischio di interesse.

4.15 Suddivisione in zone

Per valutare ciascuna componente di rischio, una struttura può essere suddivisa in zone Z_s aventi caratteristiche omogenee.

Le zone Z_s sono definite principalmente da:

- tipo di suolo o di pavimentazione (componenti di rischio R_A e R_U);
- compartimentazione antincendio (componenti di rischio R_B e R_V);
- schermi locali (componenti di rischio R_C e R_M).

Ulteriori zone possono essere definite in funzione di:

- disposizione degli impianti interni (componenti di rischio R_C e R_M);
- misure di protezione esistenti o previste (tutte le componenti di rischio);
- valori delle perdite L_x (tutte le componenti di rischio);

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

4.16 Struttura con zona singola

In una zona singola il rischio è la somma di tutte le componenti di rischio nella zona stessa.

Definire una struttura come una zona singola può portare a misure di protezione costose in quanto ciascuna misura deve essere estesa all'intera struttura.

4.17 Struttura con multi-zona

Quando la struttura è suddivisa in più zone Z_s , il rischio per la struttura è la somma dei rischi relativi a tutte le zone della struttura; in ciascuna zona il rischio è la somma di tutte le componenti di rischio nella zona stessa.

La suddivisione della struttura in zone consente al progettista di prendere in considerazione le peculiari caratteristiche di ciascuna zona nella valutazione delle componenti di rischio e di scegliere le misure di protezione più adatte per ciascuna zona, consentendo una più precisa stima del rischio e riducendo il costo complessivo delle eventuali misure di protezione contro il fulmine.

4.18 Area di raccolta

Per il calcolo del numero medio di fulmini annui per chilometro quadrato, che soddisfano determinate caratteristiche utili per la valutazione delle componenti di rischio, si può far riferimento alla Figura del punto 4.20 ed all'allegato A della CEI 81-10/2 (EN 62305-2). In particolare, sono introdotte le aree di raccolta dei fulmini sulla struttura, A_D , dei fulmini in prossimità della struttura, A_M , dei fulmini sulla linea, A_L , dei fulmini in prossimità della linea, A_I , e dei fulmini sulla struttura adiacente, A_{D1} .

4.19 Struttura facente parte di un edificio

Con riferimento alla Figura sottostante, se la struttura S da considerare è solo una parte di un edificio B , le dimensioni della struttura S possono essere utilizzate anche per il calcolo di A_D quando sono soddisfatte le seguenti condizioni:

- la struttura S è una parte separata verticalmente dell'edificio B ;
- l'edificio B non presenta rischio di esplosione;
- la propagazione dell'incendio tra la struttura S e le altre parti dell'edificio B è impedita mediante pareti caratterizzate da una resistenza al fuoco di 120 minuti (REI 120) o mediante altre misure di protezione equivalenti;
- la propagazione delle sovratensioni lungo le linee comuni, se presenti, è impedita per mezzo di SPD installati nel punto d'ingresso di detta linea nella struttura o mediante altre misure di protezione equivalenti.

Se tali condizioni non sono soddisfatte devono essere utilizzate le dimensioni dell'intero edificio B .

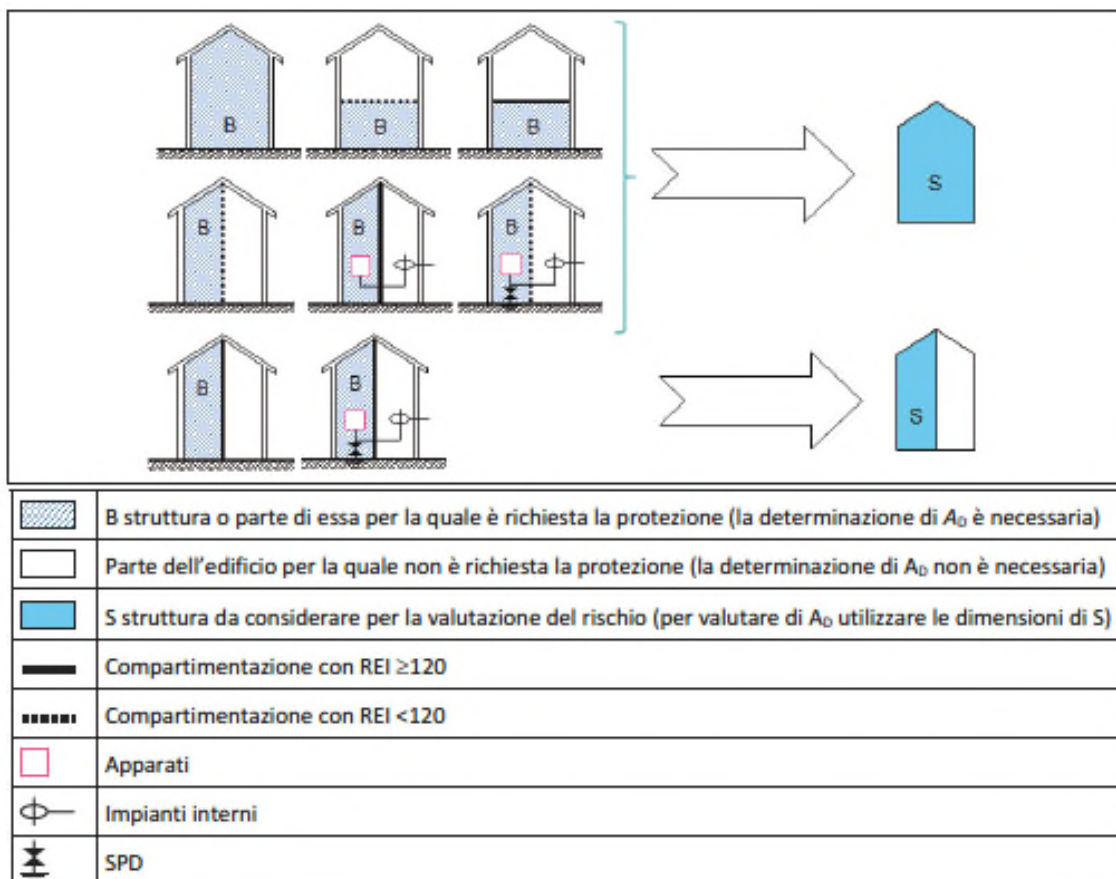


Figura 1: Esempi di suddivisione di una struttura in zona singola o in multi-zona, sulla base della compartimentazione interna, della disposizione degli impianti e dell'adozione di misura di protezione.

4.20 Numero di eventi pericolosi N_D causati da fulminazione diretta della struttura

N_D può essere calcolato come il prodotto:

$$N_D = N_G \times A_D \times C_D \times 10^{-6}$$

dove

N_G è la densità di fulmini al suolo [fulmini/($\text{km}^2 \times \text{anno}$)];

A_D è l'area di raccolta della struttura isolata [m^2] (Fig. 3);

C_D è il coefficiente di posizione della struttura (Tab. 10).

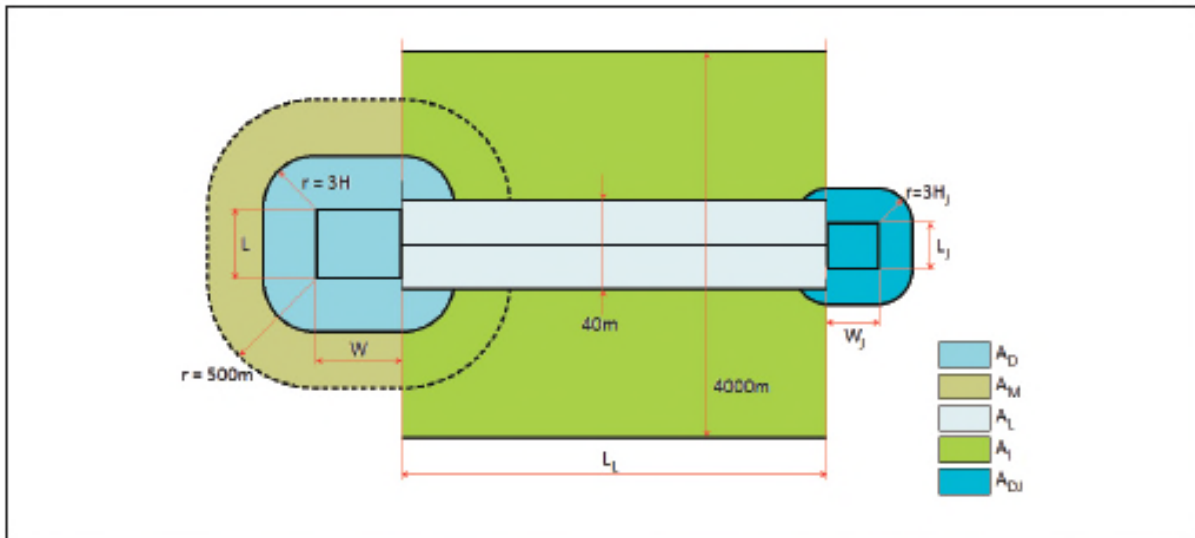


Figura 2: Area di raccolta fulmini per una struttura di dimensioni $L \times W$ e altezza H , interessata da una linea aerea entrante di lunghezza L_L , la linea connette la struttura ad una struttura adiacente di dimensioni $L_J \times W_J$ e altezza H_J

L'area di raccolta A_D si estende fino ad una distanza di $3H$ dal perimetro della struttura (Fig. 2, dove H è l'altezza della struttura a forma di parallelepipedo ed L e W sono le sue dimensioni in pianta, tutte in metri).

$$A_D = L \times W + 6 \times H \times (L + W) + 9 \times \pi \times H^2$$

Il coefficiente di posizione C_D di cui alla Tabella 10 serve per tener conto, nelle formule che seguono, dell'ubicazione relativa di una struttura (tale ubicazione dipende dagli oggetti circostanti e dalla topografia della zona).

Se intorno alla struttura vi sono alberi, è dalla parte della sicurezza non considerarli come oggetti circostanti ai fini della scelta di C_D , ciò perché gli alberi sono soggetti a cambiamenti (taglio, potatura, ecc.) e, in seguito all'occorrenza di tali cambiamenti, potrebbe essere necessario dover modificare la valutazione dei rischi e possibilmente anche la scelta della protezione dai fulmini (LP).

Per quanto riguarda altri oggetti circostanti la struttura è comunque possibile scegliere di valutare l'influenza dovuta a tali oggetti considerando l'altezza relativa della struttura rispetto ad essi o al suolo, entro una distanza dalla struttura stessa pari a $3H$ ed assumendo $C_D = 1$.

Tabella 6: Coefficiente di posizione C_D

Ubicazione relativa	C_D
Oggetto circondato da oggetti di altezza più elevata	0,25
Oggetto circondato da oggetti di altezza uguale o inferiore	0,5
Oggetto isolato: nessun altro oggetto nelle vicinanze	1
Oggetto isolato sulla cima di una collina o di una montagna	2

4.21 Calcolo del numero medio annuo N_M di eventi pericolosi dovuti a fulmini in prossimità della struttura

N_M può essere calcolato come il prodotto:

$$N_M = N_G \times A_M \times 10^{-6}$$

dove

N_G è la densità di fulmini al suolo [fulmini/(km² × anno)];

A_M è l'area di raccolta dei fulmini in prossimità della struttura [m²].

L'area di raccolta A_M si estende fino ad una distanza di 500 m dal perimetro della struttura (Fig. 2), pertanto:

$$A_M = 2 \times 500 \times (L + W) + \pi \times 500^2$$

La distanza di 500 m dal perimetro della struttura è stata calcolata nell'ipotesi teorica di spira indotta ortogonale al campo elettromagnetico della corrente di fulmine. La guida CEI 81-29 suggerisce che, nel caso reale di spira comunque orientata rispetto al campo elettromagnetico inducente, la distanza dal perimetro della struttura può essere ridotta a 350 m.

4.22 Calcolo del numero medio annuo N_L di eventi pericolosi dovuti a fulmini su una linea

Una linea può essere costituita da più sezioni. Per ciascuna sezione il valore di N_L può essere calcolato con la seguente relazione:

$$N_L = N_G \times A_L \times C_I \times C_E \times C_T \times 10^{-6}$$

dove

N_L è il numero di sovratensioni di ampiezza superiore a 1 kV nella sezione di linea considerata [eventi/anno];

N_G è la densità di fulmini al suolo [fulmini/(km² × anno)];

A_L è l'area di raccolta dei fulmini che colpiscono la linea [m²] (Fig. 2);

C_I è il coefficiente di installazione della linea (Tab. 7);

C_T è il coefficiente che tiene conto del tipo di linea (Tab. 8);

C_E è il coefficiente ambientale della linea (Tab. 9).

L'area di raccolta dei fulmini che cadono su una linea è data dalla relazione:

$$A_L = 40 \times L_L$$

dove

L_L è la lunghezza della sezione della linea [m].

Se la lunghezza della sezione della linea non è nota può essere assunto $L_L = 1000$ m. Per consentire una stima la CEI 81-29 (punto 2.1) suggerisce che le lunghezze tipiche di linea siano:

- linea elettrica BT: 1000 m in area rurale, 300 m in area suburbana e 100 m in area urbana;
- linea elettrica MT: 4 km, non schermata, in area rurale, 1,2 km, non schermata, in area suburbana, 400 m, interrata e schermata, in area urbana;
- linea di telecomunicazioni: 1000 m sia in area urbana (interrata, schermata) sia in area rurale (aerea, non schermata).

La resistività del suolo influenza l'area di raccolta A_L della sezione interrata. In generale maggiore è la resistività del suolo e maggiore è l'area raccolta (A_L è proporzionale a $\sqrt{\rho}$). I coefficienti di installazione riportati in Tabella 7 seguente sono riferiti a $\rho = 400 \Omega\text{m}$.

Tabella 7 – Coefficienti di installazione della Linea C_I

Percorso	C _I
Aereo	1
Interrato	0,5
Cavo interrato con percorso completamente all'interno di un dispersore magliato come in CEI 81-10/4 (EN 62305-4), punto 5.2	0,01

Tabella 8 – Coefficienti che tiene conto del tipo di linea C_T

Installazione	C _T
Linea di energia BT, linea di telecomunicazione o di segnale	1
Linea di energia AT (con trasformatore AT/BT)	0,2

Tabella 9 – Coefficienti ambientale C_E

Ambiente	C _E
Rurale	1
Suburbano	0,5
Urbano	0,1
Urbano con edifici alti più di 20 m	0,01

4.23 Calcolo del numero medio annuo N_I di eventi pericolosi dovuti a fulmini in prossimità di una linea

Una linea può essere costituita da più sezioni. Per ciascuna sezione il valore di N_I può essere calcolato con la seguente relazione:

$$N_I = N_G \times A_I \times C_I \times C_E \times C_T \times 10^{-6}$$

dove

N_I è il numero di sovratensioni di ampiezza superiore a 1 kV nella sezione della linea [eventi/anno];

N_G è la densità di fulmini al suolo [fulmini/(km² × anno)];

A_I è l'area di raccolta dei fulmini al suolo in prossimità della linea [m²] (Fig. 2);

C_I è il coefficiente di installazione della linea (Tab. 7);

C_T è il coefficiente che tiene conto del tipo di linea (Tab. 8);

C_E è il coefficiente ambientale della linea (Tab. 9).

L'area di raccolta per fulmini in prossimità della linea è data dalla relazione:

$$A_I = 4000 \times L_L$$

dove

L_L è la lunghezza della sezione della linea [m].

Se la lunghezza della sezione di linea non è nota può essere assunto $L_L = 1000$ m. Per consentire stime più realistiche la CEI 81-29 suggerisce che in media le lunghezze tipiche di linea siano:

- linea elettrica BT: 1000 m in area rurale, 300 m in area suburbana e 100 m in area urbana;
- linea elettrica AT: 5 km, non schermata, in area rurale e 400 m, interrata e schermata, in area urbana;
- linea di telecomunicazioni: 1000 m sia in area urbana sia in area rurale.

4.24 Numero di eventi pericolosi N_{DJ} causati da fulminazione diretta di una struttura adiacente

Il numero medio annuo N_{DJ} di eventi pericolosi dovuti a fulmini su una struttura all'estremità lontana di una linea (Fig. 2) può essere valutato come il prodotto:

$$N_{DJ} = N_G \times A_{DJ} \times C_{DJ} \times C_T \times 10^{-6}$$

dove

N_G è la densità di fulmini al suolo [fulmini/($\text{km}^2 \times \text{anno}$)];

A_{DJ} è l'area di raccolta della struttura adiacente isolata [m^2] (Fig. 2);

C_{DJ} è il coefficiente di posizione della struttura adiacente (Tab. 6);

C_T è il coefficiente che tiene conto del tipo di linea (Tab. 8).

4.25 Valutazione della probabilità P_x di danno

Le probabilità di danno possono essere stimate in accordo con l'allegato B della norma CEI 81-10/2 (EN 62305-2). Tali probabilità sono valide se le misure di protezione da adottare sono conformi alle norme:

- CEI 81-10/3 (EN 62305-3) per le misure di protezione atte a ridurre i danni agli esseri viventi ed ai beni materiali;
- CEI 81-10/4 (EN 62305-4) per le misure di protezione atte a ridurre i guasti degli impianti interni.

Possano essere adottati anche altri valori, se giustificati.

Valori di probabilità P_x inferiori a 1 possono essere utilizzati soltanto se la misura o la caratteristica è valida per l'intera struttura o zona (Z_s) della struttura da proteggere e per tutte le relative apparecchiature.

4.26 Probabilità P_A che un fulmine sulla struttura causi danno ad esseri viventi per elettrocuzione

I valori di probabilità P_A di danno agli esseri viventi a causa di tensioni di contatto e di passo per un fulmine sulla struttura dipendono dall'LPS installato e dalle misure di protezione aggiuntive adottate:

$$P_A = P_{TA} \times P_B$$

dove

P_{TA} dipende dalle misure di protezione aggiuntive contro le tensioni di passo e di contatto, quali quelle elencate nella Tab. 14 (a cui si rimanda per i valori di P_{TA});

P_B dipende dal livello di protezione (LPL) con cui è progettato l'LPS, conformemente alla CEI 81-10/3 (EN 62305-3), i suoi valori sono riportati nella Tab. 15.

Se è adottata più di una misura di protezione, il valore di P_{TA} è il prodotto dei corrispondenti valori.

Le misure di protezione sono efficaci nella riduzione di P_A solo nel caso di strutture protette da LPS o di strutture in cui le calate naturali dell'LPS siano realizzate utilizzando le strutture portanti metalliche continue o i ferri di armatura del calcestruzzo e quando siano soddisfatte le prescrizioni della CEI 81-10/3 (EN 62305-3) relative

all'equipotenzializzazione ed alla messa a terra. Maggiori informazioni si possono reperire nei punti 8.1 e 8.2 di tale norma.

Tabella 10 – Valori di probabilità P_{TA} di danno ad esseri viventi per tensioni di contatto e di passo pericolose

Misure di protezione	P_{TA}
Nessuna misura di protezione	1
Cartelli ammonitori	10^{-1}
Isolamento elettrico (es. almeno 3 mm di polietilene reticolato) delle parti accessibili (es. calate)	10^{-2}
Efficace equipotenzializzazione del suolo	10^{-2}
Barriere o strutture portanti dell'edificio utilizzate come calate	0

La guida CEI 81-29 suggerisce che, poiché le tensioni di contatto si verificano verso parti metalliche facenti parte della struttura, che possono entrare a far parte del percorso della corrente di fulmine, allora in assenza di tali parti metalliche le tensioni di contatto possono essere trascurate. Inoltre si può assumere $P_{TA}=0$ quando si verifica una delle seguenti condizioni:

- a) i ferri d'armatura del cemento armato o le parti metalliche della struttura sono usati come calate naturali e il loro numero non è inferiore a 10;
- b) la struttura è dotata di un LPS con almeno 10 calate;
- c) in condizioni di normale funzionamento non vi è presenza di persone, entro 3 m dalle calate del LPS;
- d) la resistenza verso terra di una persona (resistenza di terra di un elettrodo di 400 cm^2 premuto al suolo con una forza di 500 N) non è inferiore a $100 \text{ k}\Omega$;
- e) il suolo è ricoperto con uno strato di 5 cm di asfalto o 15 cm di ghiaia.

4.27 Probabilità P_B che un fulmine su una struttura causi danno materiale

I valori di probabilità P_B per un danno materiale dovuto a un fulmine su una struttura sono riportati in Tabella 11 in funzione del livello di protezione (LPL).

L'adozione di un LPS serve allo scopo di ridurre la probabilità P_B .

Tabella 11 – Valori di P_B in funzione delle misure di protezione adottate per ridurre il danno materiale

Caratteristiche della struttura	Classe dell'LPS	P_B
Struttura non protetta con LPS		1
	IV	0,2
	III	0,1
Struttura protetta con LPS	II	0,05
	I	0,02
Struttura con organi di captazione conformi ad un LPS di Classe I e con organi naturali di discesa costituiti da uno schermo metallico continuo o dai ferri d'armatura del calcestruzzo.		0,01
Struttura con copertura metallica od organi di captazione, comprendenti eventuali componenti naturali, atti a garantire una completa protezione contro la fulminazione diretta di ogni installazione sulla copertura e con organi naturali di discesa costituiti da uno schermo metallico continuo o dai ferri d'armatura del calcestruzzo.		0,001

Valori di P_B diversi da quelli riportati in tabella 11 possono essere adottati se determinati da una ricerca accurata che tenga conto dei requisiti di dimensionamento e di intercettazione definiti nella CEI 81-10/1 (EN 62305-1).

4.28 Probabilità P_C che un fulmine su una struttura causi guasti negli impianti interni

La probabilità P_C che un fulmine su una struttura causi guasti negli impianti interni è data dalla relazione:

$$P_C = P_{SPD} \times C_{LD}$$

dove

P_{SPD} dipende dal sistema coordinato di SPD conforme alla CEI 81-10/4 (EN 623054) e dal livello di protezione (LPL) utilizzato nel progetto degli SPD utilizzati; i suoi valori sono riportati nella Tab. 12.

C_{LD} è un coefficiente che dipende dalle condizioni di schermatura, di messa a terra e di separazione della linea a cui è connesso l'impianto interno; i suoi valori sono riportati nella Tab. 13.

Tabella 12 – Valori della probabilità P_{SPD} in funzione del lpl per cui sono progettati gli SPD

LPL	P_{SPD}
Sistema di SPD assente	1
III-IV	0,05
II	0,02
I	0,01
SPD con caratteristiche migliori rispetto ai requisiti richiesti per l'LPL I	0,005 – 0,001

Un sistema coordinato di SPD è una misura di protezione atta a ridurre P_C . La protezione con un sistema di SPD è efficace nella riduzione di P_C solo in strutture protette con LPS o in strutture con schermo metallico continuo o con i ferri d'armatura del calcestruzzo costituenti un LPS naturale, in cui siano rispettati i requisiti della CEI 8110/3 (EN 62305-3) relativi all'equipotenzializzazione ed alla messa a terra.

I valori di P_{SPD} possono essere ridotti nel caso di SPD aventi caratteristiche migliori (più elevata corrente nominale I_n , livello di protezione U_p inferiore, ecc.) rispetto ai requisiti richiesti per l'LPL I nei relativi punti d'installazione [Tab. A.3 e

Allegato E della CEI 81-10/1 (EN 62305-1) per informazioni relative alla probabilità di accadimento delle correnti di fulmine e Allegato D della CEI 81-10/4 (EN 62305-4) per la ripartizione della corrente di fulmine].

Tabella 13 – Valori dei coefficienti C_{LD} e C_{LI} in funzione di schermatura, messa a terra e separazione

Tipo di linea esterna	Connessione all'ingresso	C_{LD}	C_{LI}
Aerea non schermata	Non definita	1	1
Interrata non schermata	Non definita	1	1
Linea di energia con neutro a terra in più punti lungo il percorso	Nessuna	1	0,2
Linea schermata interrata (energia o TLC)	Schermo non connesso alla stessa barra equipotenziale degli apparati	1	0,3
Linea schermata aerea (energia o TLC)	Schermo non connesso alla stessa barra equipotenziale degli apparati	1	0,1
Linea schermata interrata (energia o TLC)	Schermo connesso alla stessa barra equipotenziale degli apparati	1	0
Linea schermata aerea (energia o TLC)	Schermo connesso alla stessa barra equipotenziale degli apparati	1	0
Cavo di protezione contro il fulmine o posa in condotto per la protezione di cavi contro il fulmine	Schermo connesso alla stessa barra equipotenziale degli apparati	0	0
(Nessuna linea esterna)	Nessuna connessione a linee esterne (sistema "stand-alone")	0	0
Qualsiasi tipo	Interfacce di separazione secondo la CEI 81-10/4 (EN 62305-4)	0	0

Per le interfacce di separazione si può assumere $C_{LD} = C_{LI} = 0$ solo se esse sono protette lato linea con SPD dimensionati con il livello di protezione scelto con la valutazione del rischio.

Nella valutazione della probabilità P_c , i valori di C_{LD} riportati nella Tab. 17 sono riferiti a sistemi con impianti interni schermati; per sistemi con impianti interni non schermati dovrebbe essere assunto $C_{LD} = 1$.

Nei sistemi interni non schermati non connessi a linee esterne (sistemi "standalone"), o connessi a linee esterne mediante interfacce di separazione, o connessi a linee esterne realizzate con cavi di protezione contro il fulmine o con sistemi posati in condotti per la protezione dei cavi contro il fulmine, in condotti o tubi metallici, connessi alla stessa barra equipotenziale degli apparati non è necessario un sistema coordinato di SPD conforme alla CEI 81-10/4 (EN 62305-4) per ridurre P_c quando la tensione indotta U_i non supera la tensione di tenuta U_w dei sistemi interni ($U_i \leq U_w$).

Per la valutazione della tensione indotta U_i si rimanda all'Allegato A della CEI 81-10/4 (EN 62305-4).

Se nella zona dove si sta effettuando il calcolo della componente R_c risulta presente più di un impianto interno, i valori di P_c sono dati da:

$$P_c = 1 - (1 - P_{c1}) \times (1 - P_{c2}) \times (1 - P_{c3}) \dots$$

dove P_{cI} sono i parametri relativi all'impianto interno $I = 1, 2, 3, \dots$

4.29 Probabilità P_M che un fulmine in prossimità di una struttura causi guasti negli impianti interni

La probabilità P_M che un fulmine in prossimità di una struttura causi guasti negli impianti interni dipende dalle misure di protezione SPM (surge protection measures) installate. Le seguenti misure di protezione sono atte a ridurre P_M : LPS di tipo magliato, schermature, precauzioni nei percorsi, incremento delle tensioni di tenuta, interfacce di separazione e sistemi coordinati di SPD.

Se la protezione con un sistema di SPD non soddisfa i requisiti della CEI 81-10/4 (EN 62305-4), il valore di P_M è uguale al valore di P_{MS} .

Se la protezione con un sistema di SPD soddisfa i requisiti della CEI 81-10/4 (EN 62305-4), il valore di P_M è dato dalla relazione:

$$P_M = P_{SPD} \times P_{MS}$$

Nel caso di impianti interni con apparati non conformi ai livelli di resistibilità o di tensione di tenuta specificati dalle norme di prodotto, dovrebbe essere assunto $P_M = 1$. I valori del coefficiente P_{MS} sono determinati per mezzo del seguente prodotto:

$$P_{MS} = (K_{S1} \times K_{S2} \times K_{S3} \times K_{S4})^2$$

dove

K_{S1} tiene conto dell'efficacia della schermatura offerta alla struttura, dall'LPS o da altri schermi al confine di LPZ 0/1;

K_{S2} tiene conto dell'efficacia della schermatura degli schermi interni alla struttura al confine di LPZ X/Y (con $X > 0$, $Y > 1$);

K_{S3} tiene conto delle caratteristiche del cablaggio interno (Tab. 14);

K_{S4} tiene conto della tensione di tenuta ad impulso dell'impianto da proteggere.

Nel caso di apparati provvisti di interfacce di separazione realizzate mediante trasformatori di isolamento con schermo tra gli avvolgimenti connesso a terra o mediante cavi a fibra ottica o opto isolatori, può essere assunto $P_{MS} = 0$.

All'interno di una LPZ, ad una distanza di sicurezza dallo schermo almeno pari al lato di magliatura W_m , i coefficienti K_{S1} e K_{S2} per LPS o per schermature a maglia possono essere calcolati con le seguenti relazioni:

$$K_{S1} = 0,12 \times W_{m1}$$

$$K_{S2} = 0,12 \times W_{m2}$$

dove W_{m1} [m] e W_{m2} [m] sono i lati di magliatura di uno schermo a maglia o delle calate interconnesse di un LPS a maglia, o, nel caso di LPS naturale, la spaziatura tra le colonne metalliche o tra le strutture in calcestruzzo armato.

Per schermi continui di spessore non inferiore a 0,1 mm, $K_{S1} = K_{S2} = 10^{-4}$.

Se è presente una rete di equipotenzializzazione magliata conforme ai requisiti della CEI 81-10/4 (EN 62305-4) i valori di K_{S1} e K_{S2} possono essere dimezzati.

Tabella 14 – Valori del coefficiente K_{S3} in funzione del cablaggio interno

Tipo di cablaggio interno	K_{S3}
Cavi non schermati – nessuna precauzione nella scelta del percorso al fine di evitare spire ^(a)	1
Cavi non schermati – precauzione nella scelta del percorso al fine di evitare larghe spire ^(b)	0,2
Cavi non schermati – precauzione nella scelta del percorso al fine di evitare spire ^(c)	0,01
Cavi schermati e cavi all'interno di condotti metallici ^(d)	0,0001

- (a) Spire di conduttori con percorsi diversi in un edificio di grandi dimensioni (area della spira nell'ordine di 50 m²).
 (b) Spire di conduttori posati nello stesso condotto o spire di conduttori con percorsi diversi in un edificio di dimensioni ridotte (area della spira nell'ordine di 10 m²).
 (c) Spira di conduttori posti nello stesso cavo (area della spira nell'ordine di 0,5 m²).
 (d) Schermi e condotti metallici connessi alla barra equipotenziale ad entrambe le estremità e apparati connessi alla stessa barra equipotenziale.

Se la spira

che subisce induzione a causa del campo magnetico del fulmine giace in prossimità del confine dell'LPZ ed i suoi conduttori sono ad una distanza dallo schermo inferiore alla distanza di sicurezza, i valori di K_{S1} e K_{S2} sono più elevati. Per esempio, i valori di K_{S1} e K_{S2} dovrebbero essere raddoppiati quando la distanza dallo schermo è compresa 0,1 W_m e

$$0,2 W_m.$$

Per più LPZ in cascata il valore risultante di K_{S2} è dato dal prodotto dei valori di K_{S2} relativi a ciascuna LPZ.

Il massimo valore di K_{S1} e K_{S2} è limitato a 1.

Il coefficiente K_{S4} è calcolato come:

$$K_{S4} = 1/U_w$$

dove

U_w è la tensione di tenuta ad impulso dell'impianto da proteggere, in kV. Il massimo valore di K_{S4} è limitato a 1.

Se nell'impianto interno sono presenti apparati aventi differenti livelli di tenuta ad impulso, dovrebbe essere adottato il coefficiente K_{S4} relativo al livello di tenuta ad impulso più basso.

Se nella zona dove si sta effettuando il calcolo della componente R_M risulta presente più di un impianto interno, i valori di P_M sono dati da:

$$P_M = 1 - (1 - P_{M1}) \times (1 - P_{M2}) \times (1 - P_{M3}) \dots$$

dove P_{Mi} sono i parametri relativi all'impianto interno $i = 1, 2, 3, \dots$

4.30 Probabilità P_U che un fulmine su una linea causi danno agli esseri viventi per elettrocuzione

Il valore di probabilità P_U di danno agli esseri viventi all'interno della struttura a causa delle tensioni di contatto per un fulmine su una linea entrante nella struttura dipende dalle caratteristiche dello schermatura della linea, dalla tensione di tenuta ad impulso degli impianti interni connessi alla linea, dalle misure di protezione quali barriere, cartelli ammonitori, interfacce di separazione o equipotenzializzazione mediante SPD installati all'ingresso della linea secondo la CEI 81-10/3 (EN 62305-3).

Non è necessario un sistema coordinato di SPD conforme alla CEI 81-10/4 (EN 62305-4) per ridurre P_U ; in questo caso sono sufficienti SPD secondo quanto riportato nella CEI 81-10/3 (EN 62305-3).

I valori di P_U sono dati dalla relazione:

$$P_U = P_{TU} \times P_{EB} \times P_{LD} \times C_{LD}$$

dove

P_{TU} dipende dalle misure di protezione contro le tensioni di contatto, quali barriere o cartelli ammonitori; i suoi valori sono riportati nella Tab. 15;

P_{EB} dipende dalla equipotenzializzazione al fulmine (EB) conforme alla EN 623053 e dal livello di protezione (LPL) per cui sono progettati gli SPD; i suoi valori sono riportati nella Tab. 16;

P_{LD} è la probabilità di guasto degli impianti interni dovuto al fulmine sulla linea connessa e dipende dalle caratteristiche della linea stessa; i suoi valori sono riportati nella Tab. 17;

C_{LD} è un coefficiente che dipende dalle condizioni di schermatura, di messa a terra e di separazione della linea a cui è connesso l'impianto interno; i suoi valori sono riportati nella Tab. 13.

Se sono stati installati SPD per l'equipotenzializzazione secondo la CEI 81-10/3 (EN 62305-3) all'ingresso della linea, la protezione può essere migliorata realizzando la messa a terra e l'equipotenzializzazione secondo la CEI 81-10/4 (EN 62305-4).

Tabella 15 – Valori di probabilità P_{TU} che un fulmine su una linea causi danno ad esseri viventi per tensioni di contatto

Misure di protezione	P_{TU}
Nessuna misura di protezione	1
Cartelli ammonitori	10^{-1}
Isolamento elettrico	10^{-2}
Barriere	0
Se sono adottate più misure il valore di P_{TU} è dato dal prodotto dei corrispondenti valori.	

Tabella 16 – Valori di probabilità P_{EB} in funzione dell'LPL per cui sono progettati gli SPD

LPL	P_{EB}
Nessun SPD	1
III - IV	0,05
II	0,02
I	0,01
SPD con caratteristiche migliori rispetto ai requisiti richiesti per l'LPL I	0,005 – 0,001

Valori inferiori di P_{EB} sono possibili nel caso di SPD aventi caratteristiche migliori (più elevata corrente nominale I_n , livello di protezione U_p inferiore, ecc.) rispetto ai requisiti richiesti per l'LPL I nei relativi punti d'installazione [Tab. A.3 e Allegato E della CEI 81-10/1 (EN 62305-1) per informazioni relative alla probabilità di accadimento delle correnti di fulmine e Allegato D della CEI 81-10/4 (EN 62305-4) per la ripartizione della corrente di fulmine].

Tabella 17 – Valori di probabilità P_{LD} in funzione della resistenza R_s dello schermo del cavo e della tensione di tenuta ad impulso degli apparati

Tipo di linea	Condizioni del percorso, dello schermo e della messa a terra	Tensione di tenuta U_w in kV					
		1	1,5	2,5	4	6	
Linee di energia o di telecomunicazione	Linea aerea o interrata, non schermata o con schermo non connesso alla barra equipotenziale a cui sono connessi gli apparati	1	1	1	1	1	
	Linea schermata aerea o interrata con schermo connesso alla stessa barra equipotenziale a cui sono connessi gli apparati	$5 \Omega/\text{km} < R_s \leq 20 \Omega/\text{km}$	1	1	0,95	0,9	0,8
		$1 \Omega/\text{km} < R_s \leq 5 \Omega/\text{km}$	0,9	0,8	0,6	0,3	0,1
		$R_s \leq 1 \Omega/\text{km}$	0,6	0,4	0,2	0,04	0,02

Nelle aree suburbane sono tipicamente installati cavi di energia BT interrati privi di schermo, mentre le linee di telecomunicazione utilizzano cavi interrati muniti di schermo (con un minimo di 20 conduttori, una resistenza di schermo pari a $5 \Omega/\text{km}$, un diametro del conduttore in rame di 0,6 mm). Nelle aree rurali sono utilizzate linee di energia BT in cavo aereo prive di schermo, mentre le linee di telecomunicazione utilizzano cavi aerei privi di schermo (diametro del conduttore in rame: 1 mm). Una linea di energia AT utilizza cavi interrati muniti di schermo aventi una resistenza specifica dello schermo nell'ordine da $1 \Omega/\text{km}$ a $5 \Omega/\text{km}$.

4.31 Probabilità P_V che un fulmine su una linea causi danno materiale

Il valore di probabilità P_V di danno materiale a causa di un fulmine su una linea entrante nella struttura dipende dalle caratteristiche della schermatura della linea, dalla tensione di tenuta ad impulso degli impianti interni connessi alla linea e dalle interfacce di separazione o dalle caratteristiche degli SPD installati in conformità alla CEI 81-10/3 (EN 62305-3).

Non è necessario un sistema coordinato di SPD conforme alla CEI 81-10/4 (EN 62305-4) per ridurre P_V ; in questo caso sono sufficienti SPD secondo la CEI 81-10/3 (EN 62305-3).

I valori di P_V sono dati dalla relazione:

$$P_V = P_{EB} \times P_{LD} \times C_{LD}$$

dove

P_{EB} dipende dalla equipotenzializzazione al fulmine (EB) conforme alla CEI 8110/3 (EN 62305-3) e dal livello di protezione (LPL) per cui sono progettati gli SPD; i suoi valori sono riportati nella Tab. 16;

P_{LD} è la probabilità di guasto degli impianti interni dovuto al fulmine sulla linea connessa e dipende dalle caratteristiche della linea stessa; i suoi valori sono riportati nella Tab. 17;

C_{LD} è un coefficiente che dipende dalle condizioni di schermatura, di messa a terra e di separazione della linea a cui è connesso l'impianto interno; i suoi valori sono riportati nella Tab. 13.

4.32 Probabilità P_W che un fulmine su una linea causi guasti negli impianti interni

Il valore di probabilità P_W che un fulmine su una linea entrante nella struttura causi guasti negli impianti interni dipende dalle caratteristiche della schermatura della linea, dalla tensione di tenuta ad impulso degli impianti interni connessi al servizio e dalle interfacce di separazione o dal sistema coordinato di SPD installato.

I valori di P_W sono dati dalla relazione:

$$P_W = P_{SPD} \times P_{LD} \times C_{LD}$$

dove

P_{SPD} dipende dal sistema coordinato di SPD conforme alla CEI 81-10/4 (EN 623054) e dal livello di protezione (LPL) utilizzato nel progetto degli SPD installati; i suoi valori sono riportati nella Tab. 12;

P_{LD} è la probabilità di guasto degli impianti interni dovuto al fulmine sulla linea connessa e dipende dalle caratteristiche della linea stessa; i suoi valori sono riportati nella Tab. 17;

C_{LD} è un coefficiente che dipende dalle condizioni di schermatura, di messa a terra e di separazione della linea a cui è connesso l'impianto interno; i suoi valori sono riportati nella Tab. 13.

4.33 Probabilità P_Z che un fulmine in prossimità di una linea entrante causi guasti negli impianti interni

Il valore di probabilità P_Z che un fulmine in prossimità di una linea entrante causi guasti negli impianti interni dipende dalle caratteristiche della schermatura della linea, dalla tensione di tenuta ad impulso degli impianti interni connessi alla linea e dalle interfacce separazione o dal sistema coordinato di SPD installato.

I valori di P_Z sono dati dalla relazione:

$$P_Z = P_{SPD} \times P_{LI} \times C_{LI}$$

dove

P_{SPD} dipende dal sistema coordinato di SPD conforme alla CEI 81-10/4 (EN 623054) e dal livello di protezione (LPL) utilizzato nel progetto degli SPD installati; i suoi valori sono riportati nella Tab. 12;

P_{LI} è la probabilità di guasto degli impianti interni dovuto a un fulmine in prossimità della linea connessa e dipende dalle caratteristiche della linea stessa e degli apparati; i suoi valori sono riportati nella Tab. 18;

C_{LI} è un coefficiente che dipende dalle condizioni di schermatura, di messa a terra e di isolamento della linea; i suoi valori sono riportati nella Tab. 13.

Tabella 18 – Valori della probabilità P_{LI} in funzione del tipo di linea e della tensione di tenuta ad impulso U_w degli apparati

Tipo di linea	Tensione di tenuta U_w in kV				
	1	1,5	2,5	4	6
Linee di energia	1	0,6	0,3	0,16	0,1
Linee di telecomunicazione	1	0,5	0,2	0,08	0,04

Maggiori informazioni per la valutazione di P_{LI} possono essere reperite nella IEC/TR 82066:2002 per le linee di energia e nella ITU-T Recommendations K46 per le linee di telecomunicazione.

4.34 Valutazione dell'ammontare della perdita L_x

L'ammontare della perdita L_x è definito dal progettista dell'impianto di protezione contro le scariche atmosferiche, sulla base dei valori riportati nella CEI 81-10/2 (EN 62305-2) e delle informazioni fornite dal proprietario della struttura e/o dal datore di lavoro. I valori riportati nella CEI 81-10/2 (EN 62305-2) sono stati proposti dalla IEC e dal Comitato Nazionale, altri valori potrebbero essere adottati, in seguito ad un dettagliato esame. I valori proposti sono riferiti alle regioni temperate, ciò significa che per altre regioni potrebbero essere necessari aggiustamenti.

Le perdite dovrebbero essere determinate individualmente per ciascuna zona in cui è stata suddivisa la struttura.

4.35 Perdita di vite umane (L1)

La perdita di vite umane dipende dalle caratteristiche della zona, che sono tenute in conto mediante fattori di incremento (h_z) e di riduzione (r_t, r_p, r_f). Si può fare riferimento alla Tab. 19.

Il massimo valore di perdita in ciascuna zona va moltiplicato per il rapporto tra il numero di persone nella zona (n_z) e il numero totale di persone (n_t) nell'intera struttura e per il rapporto tra il tempo di permanenza nella zona espresso in ore all'anno (t_z), e il numero totale di ore in un anno (8760).

Tabella 19 – Tipo di perdita L1: valori di perdita in ciascuna zona

Tipo di danno	Perdita tipica
D1	$L_A = L_U = r_t \times L_T \times n_z/n_t \times t_z/8760$
D2	$L_B = L_V = r_p \times r_f \times h_z \times L_F \times n_z/n_t \times t_z/8760$
D3	$L_C = L_M = L_W = L_Z = L_O \times n_z/n_t \times t_z/8760$

dove

L_T è il tipico numero medio di vittime per elettrocuzione (D1) causato da un evento pericoloso relativo alla struttura considerata (Tab. 20);

L_F è il tipico numero medio di vittime per danno materiale (D2) causato da un evento pericoloso relativo alla struttura considerata (Tab. 20);

L_O è il tipico numero medio di vittime per guasto degli impianti interni (D3) causato da un evento pericoloso relativo alla struttura considerata (Tab. 20);

r_t è un coefficiente di riduzione per la perdita di vite umane dipendente dal tipo di terreno o pavimentazione (Tab. 21);

r_p è un coefficiente di riduzione per la perdita dovuta a danno materiale dipendente dai provvedimenti atti a ridurre le conseguenze dell'incendio (Tab. 22);

r_f è un coefficiente di riduzione per la perdita dovuta a danno materiale dipendente dal rischio di incendio o dal rischio di esplosione della struttura (Tab. 23);

h_z è un coefficiente di incremento della perdita dovuto al danno materiale nel caso sia presente un pericolo particolare (Tab. 24);

n_z è il numero delle persone nella zona considerata;

n_t è il numero totale di persone nella struttura;

t_z è il tempo in ore all'anno per cui le persone sono presenti nella zona considerata.

Se una struttura è considerata come una singola zona il rapporto n_z/n_t dovrebbe essere posto uguale a 1.

Quando il valore di t_z non è noto il rapporto $t_z/8760$ dovrebbe essere posto uguale a 1. I valori della Tab. 20, presumono una presenza continua di persone nella struttura. Tali valori differiscono da quelli proposti dall'IEC in quanto sono stati assegnati dal Comitato Nazionale.

Nel caso di strutture con rischio di esplosione i valori di L_F ed L_O potrebbero aver bisogno di una valutazione più accurata che tenga conto del tipo di struttura, del rischio di esplosione, del concetto di zona, di area pericolosa e delle misure atte a ridurre il rischio.

Tabella 20 – Tipo di perdita L1: valori medi tipici di L_T , L_F e L_O

Tipo di danno	Valori tipici delle perdite		Tipo di struttura
D1 Danno ad esseri viventi	L_T	10^{-2}	Tutti i tipi
D2 Danno materiale	L_F	10^{-2} 10^{-2} 5×10^{-3} 2×10^{-3} 10^{-3}	Rischio di esplosione Ospedali, alberghi, civile abitazione, scuole Pubblico spettacolo, chiese, musei Industriale, commerciale Altro
D3 Guasto di impianti interni	L_O	10^{-2} 10^{-3} 10^{-4}	Rischio di esplosione Blocchi operatori e reparti di rianimazione Altre parti di ospedali (*)

(*) Solo se, nelle normali condizioni di operatività, si utilizzano apparecchiature il cui guasto provoca pericolo immediato per la vita umana. Se questa condizione non è verificata, si può assumere $L_O = 0$

Quando il danno ad una struttura si può estendere alle strutture circostanti o all'ambiente (es. emissioni chimiche o radioattive), la valutazione della perdita totale (L_{BT} e L_{VT}) dovrebbe tenere conto delle perdite addizionali (L_{BE} e L_{VE}):

$$L_{BT} = L_B + L_{BE}$$

$$L_{VT} = L_V + L_{VE}$$

dove

$$L_{BE} = L_{VE} = L_{FE} \times t_e / 8760;$$

L_{FE} è la perdita dovuta al danno materiale all'esterno della struttura;

t_e è la durata della presenza di persone nell'area pericolosa all'esterno della struttura.

Se il valore di t_e non è noto, dovrebbe essere assunto $t_e / 8760 = 1$. Le autorità competenti dovrebbero fornire informazioni/documenti per permettere la valutazione di L_{FE} .

Tabella 21 – Coefficienti di riduzione r_t in funzione del tipo di superficie del suolo o della pavimentazione

Tipo di superficie ^(b)	Resistenza di contatto [$k\Omega$] ^(a)	r_t
Agricolo, cemento	≤ 1	10^{-2}
Marmo, ceramica	1 – 10	10^{-3}
Pietrisco, moquette, tappeto	10 – 100	10^{-4}
Asfalto, linoleum, legno	≥ 100	10^{-5}

(a) Valori misurati tra un elettrodo di 400 cm² premuto con una forza di 500N ed un punto all'infinito.

(b) Uno strato di materiale isolante, p.e. asfalto di 5 cm di spessore (o uno strato di ghiaia di 15 cm), generalmente riduce il pericolo ad un livello tollerabile.

Tabella 22 – Coefficienti di riduzione r_p in funzione delle misure per ridurre le conseguenze dell'incendio

Misure adottate	r_p
Nessuna misura	1
Una delle seguenti misure: estintori; impianto fisso di estinzione operato manualmente; impianto di allarme manuale; idranti; compartimentazione antincendio; vie di fuga protette	0,5
Una delle seguenti misure: impianto fisso di estinzione operato automaticamente; impianto di allarme automatico (a)	0,2

(a) Solo se protetto contro le sovratensioni ed altri danneggiamenti e se la squadra antincendio può intervenire in meno di 10 minuti.

Se sono adottate più misure il valore di r_p dovrebbe essere quello minore tra quelli considerati.

Nelle strutture con rischio di esplosione $r_p = 1$ in tutti i casi.

Tabella 23 – Coefficienti di riduzione r_f in funzione del rischio d'incendio o di esplosione della struttura

Rischio d'incendio	Entità del rischio	r_f
Esplosione	Zone 0, 20 ed esplosivi solidi	1
	Zone 1, 21	10^{-1}
	Zone 2, 22	10^{-3}
Incendio	Elevato	10^{-1}
	Ordinario	10^{-2}
	Ridotto	10^{-3}
Esplosione o incendio	Nulla	0

Nelle strutture con rischio d'esplosione può essere necessaria una valutazione di r_f più dettagliata.

Il carico specifico d'incendio è il rapporto tra l'energia del quantitativo totale di materiale combustibile nella struttura e la superficie complessiva della struttura stessa:

- strutture realizzate con materiali combustibili o con coperture realizzate con materiale combustibile o strutture con carico specifico d'incendio maggiore di 800 MJ/m^2 presentano rischio d'incendio elevato;
- strutture con carico specifico d'incendio compreso tra 800 MJ/m^2 e 400 MJ/m^2 presentano rischio d'incendio ordinario;
- strutture con carico specifico d'incendio inferiore a 400 MJ/m^2 o che contengono solo una modesta quantità di materiale combustibile presentano rischio d'incendio ridotto.

Ai fini del rischio di fulminazione le strutture con aree pericolose o contenenti materiali esplosivi solidi possono non essere considerate strutture con rischio di esplosione se è soddisfatta almeno una delle seguenti condizioni:

- il tempo di presenza della sostanza esplosiva è inferiore a 0,1 ore/anno;
- il volume dell'atmosfera esplosiva è trascurabile secondo la EN 60079-10 e la EN 60079-10-2;
- la zona non può essere colpita direttamente dal fulmine e sono impediti scariche pericolose nella zona stessa.

Per le zone pericolose protette da tettoie metalliche l'ultima condizione è soddisfatta se la tettoia, considerata quale organo di captazione naturale, non è soggetta a problemi di punto caldo o perforazione e gli impianti interni alla tettoia, se presenti, sono protetti contro le sovratensioni al fine di evitare scariche pericolose.

Tabella 24 – Valori del coefficiente h_z che incrementa l'ammontare relativo della perdita in presenza di pericoli particolari

Tipo di pericolo particolare	h_z
Nessuno	1
Livello ridotto di panico (p.e.: struttura limitata a due piani ed un numero di persone inferiore a 100)	2
Livello medio di panico (p.e.: strutture per eventi culturali o sportivi con numero di partecipanti tra 100 e 1000)	5
Difficoltà di evacuazione (p.e.: strutture con presenza di persone impossibilitate a muoversi, ospedali)	5
Livello elevato di panico (p.e.: strutture per eventi culturali o sportivi con numero di partecipanti maggiore di 1000)	10

In realtà il coefficiente h_z (dall'inglese "hazard") più che al panico fa riferimento alla possibile difficoltà di evacuazione della struttura che potrebbe incrementare l'entità della perdita.

4.36 Perdita inaccettabile di servizio pubblico (L2)

Il valore della perdita L_x per ciascuna zona può essere determinato in accordo con la Tab. 25 considerando che:

- la perdita di servizio pubblico è determinata dalle caratteristiche della zona dove è ubicata la struttura, che sono tenute in conto con i coefficienti di riduzione r_p ed r_f ;
- il massimo valore di perdita dovuta al danno nella zona deve essere ridotto con il rapporto tra il numero di utenti serviti dalla zona considerata (n_z) ed il numero totale di utenti serviti dall'intera struttura (n_t).

Tabella 25 – Tipo di perdita L2: valori di perdita in ciascuna zona

Tipo di danno	Perdita tipica
D2	$L_B = L_V = r_p \times r_f \times L_F \times n_z/n_t$
D3	$L_C = L_M = L_W = L_Z = L_O \times n_z/n_t$

dove

L_F è il numero tipico medio relativo di utenti non serviti dovuto al danno materiale conseguente ad un evento pericoloso (Tab. 26);

L_O è il numero tipico medio relativo di utenti non serviti dovuto al guasto degli impianti interni conseguente ad un evento pericoloso (Tab. 26);

r_p è il coefficiente di riduzione della perdita dovuta a danno materiale e dipende dalle misure di protezione atte a ridurre le conseguenze dell'incendio (Tab. 22);

r_f è il coefficiente di riduzione della perdita dovuta a danno materiale e dipende dal rischio di incendio (Tab. 23);

n_z è il numero di utenti serviti dalla zona considerata;

n_t è il numero totale di utenti serviti dalla struttura.

Tabella 26 – Tipo di perdita L2: tipici valori medi di L_f e L_o

Tipo di danno	Valore tipico della perdita		Tipo di struttura
D2 Danno materiale	L_f	10^{-1} 10^{-2}	Gas, acqua, energia elettrica TV, linee di telecomunicazione
D3 Guasto degli impianti interni	L_o	10^{-2} 10^{-3}	Gas, acqua, energia elettrica TV, linee di telecomunicazione

4.37 Perdita di patrimonio culturale insostituibile (L3)

Il valore della perdita L_x in ciascuna zona può essere determinato in accordo con la Tab. 27 considerando che:

- la perdita di patrimonio culturale insostituibile è determinata dalle caratteristiche della zona dove è ubicata la struttura, che sono tenute in conto con i coefficienti di riduzione r_p ed r_f ;
- il massimo valore di perdita dovuta al danno nella zona deve essere ridotto con il rapporto tra il valore (c_z) della zona ed il valore (c_t) dell'intera struttura (edificio e contenuto).

Tabella 27 – Tipo di perdita L3: Valori di perdita in ciascuna zona

Tipo di danno	Valore tipico della perdita
D2	$L_B = L_V = r_p \times r_f \times L_f \times c_z/c_t$

dove

- L_f è il tipico valore medio relativo di tutti i beni danneggiati dovuto al danno materiale (D2) conseguente ad un evento pericoloso (Tab. 28);
- r_p è il coefficiente di riduzione della perdita dovuta a danno materiale e dipende dalle misure di protezione atte a ridurre le conseguenze dell'incendio (Tab. 22);
- r_f è il coefficiente di riduzione della perdita dovuta a danno materiale e dipende dal rischio di incendio (Tab. 23);
- c_z è il valore del patrimonio culturale insostituibile nella zona;
- c_t è il valore totale dell'edificio e del contenuto della struttura (somma comprensiva di tutte le zone).

Tabella 28 – Tipo di perdita L3: tipici valori medi di L_{fo}

Tipo di danno	Valore tipico della perdita		Tipo di struttura o zona
D2 Danno materiale	L_f	10^{-1}	Musei, gallerie

4.38 Perdita economica (L4)

Il valore della perdita L_x in ciascuna zona può essere determinato in accordo con la Tab. 29 considerando che:

- la perdita economica è determinata dalle caratteristiche della zona dove è ubicata la struttura, che sono tenute in conto con i coefficienti di riduzione r_t , r_p ed r_f ;
- il massimo valore di perdita dovuta al danno nella zona deve essere ridotto con il rapporto tra il valore relativo (c_z) della zona ed il valore (c_t) dell'intera struttura (animali, edificio, contenuto ed impianti interni comprensivi delle loro attività).

Il valore relativo alla zona dipende dal tipo di danno:

- D1 (danno ad animali per elettrocuzione): c_a (solo il valore degli animali);
- D2 (danno materiale): $c_a + c_b + c_c + c_s$ (valore di tutti i beni);
- D3 (guasto degli impianti interni): c_s (valore impianti interni e attività a loro connesse).

Tabella 29 – Tipo di perdita L4: valori di perdita in ciascuna zona

Tipo di danno	Perdita tipica
D1	$L_x = L_z = r_t \times L_T \times c_z/c_t$
D2	$L_x = L_z = r_p \times r_f \times L_F \times (c_a + c_b + c_c + c_s)/c_t$
D3	$L_x = L_z = L_w = L_z = L_o \times c_z/c_t$

dove

L_T è il tipico valore medio relativo di tutti i beni danneggiati per elettrocuzione (D1) causato da un evento pericoloso (Tab. 30);

L_F è il tipico valore medio relativo di tutti i beni danneggiati per danno materiale (D2) causato da un evento pericoloso (Tab. 30);

L_o è il tipico valore medio relativo di tutti i beni danneggiati per guasto degli impianti interni (D3) causato da un evento pericoloso (Tab. 30);

r_t è un coefficiente di riduzione per la perdita di animali dipendente dal tipo di terreno o pavimentazione (Tab. 21);

r_p è un coefficiente di riduzione per la perdita dovuta a danno materiale dipendente dai provvedimenti atti a ridurre le conseguenze dell'incendio (Tab. 22);

r_f è un coefficiente di riduzione per la perdita dovuta a danno materiale dipendente dal rischio di incendio o dal rischio di esplosione della struttura (Tab. 23);

c_a è il valore degli animali nella zona

c_b è il valore dell'edificio relativo alla zona;

c_c è il valore del contenuto della zona;

c_s è il valore degli impianti interni comprese le loro attività nella zona;

c_t è il valore complessivo della struttura (somma comprensiva di tutte le zone per animali, edificio, contenuto ed impianti interni incluse le loro attività).

Tabella 30 – Tipo di perdita L4: tipici valori medi di L_T , L_F e L_o

Tipo di danno	Valore tipico della perdita	Tipo di struttura	
D1 Danno per elettrocuzione	L_T	10^{-2}	Tutti i tipi solo se sono presenti animali
D2 Danno materiale	L_F	1 0,5 0,2 10^{-1}	Rischio di esplosione Ospedale, industriale, museo, agricola Albergo, scuola, ufficio, chiesa, pubblico spettacolo, commerciale Altro
D3 Guasto degli impianti interni	L_o	10^{-1} 10^{-2} 10^{-3} 10^{-4}	Rischio di esplosione Ospedale, industriale, ufficio, albergo, commerciale Museo, agricola, scuola, chiesa, pubblico spettacolo Altro

Nel caso di struttura con rischio di esplosione i valori di L_F ed L_o possono richiedere una valutazione più accurata, tenendo conto del tipo di struttura, del rischio di esplosione, del concetto di zona di area pericolosa e delle misure atte a ridurre il rischio. Quando il danno ad una struttura si può estendere alle strutture circostanti o all'ambiente (es. emissioni chimiche o radioattive), la valutazione delle perdite totali (L_{BT} e L_{VT}) dovrebbe tenere conto delle perdite addizionali (L_{BE} e L_{VE}):

$$L_{BT} = L_B + L_{BE}$$

$$L_{VT} = L_V + L_{VE}$$

dove

$$L_{BE} = L_{VE} = L_{FE} \times C_e / C_i;$$

L_{FE} è la tipica perdita media relativa dovuta al danno materiale all'esterno della struttura;

C_e è il valore complessivo dei beni nell'area pericolosa all'esterno della struttura.

L_{FE} dovrebbe essere valutato sulla base di documenti delle autorità competenti.

Le informazioni relative al valore degli animali c_a , al valore dell'edificio c_b , al valore del contenuto c_c ed al valore degli impianti interni comprese le loro attività c_s dovrebbero essere fornite dal proprietario della struttura/datore di lavoro. Quando dette informazioni non siano disponibili esse possono essere dedotte dai valori proposti nelle Tabelle 31 e 32. I valori dei costi riportati in tali tabelle sono stati proposti dal CENELEC, ma altri valori possono essere definiti da ciascun comitato nazionale o dopo analisi approfondita.

Tabella 31 – Valori proposti per la determinazione di C_t

Tipo di struttura	Valori di riferimento	Totale per c_t	
Strutture non industriali	Costo della ricostruzione totale (esclusa la perdita di attività)	Ridotto	300
		Ordinario	400
		Elevato	500
Strutture industriali	Valore complessivo della struttura, incluso edificio, installazioni e contenuto (comprese la perdita di attività)	Ridotto	100
		Ordinario	300
		Elevato	500

Tabella 32 – Frazioni per la determinazione dei valori totali C_a , C_b , C_c , C_s

Condizione	Frazione per animali C_a/C_t	Frazione per edificio C_b/C_t	Frazione per contenuto C_c/C_t	Frazione per impianti interni C_s/C_t	Totale di tutti i beni $(C_a + C_b + C_c + C_s)/C_t$
Senza animali	0	75%	10%	15%	100%
Con animali	10%	70%	5%	15%	100%

Se sono utilizzati i valori delle Tabelle 31 o 32 possono essere effettuati i seguenti passi:

- Determinare il valore totale C_t per l'intera struttura dalla Tab. 31;
- Determinare i valori totali C_a , C_b , C_c e C_s per l'intera struttura dalla Tab. 32;

nel caso in cui i valori totali C_a , C_b , C_c e C_s sono suddivisi in più zone, i valori applicabili in ciascuna zona possono essere definite con i seguenti rapporti:

- volume della zona/volume totale (per le strutture non industriali);
- impiegati nella zona/numero di impiegati totale (per le strutture industriali).

5. INDIVIDUAZIONE DELLA STRUTTURA DA PROTEGGERE

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

La struttura che si vuole proteggere coincide con un intero edificio a sé stante, fisicamente separato da altre costruzioni.

Pertanto, ai sensi dell'art. A.2.2 della norma CEI EN 62305-2, le dimensioni e le caratteristiche della struttura da considerare sono quelle dell'edificio stesso.

6. DATI INIZIALI

Dati struttura

Descrizione: Cinema Multisala Pio X - MPX

Indirizzo: Via Bonporti

Città: 22

Provincia: PD

Tipo di valutazione

In accordo con l'incarico ricevuto dal committente, la presente valutazione riguarda il rischio (come meglio precisato nel seguito) e la frequenza di danno.

Densità annua di fulmini a terra

Nella posizione in cui è ubicata la struttura i valori di N_G e N_{SG} sono:

$N_G = 2,42$

$N_{SG} = 3,52$

Componente di rischio RM

Per il calcolo della componente di rischio RM sono stati considerati i seguenti fattori:

- minima tensione di tenuta ad impulso U_w (kV) = 0,35
- applicabile ai circuiti di energia: sì
- applicabile coefficiente ambientale C_E : no

7. DATI RELATIVI ALLA STRUTTURA

7.1 Caratteristiche della struttura

Destinazione d'uso prevalente: pubblico spettacolo

Coefficiente di posizione CD: in area con oggetti di altezza uguale o inferiore

Schermatura: assente

Struttura dotata di:

- Sistema di protezione contro i fulmini (LPS): no
- Rete magliata di equipotenzialità conforme alla norma CEI EN 62305-4: no

- Sistema di allerta temporali: no

Tipo di costruzione:

Edificio con struttura metallica o in cemento armato con ferri di armatura elettricamente continui o gettati in opera.

Gli elementi sono utilizzati come componenti naturali dell'LPS: no

7.2 Aree di raccolta della struttura

L'individuazione della struttura da proteggere è stata effettuata in accordo con la norma CEI EN IEC 62305-2, art. A.2.2.

La pianta della struttura è riportata nell'Allegato "Disegno della struttura".

L'area di raccolta A_D dei fulmini diretti sulla struttura e l'area di raccolta A_M dei fulmini a terra vicino alla struttura, che ne possono danneggiare gli impianti interni per sovratensioni indotte, sono state valutate secondo la norma CEI EN IEC 62305-2, Allegato A.

In particolare, i valori delle aree di raccolta (A) e i relativi numeri di eventi pericolosi all'anno (N) sono pari a:

- area di raccolta per fulminazione diretta della struttura A_D (km^2) = $1,5422\text{E-}2$
- area di raccolta per fulminazione indiretta della struttura A_M (km^2) = $8,7761\text{E-}2$
- numero di eventi pericolosi per fulminazione diretta della struttura N_D = $2,7143\text{E-}2$
- numero di eventi pericolosi per fulminazione indiretta della struttura N_M = $2,1238\text{E-}1$

La rappresentazione grafica delle aree di raccolta è riportata rispettivamente nell'Allegato "Area di raccolta per fulminazione diretta della struttura" e nell'Allegato "Area di raccolta per fulminazione indiretta della struttura".

8. DATI RELATIVI ALLE LINEE ESTERNE

8.1 Caratteristiche delle linee

Le caratteristiche delle linee sono riportate di seguito.

L01 – Linea di Energia (linea di energia)

SPD ad arrivo linea: si (PEB= 0,05)

Interfaccia isolante: no

Sezione 1

Tratto interrato

Lunghezza (m) = 100

Resistività del suolo ($\text{ohm} \times \text{m}$) = 400

Schermo = assente

Coefficiente ambientale CE = zona urbana (CE=0,1)

Linea con neutro collegato a terra in più punti: no

Linea in tubo o canale metallico: no

Percorso interamente sotto fitta rete di terra magliata: no

Sezione 2

Struttura adiacente

Dimensioni

A (m) = 3

B (m) = 5

H (m) = 3

Coefficiente di posizione CD = in area con oggetti di altezza uguale o inferiore

L02 – Linea di Segnale (linea di segnale)

SPD ad arrivo linea: sì (PEB= 0,05)

Interfaccia isolante: sì

Sezione 1

Tratto interrato

Lunghezza (m) = 1000

Resistività del suolo (ohm x m) = 400

Schermo = assente

Coefficiente ambientale CE = zona urbana (CE=0,1)

Linea con neutro collegato a terra in più punti: no

Linea in tubo o canale metallico: no

Percorso interamente sotto fitta rete di terra magliata: no

Sezione 2

Struttura adiacente

Dimensioni

A (m) = 3

B (m) = 5

H (m) = 3

Coefficiente di posizione CD = in area con oggetti di altezza uguale o inferiore

8.2 Aree di raccolta delle linee

Le aree di raccolta AL e AI di ciascuna linea elettrica esterna sono state valutate secondo la norma CEI EN IEC 62305-2, Allegato A.

In particolare, i valori delle aree di raccolta (A) e i relativi numeri di eventi pericolosi all'anno (N) sono pari a:

L01 – Linea di Energia (linea di energia)

Area di raccolta per fulminazione diretta della linea AL (km²) = 4,0000E-3

Area di raccolta per fulminazione indiretta della linea AI (km²) = 7,6872E-2

Area di raccolta per fulminazione diretta della struttura adiacente ADJ (km²) = 4,1347E-4

Numero di eventi pericolosi per fulminazione diretta della linea NL = 4,2240E-4

Numero di eventi pericolosi per fulminazione indiretta della linea NI = 5,5809E-3

Numero di eventi pericolosi per fulminazione diretta della struttura adiacente NDJ (km²) = 7,2771E-4

L02 – Linea di Segnale (linea di segnale)

Area di raccolta per fulminazione diretta della linea AL (km²) = 4,0000E-2

Area di raccolta per fulminazione indiretta della linea AI (km²) = 1,9279E+0

Area di raccolta per fulminazione diretta della struttura adiacente ADJ (km²) = 4,1347E-4

Numero di eventi pericolosi per fulminazione diretta della linea NL = 4,2240E-3

Numero di eventi pericolosi per fulminazione indiretta della linea NI = 1,3997E-1

Numero di eventi pericolosi per fulminazione diretta della struttura adiacente NDJ (km²) = 7,2771E-4

9. DATI RELATIVI ALLE ZONE

Nella struttura, tenuto conto di:

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

Z01 – Struttura (zona interna)

9.1 Caratteristiche delle zone

Le caratteristiche delle zone sono riportate di seguito.

Z01 – Struttura (zona interna)

Presenza di persone: sì

Tempo di permanenza t_z (h): 4380

Presenza di persone sul tetto: no

Presenza di apparecchiature: sì

Tempo di esposizione t_e (h): 8760

Circuiti critici per la vita umana: sì

Circuiti critici per danni fisici: sì

Luogo con pericolo di esplosione: no

Rischio di incendio: ordinario

Protezioni antincendio: manuali, automatiche

Schermatura: assente

Tensioni di contatto e di passo trascurabili: no

Tipo di suolo: marmo

Protezioni contro le tensioni di contatto e di passo: nessuna

Valori di danno:

Rischio R_{L1} :

$L_T = 0,01$

$L_{F1} = 0,2$

Rischio R_{L2} :

$L_{F2} = 0,2$

Il danno si estende all'ambiente circostante: no

Impianti interni presenti nella zona:

IMP01 – Linea di Energia

Connesso alla linea: L01 (Linea di Energia)

Tipo di cablaggio: conduttori attivi e PE nello stesso cavo (spire fino a 0,5 m²)

Tensione di tenuta U_w (kV) = 2,5

Interfaccia isolante: no

Tensione indotta trascurabile: no

Sistema SPD: sì ($P_{SPD} = 0,05$)

Frequenza di danno $F_T = 0,1$

IMP02 – Linea di Segnale

Connesso alla linea: L02 (Linea di Segnale)

Tipo di cablaggio: conduttori attivi e PE su percorsi diversi (spire fino a 50 m²)

Tensione di tenuta U_w (kV) = 1,5

Interfaccia isolante: sì

Tensione indotta trascurabile: no

Sistema SPD: no

Frequenza di danno $F_T = 0,1$

10. VALUTAZIONE DEI RISCHI

10.1 Rischio RL1 – Perdita di vite umane

I valori delle componenti ed il valore del rischio R_{L1} sono di seguito indicati.

Z01 – Struttura (zona interna)

RAT: 1,3572E-9

RB1: 2,7143E-6

RU (impianto interno IMP01): 2,8753E-12

RU (impianto interno IMP02): 0,0000E+0

RV1 (impianto interno IMP01): 1,1501E-8

RV1 (impianto interno IMP02): 0,0000E+0

Totale: 2,8618E-6

Il rischio $R_{L1} = 2,8618E-6$ non è maggiore di quello tollerato $R_T = 1,0000E-5$ pertanto non è necessario adottare idonee misure di protezione per ridurlo.

La rappresentazione grafica del rischio di zona è riportata nell'Allegato "Rischio R_{L1} – Perdita di vite umane".

10.2 Rischio RL2 – Perdite per danni fisici

I valori delle componenti ed il valore del rischio R_{L2} sono di seguito indicati.

Z01 – Struttura (zona interna)

RB2: 5,4287E-6

RV2 (impianto interno IMP01): 2,3002E-8

RV2 (impianto interno IMP02): 0,0000E+0

Totale: 5,4517E-6

Il rischio $R_{L2} = 5,4517E-6$ non è maggiore di quello tollerato $R_T = 1,0000E-5$ pertanto non è necessario adottare idonee misure di protezione per ridurlo.

La rappresentazione grafica del rischio di zona è riportata nell'Allegato "Rischio R_{L2} – Perdite per danni fisici".

10.3 Rischio RL1 + RL2 – Perdite di vite umane e danni fisici

I valori delle componenti ed il valore del rischio $R_{L1}+R_{L2}$ sono di seguito indicati.

Z01 – Struttura (zona interna)

RAT: 1,3572E-9

RB: 8,1430E-6

RU: 2,8753E-10

RV: 3,4503E-8

Totale: 8,3135E-6

Il rischio $R_{L1} + R_{L2} = 8,3135E-6$ non è maggiore di quello tollerato $R_T = 1,0000E-5$ pertanto non è necessario adottare idonee misure di protezione per ridurlo.

La rappresentazione grafica del rischio di zona è riportata nell'Allegato "Rischio $R_{L1} + R_{L2}$ – Perdite di vite umane e danni fisici".

11. VALUTAZIONE DELLA FREQUENZA DI DANNO

La valutazione della frequenza di danno è stata condotta per i seguenti impianti interni nella struttura:

Z01 – Struttura (zona interna)

IMP01 – Linea di Energia

$F_C = 2,7143E-2$

$F_W = 1,1501E-3$

$F_Z = 5,5809E-3$

$F_{Totale} = 3,3874E-2$

$F_{Tollerabile} = 1,0000E-1$

La frequenza di danno totale non è maggiore della frequenza di danno tollerabile pertanto non è necessario adottare idonee misure di protezione per ridurla.

IMP02 – Linea di Segnale

$F_C = 2,7143E-2$

$F_W = 4,9517E-3$

$F_Z = 0,0000E+0$

$F_{Totale} = 3,2095E-2$

$F_{Tollerabile} = 1,0000E-1$

La frequenza di danno totale non è maggiore della frequenza di danno tollerabile pertanto non è necessario adottare idonee misure di protezione per ridurla.

12. SCELTA DELLE MISURE DI PROTEZIONE

Non occorre adottare alcuna misura di protezione per ridurlo.

13. CONCLUSIONI

Secondo la norma CEI EN 62305-2 la protezione contro il fulmine non è necessaria ai fini della riduzione del rischio.

L'edificio risulta "Autoprotetto".

È invece richiesta, in accordo con la guida CEI 81-29, la protezione contro le sovratensioni al fine di garantire la funzionalità degli impianti.

Per incrementare la sicurezza e proteggere dagli effetti delle sovratensioni causate da scariche atmosferiche, è necessario adottare le seguenti misure:

- **Installazione di limitatori di sovratensione (SPD):** utilizzare dispositivi idonei conformi alla norma CEI 64-8, con SPD di livello IV per la linea energia.
- **Protezione per la centralina di rivelazione incendi:** installare un limitatore di sovratensione monofase specifico per la centralina, oltre a limitatori di sovratensioni adeguati a ciascun loop antincendio a 24V.

IL TECNICO

Davide Sabbadin

Ing. Sez. A 6370 - Per. Ind. PD1498

Min. Int. PD06370I00811

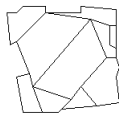


14. ALLEGATI

Sono allegati alla presente relazione i seguenti documenti:

- Disegno della struttura
- Grafico area di raccolta AD
- Grafico area di raccolta AM
- Rischio RL1 – Perdite di vite umane
- Rischio RL2 – Perdite per danni fisici
- Rischio $R_{L1} + R_{L2}$ – Perdite di vite umane e danni fisici
- Attestato Valore $N_g - N_{sg}$

Allegato - Disegno della struttura



Scala: 20 m

H_{\max} : 9,5 m

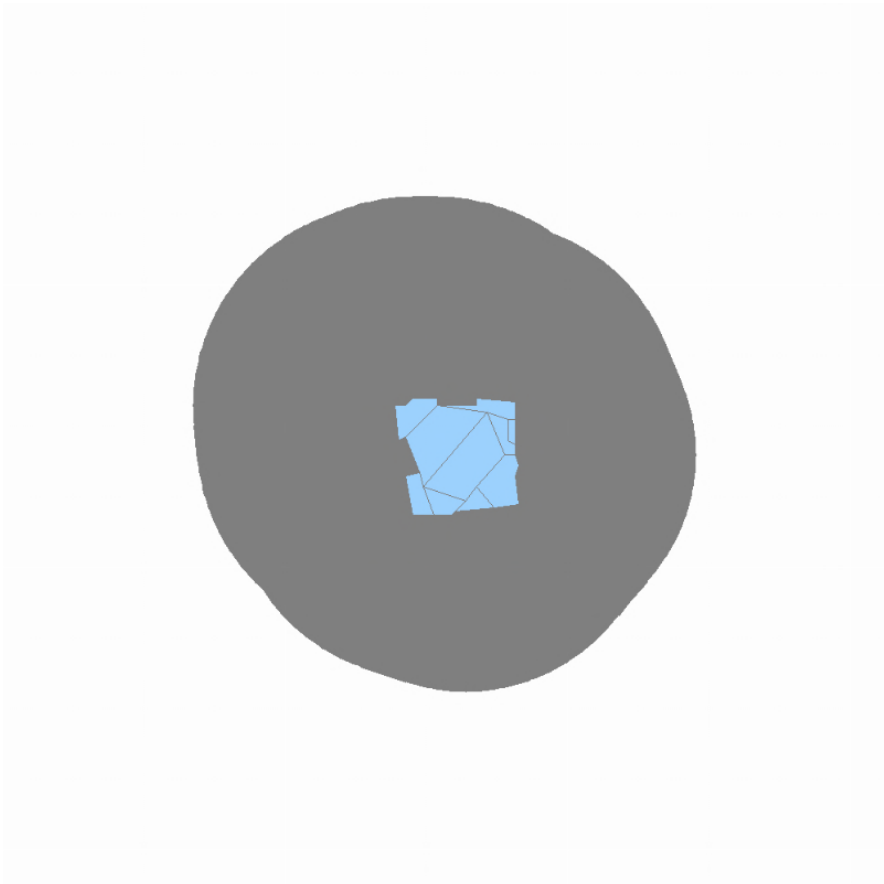
Committente: Provincia di Padova

Descrizione struttura: Cinema, Teatro, Auditorium, Sala Convegni - Multisala Pio X

Indirizzo: Via Bonporti, 22

Comune: Padova

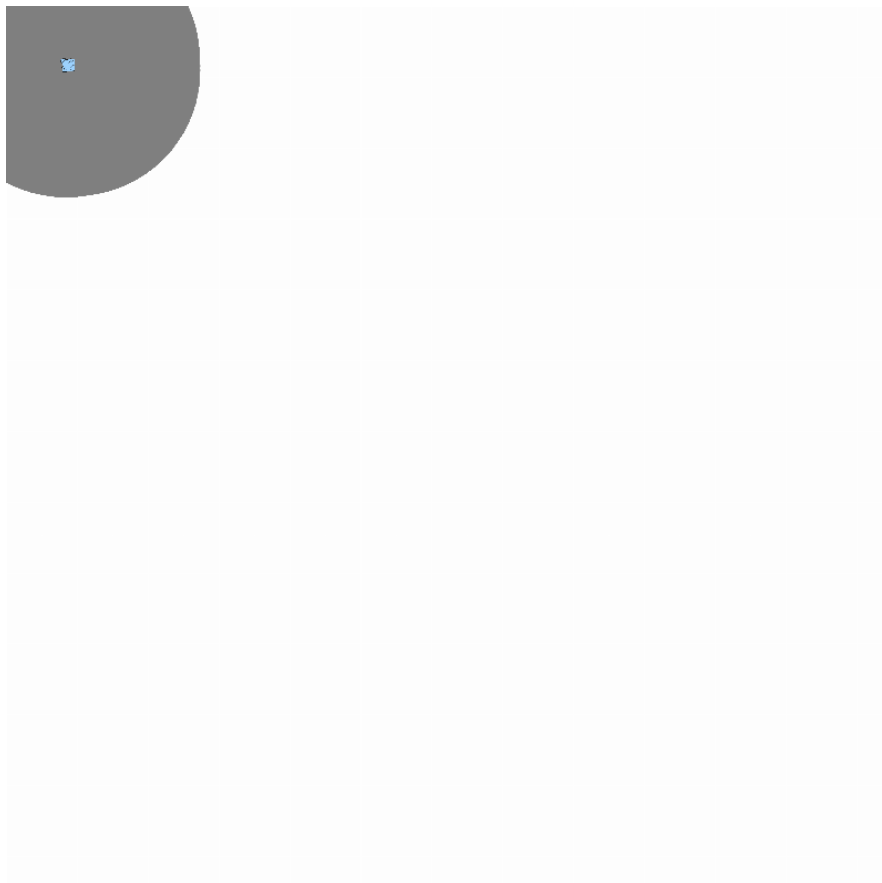
Provincia: PD



Scala: 20 m

H_{max}: 9,5 m

Allegato - Area di raccolta per fulminazione indiretta AM

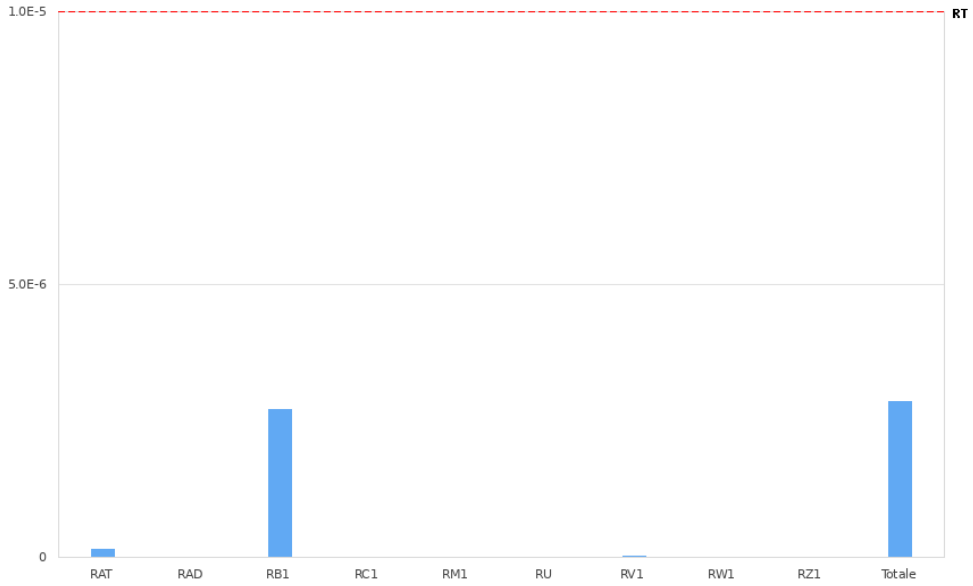


Scala: 30 m
H_{max}: 9,5 m

Allegato: Rischio R_{L1} – Perdite di vite umane

I valori numerici sono riportati nel testo della relazione.

Z01 – Struttura



Allegato: Rischio R_{L2} – Perdite per danni fisici

I valori numerici sono riportati nel testo della relazione.

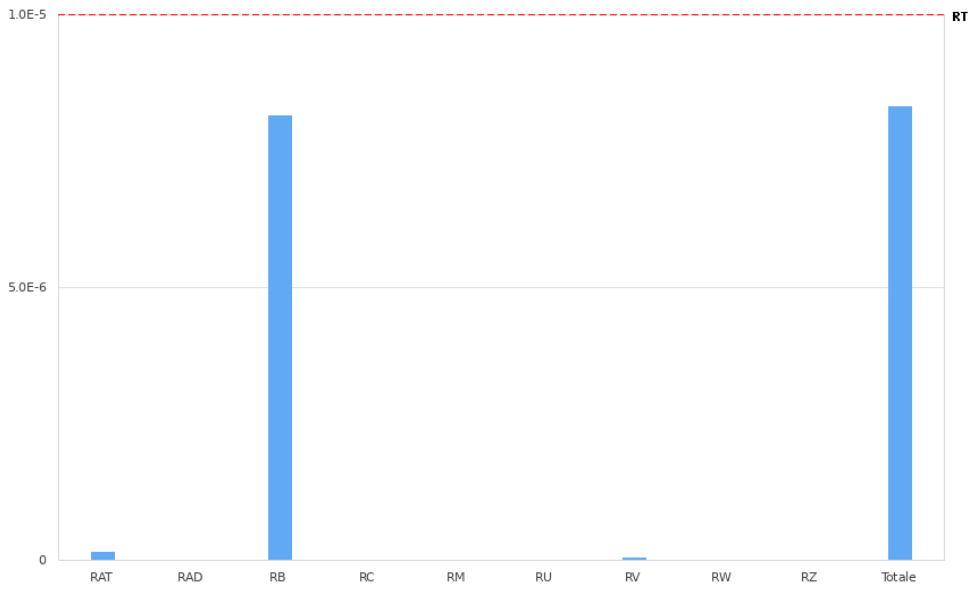
Z01 – Struttura



Allegato: Rischio $R_{L1} + R_{L2}$ – Perdite di vite umane e danni fisici

I valori numerici sono riportati nel testo della relazione.

Z01 – Struttura



VALORI N_G - N_{SG}

(CEI EN IEC 62305 - CEI EN IEC 62858)

$$N_G = 2,42 - N_{SG} = 3,52$$

POSIZIONE

Latitudine: 45,405251° N

Longitudine: 11,871347° E

INFORMAZIONI

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

VALIDITÀ TEMPORALE

- I valori di N_G e N_{SG} riportati sul presente attestato, in accordo con la norma CEI EN IEC 62858, art. 4.3, dovranno essere rivalutati a partire dal 1° gennaio 2030.

Data 15/09/2025

Coordinate in formato decimale (WGS84)

Indirizzo: Coordinate manuali

Latitudine: 45,405251

Longitudine: 11,871347

