



COMUNE DI REGGIO EMILIA
SERVIZIO INGEGNERIA EDIFICI



COPERTURA DELLA PISTA POLIVALENTE DEL CENTRO SOCIALE PIGAL PROGETTO ESECUTIVO IMPIANTI ELETTRICI

E05 RELAZIONE TECNICA PROTEZIONE CONTRO I FULMINI

RESPONSABILE DEL PROCEDIMENTO:
ERMES TORREGGIANI ingegnere

II PROGETTISTA:
LUCA FORTI ingegnere iscr. N. 1364

INGS
S.R.L. **PROGETTI**

Ings. Progetti Srl
Via Brigata Reggio, 24
42124 Reggio nell'Emilia
CF/P.IVA 02202350357

Marzo 2021

RELAZIONE TECNICA

Protezione contro i fulmini

Valutazione del rischio e scelta delle misure di protezione

Committente:

Committente: COMUNE DI REGGIO EMILIA

Descrizione struttura: PISTA POLIVALENTE CENTRO SOCIALE PIGAL

Comune: REGGIO EMILIA

Provincia: RE

INGS PROGETTI Srl

Via Brigata Reggio 24 - 42124 Reggio Emilia (RE) - Pagina 1 di 13

SOMMARIO

1. CONTENUTO DEL DOCUMENTO
2. NORME TECNICHE DI RIFERIMENTO
3. INDIVIDUAZIONE DELLA STRUTTURA DA PROTEGGERE
4. DATI INIZIALI
 - 4.1 Densità annua di fulmini a terra
 - 4.2 Dati relativi alla struttura
 - 4.3 Dati relativi alle linee esterne
 - 4.4 Definizione e caratteristiche delle zone
5. CALCOLO DELLE AREE DI RACCOLTA DELLA STRUTTURA E DELLE LINEE ELETTRICHE ESTERNE
6. VALUTAZIONE DEI RISCHI
 - 6.1 Rischio R_1 di perdita di vite umane
 - 6.1.1 Calcolo del rischio R_1
 - 6.1.2 Analisi del rischio R_1
7. SCELTA DELLE MISURE DI PROTEZIONE
8. CONCLUSIONI
9. APPENDICI
10. ALLEGATI
 - Valore N_g
 - Coordinate in formato decimale (WGS84)

1. CONTENUTO DEL DOCUMENTO

Questo documento contiene:

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

2. NORME TECNICHE DI RIFERIMENTO

Questo documento è stato elaborato con riferimento alle seguenti norme:

- CEI EN 62305-1
"Protezione contro i fulmini. Parte 1: Principi generali"
Febbraio 2013;
- CEI EN 62305-2
"Protezione contro i fulmini. Parte 2: Valutazione del rischio"
Febbraio 2013;
- CEI EN 62305-3
"Protezione contro i fulmini. Parte 3: Danno materiale alle strutture e pericolo per le persone"
Febbraio 2013;
- CEI EN 62305-4
"Protezione contro i fulmini. Parte 4: Impianti elettrici ed elettronici nelle strutture"
Febbraio 2013;
- CEI 81-29
"Linee guida per l'applicazione delle norme CEI EN 62305"
Maggio 2020;
- CEI EN IEC 62858
"Densità di fulminazione. Reti di localizzazione fulmini (LLS) - Principi generali"
Maggio 2020.

3. 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.

4. DATI INIZIALI

4.1 Densità annua di fulmini a terra

La densità annua di fulmini a terra al kilometro quadrato nella posizione in cui è ubicata la struttura (in proposito vedere l'allegato "Valore di N_g "), vale:

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

N_g è il numero di fulmini a terra all'anno e al kilometro quadrato.

Tale valore è indispensabile per calcolare il numero di eventi pericolosi dovuti al fulmine e quindi, in ultima analisi, per scegliere le eventuali misure di protezione.

Il valore di N_g è stato fornito da TNE srl (TuttoNormel) e deriva da rilevazioni ed elaborazioni effettuate secondo lo stato dell'arte della tecnologia e delle conoscenze tecnico-scientifiche in materia.

I dati forniti da TNE srl possiedono le caratteristiche indicate dalla guida CEI EN IEC 62858 per essere utilizzati nella analisi del rischio prevista dalla norma CEI EN 62305-2.

4.2 Dati relativi alla struttura

Le dimensioni massime della struttura sono:

A (m): 38 B (m): 27,5 H (m): 11.

La destinazione d'uso prevalente della struttura è: pista polivalente

In relazione anche alla sua destinazione d'uso, la struttura può essere soggetta a:

- perdita di vite umane

In accordo con la norma CEI EN 62305-2 per valutare la necessità della protezione contro il fulmine, deve pertanto essere calcolato:

- rischio R1;

In genere:

- Il rischio R1 (perdite di vite umane) è presente in tutte le strutture in cui sia prevista presenza di persone all'interno o all'esterno della struttura.
- Il rischio R2 (perdita di servizio pubblico essenziale) è presente solo nelle strutture adibite a servizi di distribuzione di acqua, gas, energia elettrica, radiotelevisione, telecomunicazioni, ecc.
- Il rischio R3 (perdita di patrimonio culturale insostituibile) è presente solo per musei o strutture simili.
- Il rischio R4 (perdite economiche) è a discrezione del Committente se considerarlo.

Le valutazioni di natura economica, volte ad accertare la convenienza dell'adozione delle misure di protezione, non sono state condotte perché espressamente non richieste dal Committente.

4.3 Dati relativi alle linee elettriche esterne

La struttura è servita dalle seguenti linee elettriche:

- Linea di energia: LINEA ENERGIA

Le caratteristiche delle linee elettriche sono riportate nell'Appendice *Caratteristiche delle linee elettriche*.

4.4 Definizione e caratteristiche delle zone

Tenuto conto di:

- compartimenti antincendio esistenti e/o che sarebbe opportuno realizzare;
- eventuali locali già protetti (e/o che sarebbe opportuno proteggere specificamente) contro il LEMP (impulso elettromagnetico);
- i tipi di superficie del suolo all'esterno 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:

Z1: ZONA INTERNA

Z2: ZONA ESTERNA

Le caratteristiche delle zone, i valori medi delle perdite, i tipi di rischio presenti e le relative componenti sono riportate nell'Appendice *Caratteristiche delle Zone*.

INGS PROGETTI Srl

Via Brigata Reggio 24 - 42124 Reggio Emilia (RE) - Pagina 5 di 13

5. CALCOLO DELLE AREE DI RACCOLTA DELLA STRUTTURA E DELLE LINEE ELETTRICHE ESTERNE

L'area di raccolta AD dei fulmini diretti sulla struttura è stata valutata analiticamente come indicato nella norma CEI EN 62305-2, art. A.2.

L'area di raccolta AM dei fulmini a terra vicino alla struttura, che ne possono danneggiare gli impianti interni per sovratensioni indotte, è stata valutata analiticamente come indicato nella norma CEI EN 62305-2, art. A.3.

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

I valori delle aree di raccolta (A) e i relativi numeri di eventi pericolosi all'anno (N) sono riportati nell'Appendice Aree di raccolta e numero annuo di eventi pericolosi.

I valori delle probabilità di danno (P) per il calcolo delle varie componenti di rischio considerate sono riportate nell'Appendice Valori delle probabilità P per la struttura non protetta.

6. VALUTAZIONE DEI RISCHI

6.1 Rischio R1: perdita di vite umane

6.1.1 Calcolo del rischio R1

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

Z1: ZONA INTERNA

RA: 2,22E-10

RB: 4,45E-09

RU(IMPIANTO ELETTRICO): 5,86E-12

RV(IMPIANTO ELETTRICO): 1,17E-10

Totale: 4,79E-09

Z2: ZONA ESTERNA

RA: 1,12E-08

Totale: 1,12E-08

Valore totale del rischio R1 per la struttura: 1,60E-08

Nel seguito è riassunto il significato delle componenti di rischio.

Componente A

La componente di rischio A è relativa ai danni ad esseri viventi per tensioni di contatto e di passo, dovute ad un fulmine diretto sull'edificio, all'interno della struttura e in una fascia di 3 m all'esterno della struttura.

Le perdite che si possono avere sono L1 (perdita di vite umane) ed L4 (perdita di animali) se l'edificio è adibito ad uso agricolo.

Componente B

La componente di rischio B riguarda i danni fisici causati da incendi e/o esplosioni innescati dalle scariche pericolose che hanno luogo in seguito alla fulminazione diretta della struttura.

Le perdite che si possono avere sono L1 (perdita di vite umane), L2 (perdita di servizio pubblico) se l'edificio fa parte delle infrastrutture di reti adibite a tale servizio, L3 (perdita di patrimonio culturale) se l'edificio è adibito a museo o attività simili, L4 (perdita economica).

Componente C

La componente di rischio C si riferisce ai danni agli impianti interni della struttura, ossia l'avaria di apparecchiature elettriche ed elettroniche, causati dal LEMP (lightning electromagnetic pulse) originato dalla variazione repentina del campo elettromagnetico associato all'impulso della corrente di fulmine che colpisce l'edificio.

Tale fenomeno è particolarmente insidioso in quanto determina elevate tensioni indotte di tipo impulsivo all'interno di tutte le spire presenti all'interno della struttura. I danni sugli impianti si hanno qualora le tensioni indotte superino la tensione di tenuta ad impulso dei componenti elettrici.

Le perdite che si possono avere sono L1 (perdita di vite umane), se l'edificio è a rischio di esplosione, o se è un ospedale o è comunque adibito ad attività in cui l'avaria di apparecchiature elettriche o elettroniche può avere come diretta conseguenza la morte di persone, L2 (perdita di servizio pubblico) se l'edificio fa parte delle infrastrutture di reti adibite a tale servizio, L4 (perdita economica).

Componente M

La componente di rischio M considera i danni agli impianti interni della struttura, ossia l'avaria di apparecchiature elettriche ed elettroniche, causati dal LEMP originato dal fulmine a terra in prossimità della struttura. Le perdite che si possono avere sono L1 (perdita di vite umane), se l'edificio è a rischio di esplosione, o se è un ospedale o è comunque adibito ad attività in cui l'avaria di apparecchiature elettriche o elettroniche può avere come diretta conseguenza la morte di persone, L2 (perdita di servizio pubblico) se l'edificio fa parte delle infrastrutture di reti adibite a tale servizio, L4 (perdita economica).

Nel caso molto particolare in cui $AD > AM$ deselezionare l'eventuale componente di rischio M.

Componente U

La componente di rischio U concerne i danni ad esseri viventi per tensioni di contatto all'interno della struttura, dovute ad un fulmine diretto sulla linea entrante. La norma non ritiene trascurabile la probabilità che a causa di una fulminazione diretta della linea si determini un difetto di isolamento all'interno della struttura con conseguente pericolo per tensioni di contatto.

Le perdite che si possono avere sono L1 (perdita di vite umane) ed L4 (perdita di animali) negli edifici adibiti ad uso agricolo.

Componente V

La componente di rischio V attiene i danni fisici causati da incendi e/o esplosioni innescati dalle scariche pericolose che hanno luogo in seguito alla fulminazione diretta della linea.

Le perdite che si possono avere sono L1 (perdita di vite umane), L2 (perdita di servizio pubblico) se l'edificio fa parte delle infrastrutture di reti adibite a tale servizio, L3 (perdita di patrimonio culturale) se l'edificio è adibito a museo o attività simili, L4 (perdita economica).

Componente W

La componente di rischio W contempla i danni agli impianti interni della struttura, ossia l'avaria di apparecchiature elettriche ed elettroniche, causati dalle sovratensioni indotte sulla linea entrante nella struttura da un fulmine che colpisce direttamente la linea.

Le perdite che si possono avere sono L1 (perdita di vite umane), se l'edificio è a rischio di esplosione, o se è un ospedale o è comunque adibito ad attività in cui l'avaria di apparecchiature elettriche o elettroniche può avere come diretta conseguenza la morte di persone, L2 (perdita di servizio pubblico) se l'edificio fa parte delle infrastrutture di reti adibite a tale servizio, L4 (perdita economica).

Componente Z

La componente di rischio Z interessa i danni agli impianti interni della struttura, ossia l'avaria di apparecchiature elettriche ed elettroniche, causati dalle sovratensioni indotte sulla linea entrante nella struttura da un fulmine che colpisce in prossimità della linea.

Le perdite che si possono avere sono L1 (perdita di vite umane), se l'edificio è a rischio di esplosione, o se è un ospedale o è comunque adibito ad attività in cui l'avaria di apparecchiature elettriche o elettroniche può avere come diretta conseguenza la morte di persone, L2 (perdita di servizio pubblico) se l'edificio fa parte delle infrastrutture di reti adibite a tale servizio, L4 (perdita economica).

6.1.2 Analisi del rischio R1

Il rischio complessivo $R1 = 1,68E-08$ è inferiore a quello tollerato $RT = 1E-05$

7. SCELTA DELLE MISURE DI PROTEZIONE

Poiché il rischio complessivo $R1 = 1,68E-08$ è inferiore a quello tollerato $RT = 1E-05$, non occorre adottare alcuna misura di protezione per ridurlo.

8. CONCLUSIONI

Rischi che non superano il valore tollerabile: R1

Secondo la norma CEI EN 62305-2 la protezione contro il fulmine non è necessaria.

Data 06/03/2021

Timbro e firma

INGS PROGETTI Srl

Via Brigata Reggia 24 - 42124 Reggio Emilia (RE) - Pagina 8 di 13

9. APPENDICI

APPENDICE - Caratteristiche della struttura

Dimensioni: A (m): 38 B (m): 27,5 H (m): 11
Coefficiente di posizione: in area con oggetti di altezza uguale o inferiore ($CD = 0,5$)
Schermo esterno alla struttura: assente
Densità di fulmini a terra (fulmini/anno km^2) $Ng = 2,22$

APPENDICE - Caratteristiche delle linee elettriche

Caratteristiche della linea: LINEA ENERGIA
La linea ha caratteristiche uniformi lungo l'intero percorso
Tipo di linea: energia - interrata
Lunghezza stimata (m) $L = 50$
Resistività stimata ($ohm \times m$) $r = 400$
Coefficiente ambientale (CE): urbano
Dimensioni della struttura da cui proviene la linea: A (m): 50 B (m): 24 H (m): 7
Coefficiente di posizione della struttura da cui proviene la linea (Cd): isolata
SPD ad arrivo linea: livello II ($PEB = 0,02$)

APPENDICE - Caratteristiche delle zone

Caratteristiche della zona: ZONA INTERNA
Tipo di zona: interna
Tipo di pavimentazione: linoleum ($rt = 0,00001$)
Rischio di incendio: ridotto ($rf = 0,001$)
Pericoli particolari: ridotto rischio di panico ($h = 2$)
Protezioni antincendio: automatiche ($rp = 0,2$) manuali ($rp = 0,5$)
Schermatura di zona: assente
Protezioni contro le tensioni di contatto e di passo: nessuna

Impianto interno: IMPIANTO ELETTRICO

Alimentato dalla linea LINEA ENERGIA
Tipo di circuito: Cond. attivi e PE con stesso percorso (spire fino a $10 m^2$) ($Ks3 = 0,2$)
Tensione di tenuta: 2,5 kV
Sistema di SPD - livello: Assente ($PSPD = 1$)
Frequenza di danno tollerabile: 0,1

Valori medi delle perdite per la zona: ZONA INTERNA
Rischio 1

PISTA POLIVALENTE DEL CENTRO SOCIALE PIGAL – REGGIO EMILIA
Relazione tecnica di verifica protezione contro i fulmini

Numero di persone nella zona: 99

Numero totale di persone nella struttura: 99

Tempo per il quale le persone sono presenti nella zona (ore all'anno): 2000

Perdita per tensioni di contatto e di passo (relativa a R1) $LA = LU = 2,28E-08$

Perdita per danno fisico (relativa a R1) $LB = LV = 4,56E-07$

Rischi e componenti di rischio presenti nella zona: ZONA INTERNA

Rischio 1: Ra Rb Ru Rv

Caratteristiche della zona: ZONA ESTERNA

Tipo di zona: esterna

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

Protezioni contro le tensioni di contatto e di passo: nessuna

Valori medi delle perdite per la zona: ZONA ESTERNA

Numero di persone nella zona: 10

Numero totale di persone nella struttura: 99

Tempo per il quale le persone sono presenti nella zona (ore all'anno): 1000

Perdita per tensioni di contatto e di passo (relativa a R1) $LA = 1,15E-06$

Rischi e componenti di rischio presenti nella zona: ZONA ESTERNA

Rischio 1: Ra

APPENDICE - Frequenza di danno

Secondo la guida CEI 81-29, per verificare che non sia compromessa la funzionalità della struttura e dei suoi impianti, è possibile fare riferimento alla frequenza di danno.

La frequenza di danno (F) è il numero di volte in un anno che un fulmine può causare un danno alla struttura da proteggere. Poiché ogni danno comporta una perdita economica, la frequenza di danno è anche la frequenza con cui si verifica una perdita economica nella struttura da proteggere.

In formula, la frequenza di danno (F) è il prodotto tra il numero (N) di eventi pericolosi all'anno e la probabilità (P) che all'evento pericoloso segua il danno ($F = NP$). Se si moltiplica la frequenza di danno per l'entità del danno (d), si ottiene il valore del rischio relativo alle perdite economiche ($R_4 = F d = N P d$).

Il vantaggio di riferirsi alla frequenza di danno (F) anziché al rischio (R_4) è proprio quello che non occorre conoscere l'entità del danno (d).

Un'elevata frequenza di danno può compromettere inaccettabilmente la funzionalità della struttura e dei suoi impianti.

Il valore della frequenza di danno tollerabile (FT) può essere definito dal gestore della struttura in relazione alle proprie necessità, ad es. in relazione all'affidabilità richiesta agli impianti.

Il valore della frequenza di danno tollerabile (FT) suggerito dalla guida CEI 81-29 è $FT = 0,1$ (un danno ogni dieci anni). Secondo la guida stessa, però, il gestore della struttura, in relazione alle proprie

INGS PROGETTI Srl

Via Brigata Reggione 24 - 42124 Reggio Emilia (RE) - Pagina 11 di 13

necessità (ad es. al grado di affidabilità richiesto per gli impianti), può stabilire un valore di frequenza di danno tollerabile differente, ma in ogni caso, tale valore non deve essere superiore a 1 (un danno all'anno).

La frequenza di danno è calcolata come somma delle frequenze parziali dei danni relative alle varie sorgenti di danno che interessano la struttura (S1: fulmini sulla struttura, S2: fulmini vicino alla struttura, S3: fulmini sulle linee entranti nella struttura, S4: fulmini vicino alle linee entranti nella struttura).

Secondo le norme il committente ha comunque facoltà di rinunciare all'installazione delle misure di protezione necessarie per garantire la funzionalità della struttura e dei suoi impianti.

Frequenza di danno tollerabile considerato nella verifica $FT = 0,1$

FS1: Frequenza di danno dovuta a fulmini sulla struttura

FS2: Frequenza di danno dovuta a fulmini vicino alla struttura

FS3: Frequenza di danno dovuta a fulmini sulle linee entranti nella struttura

FS4: Frequenza di danno dovuta a fulmini vicino alle linee entranti nella struttura

Impianto interno 1

Zona: ZONA INTERNA

Linea: LINEA ENERGIA

Circuito: IMPIANTO ELETTRICO

FS Totale: 0,0293

Frequenza di danno tollerabile: 0,1

Circuito protetto: SI

APPENDICE - Aree di raccolta e numero annuo di eventi pericolosi

Struttura

Area di raccolta per fulminazione diretta della struttura $AD = 8,79E-03 \text{ km}^2$

Area di raccolta per fulminazione indiretta della struttura $AM = 4,31E-01 \text{ km}^2$

Numero di eventi pericolosi per fulminazione diretta della struttura $ND = 9,76E-03$

Numero di eventi pericolosi per fulminazione indiretta della struttura $NM = 9,57E-01$

Linee elettriche

Area di raccolta per fulminazione diretta (AL) e indiretta (AI) delle linee:

LINEA ENERGIA

$AL = 0,002000 \text{ km}^2$

$AI = 0,200000 \text{ km}^2$

Numero di eventi pericolosi per fulminazione diretta (NL) e indiretta (NI) delle linee:

LINEA ENERGIA

$NL = 0,000222$

INGS PROGETTI Srl

Via Brigata Reggio 24 - 42124 Reggio Emilia (RE) - Pagina 12 di 13

NI = 0,022200

APPENDICE - Valori delle probabilità P per la struttura non protetta

Zona Z1: ZONA INTERNA

PA = 1,00E+00

PB = 1,0

PC (IMPIANTO ELETTRICO) = 1,00E+00

PC = 1,00E+00

PM (IMPIANTO ELETTRICO) = 6,40E-03

PM = 6,40E-03

PU (IMPIANTO ELETTRICO) = 2,00E-02

PV (IMPIANTO ELETTRICO) = 2,00E-02

PW (IMPIANTO ELETTRICO) = 1,00E+00

PZ (IMPIANTO ELETTRICO) = 3,00E-01

Zona Z2: ZONA ESTERNA

PA = 1,00E+00

PB = 1,0

PC = 0,00E+00

PM = 0,00E+00



VALORE DI N_G

(CEI EN 62305 - CEI EN IEC 62858)

$$N_G = 2,22 \text{ fulmini / (anno km}^2\text{)}$$

POSIZIONE

Latitudine: **44,711597° N**

Longitudine: **10,649337° E**

INFORMAZIONI

- Il valore di N_G è riferito alle coordinate geografiche fornite dall'utente (latitudine e longitudine, formato WGS84). E' 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 derivano da rilevazioni ed elaborazioni effettuate secondo lo stato dell'arte della tecnologia e delle conoscenze tecnico-scientifiche in materia.
- Il valore di N_G dipende dalle coordinate inserite. In uno stesso Comune si possono avere più valori di N_G .
- Piccole variazioni delle coordinate possono portare a valori diversi di N_G a causa della natura discreta della mappa cartografica.
- I dati forniti da TNE srl possiedono le caratteristiche indicate dalla guida CEI EN IEC 62858 per essere utilizzati nella analisi del rischio prevista dalla norma CEI EN 62305-2.
- I valori di N_G 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.

VALIDITA' TEMPORALE

- Il valore di N_G riportato sul presente attestato, in accordo con la norma CEI EN IEC 62858, art. 4.3, dovrà essere rivalutato a partire dal 1° gennaio 2025.

Data 06/03/2021

Coordinate in formato decimale (WGS84)

Indirizzo: Coordinate manuali

Latitudine: 44,711597

Longitudine: 10,649337

