



Piattaforma polifunzionale Ponticelle

Nulla Osta di Fattibilità (N.O.F.)

D.Lgs. 26 giugno 2015, n. 105 e s.m.i., artt. 15 e 16

RAPPORTO PRELIMINARE DI SICUREZZA Piattaforma polifunzionale Ponticelle

ALLEGATO 3

Relazione scariche atmosferiche

| | | | | | | |
|--------------------------|----------------------------|---|--------------------------|------------------------------|---------|--|
| Approvato HA | R. Boschi E. Zamagni | | Approvato ER | G. Romano F. Lia | |  GOLDER |
| Controllato HA | M. Facchini L. Pernetta | | Controllato ER | E. Lagrotta V. D'Ippolito | | |
| Redatto Golder | | F. De Giorgi C. Zaffaroni P. Zoppellari | | | | |
| Cod. Doc. HA | CO 05 RA VA 00 D1 RS 20.00 | | Cod. Doc. ER | 160053-ENG-E-E5-2246 | | |
| Rev. | 00 | Data | 26/03/2021 | Pagine | 1 di 88 | |

SOMMARIO

| | | |
|----------|---|-----------|
| A | PREMESSA | 5 |
| A.1 | CONTENUTO DEL DOCUMENTO | 5 |
| A.2 | NORME DI RIFERIMENTO E BIBLIOGRAFIA | 7 |
| B | PROCEDURA ADOTTATA | 8 |
| C | INDIVIDUAZIONE STRUTTURE DA PROTEGGERE | 10 |
| D | VALUTAZIONE LOCALE N1+N2, RICONFEZIONAMENTO SOLIDI E TRITURAZIONE + SCONFEZIONAMENTO | 19 |
| D.1.1 | Densità annua di fulmini al suolo | 19 |
| D.1.2 | Dati relativi alla struttura | 19 |
| D.1.3 | Dati relativi alle linee elettriche esterne | 19 |
| D.1.4 | Definizione e caratteristiche delle zone | 20 |
| D.2 | CALCOLO DELLE AREE DI RACCOLTA DELLA STRUTTURA E DELLE LINEE ELETTRICHE ESTERNE..... | 20 |
| D.3 | VALUTAZIONI DEI RISCHI | 21 |
| D.3.1 | Rischio R_1 : rischio di perdita di vite umane | 21 |
| D.3.2 | Scelta delle misure di protezione | 24 |
| D.3.3 | Conclusioni..... | 27 |
| D.3.4 | Appendici | 28 |
| E | VALUTAZIONE LOCALE N4 STOCCAGGIO SOLIDI SFUSI (ALTO CONTENUTO HC) | 32 |
| E.1.1 | Densità annua fulmini a terra..... | 32 |
| E.1.2 | Dati relativi alla struttura | 32 |
| E.1.3 | Dati relativi alle linee elettriche esterne | 32 |
| E.1.4 | Definizione e caratteristiche delle zone | 33 |
| E.2 | CALCOLO DELLE AREE DI RACCOLTA DELLE STRUTTURE E DELLE LINEE ELETTRICHE ESTERNE..... | 33 |
| E.3 | VALUTAZIONI DEI RISCHI | 34 |
| E.3.1 | Rischio R_1 perdita di vite umane | 34 |
| E.3.2 | Scelta delle misure di protezione | 37 |
| E.3.3 | Conclusioni..... | 41 |
| E.3.4 | Appendici | 41 |

| | | | | |
|----------------------------|---------------------------------|-------------|-------------|---------|
| CO 05 RA VA 00 D1 RS 20.00 | RELAZIONE SCARICHE ATMOSFERICHE | 00 | 26/03/2021 | 2 di 88 |
| Cod. HA | Descrizione | Rev. | Data | |

| | | |
|----------|---|-----------|
| F | VALUTAZIONE LOCALE N7 STOCCAGGIO SOLIDI IN COLLI | 46 |
| F.1.1 | Densità annua dei fulmini a terra | 46 |
| F.1.2 | Dati relativi alla struttura | 46 |
| F.1.3 | Dati relativi alle linee elettriche esterne | 46 |
| F.1.4 | Definizione e caratteristiche della zona | 46 |
| F.2 | CALCOLO DELLE AREE DI RACCOLTA DELLE STRUTTURE E DELLE LINEE ELETTRICHE ESTERNE | 47 |
| F.3 | VALUTAZIONE DEI RISCHI | 48 |
| F.3.1 | Rischio R1: perdita di vite umane | 48 |
| F.3.2 | Scelta delle misure di protezione | 49 |
| F.3.3 | Conclusioni | 49 |
| F.3.4 | Appendici | 49 |
| G | VALUTAZIONE LOCALE N8 STOCCAGGIO LIQUIDI IN COLLI | 53 |
| G.1.1 | Densità annua di fulmini a terra | 53 |
| G.1.2 | Dati relativi alla struttura | 53 |
| G.1.3 | Dati relativi alle linee elettriche esterne | 53 |
| G.1.4 | Definizione e caratteristica delle zone | 53 |
| G.2 | CALCOLO DELLE AREE DI RACCOLTA DELLA STRUTTURA E DELLE LINEE ELETTRICHE ESTERNE | 54 |
| G.3 | VALUTAZIONE DEI RISCHI | 55 |
| G.3.1 | Rischio R ₁ : perdita di vite umane | 55 |
| G.3.2 | Scelta delle misure di protezione | 58 |
| G.3.3 | Conclusioni | 62 |
| G.3.4 | Appendici | 62 |
| H | VALUTAZIONE AREA N9 PARCO SERBATOI | 67 |
| H.1.1 | Densità annua di fulmini a terra | 67 |
| H.1.2 | Dati relativi alle strutture | 67 |
| H.1.3 | Dati relativi alle linee elettriche esterne | 67 |
| H.1.4 | Definizione e caratteristiche delle zone | 68 |
| H.2 | CALCOLO DELLE AREE DI RACCOLTA DELLA STRUTTURA E DELLE LINEE ELETTRICHE ESTERNE | 68 |
| H.3 | VALUTAZIONE DEI RISCHI | 69 |
| H.3.1 | Rischio R1: perdita di vite umane | 69 |

| | | | | |
|----------------------------|---------------------------------|-------------|-------------|---------|
| CO 05 RA VA 00 D1 RS 20.00 | RELAZIONE SCARICHE ATMOSFERICHE | 00 | 26/03/2021 | 3 di 88 |
| Cod. HA | Descrizione | Rev. | Data | |

| | | |
|----------|---|-----------|
| H.3.2 | Scelta delle misure di protezione | 70 |
| H.3.3 | Conclusioni..... | 70 |
| H.3.4 | Appendice | 70 |
| I | TABELLA RIASSUNTIVA DELLA VALUTAZIONE | 74 |
| I.1 | TABELLA RIASSUNTIVA R1 (DANNI A PERSONE)..... | 74 |
| I.2 | TABELLA RIASSUNTIVA DELLA FREQUENZA DI DANNO | 76 |
| J | INDICAZIONI NORMATIVE RELATIVE A PUNTI SPECIFICI A BASE DELLA VALUTAZIONE | 78 |
| J.1 | ESCLUDIBILITA' DELL'AUMENTO DI RISCHIO DA SCARICHE ATMOSFERICHE QUANDO PRESENTI ZONE CLASSIFICATE AI FINI ATEX DA GUIDA CEI 81-29 | 78 |
| J.2 | VERIFICA CONTINUITA' ELETTRICA DELLE ARMATURE E GENERALITA' DA EN 62305 – 3 79 | |
| J.3 | DOCUMENTAZIONE A GIUSTIFICAZIONE DELLA CONTINUITA' DEI FERRI DI ARMATURA 80 | |
| J.4 | TIPICI ACCORGIMENTI PER LA REALIZZAZIONE DELLA CONTINUITA' ELETTRICA DEI FERRI DI ARMATURA..... | 81 |
| K | ALLEGATI | 87 |
| K.1 | COORDINATE SITO PONTICELLE | 87 |
| K.2 | NUMERO DI FULMINI KM ² /ANNO PER SITO PONTICELLE | 88 |

Allegati

| TITOLO DELL'ALLEGATO | TAVOLA |
|---|----------------------------|
| Coordinate geografiche Sito | |
| Densità annua di fulmini a terra per chilometro quadrato (Ng) | |
| "LAYOUT SCARICHE ATMOSFERICHE" | CO 05 RA VA 00 D1 PL 21.00 |

| | | | | |
|----------------------------|---------------------------------|-------------|-------------|---------|
| CO 05 RA VA 00 D1 RS 20.00 | RELAZIONE SCARICHE ATMOSFERICHE | 00 | 26/03/2021 | 4 di 88 |
| Cod. HA | Descrizione | Rev. | Data | |

A PREMESSA

A.1 CONTENUTO DEL DOCUMENTO

Questo documento contiene la relazione sulla valutazione dei rischi dovuti al fulmine, ai sensi del D.Lgs. 81/08 artt. 28 e 80; eseguita per lo stato di progetto, relativamente ai luoghi di lavoro interni alla Piattaforma polifunzionale Ponticelle, Ravenna (RA), di pertinenza HEA S.P.A. con sede legale in Via Berti Pichat 2/4 Bologna.

Nel sito sono presenti diversi edifici destinati ad attività lavorative connesse al trattamento rifiuti e serbatoi contenenti rifiuti pericolosi, infiammabili e non infiammabili. Possono essere individuate 4 strutture fondamentali, fra di loro effettivamente separate da separazioni superiori a REI 120.

Le condizioni comuni alle strutture sono le seguenti:

- Carico di incendio assunto per tutte le strutture, cautelativamente, maggiore di 800 MJ/m² (carico di incendio elevato ai sensi della norma CEI EN 62305-2);
- Collegamenti elettrici di potenza e collegamenti elettrici di segnale interni al sito disposti su pipe rack metallico collegato a terra in corrispondenza di ogni ingresso dei cavi elettrici internamente all'edificio;
- Distanze tali da poter considerare gli edifici fra di loro efficacemente separati nei confronti di possibili trasmissioni degli effetti dell'incendio (Assimilabili a REI 120) o effettive separazioni REI 120 e presenza di scaricatori di tensione sulle linee elettriche che passano da uno all'altro;

Gli edifici e le aree significativi ai fini della presente analisi sono costituiti da:

- A. Edificio N1+N2 locale riconfezionamento solidi e Triturazione + sconfezionamento;
- B. Edificio N4 Stoccaggio solidi sfusi (alto contenuto HC);
- C. Edificio N7 + N11 + N3 Stoccaggio solidi in colli più tettoia per stoccaggio solidi a basso potere calorifico;
- D. Edificio N8 Stoccaggio liquidi in colli;
- E. Area N9 Parco Serbatoi (rifiuti liquidi sfusi);

| | | | | |
|----------------------------|---------------------------------|-------------|-------------|---------|
| CO 05 RA VA 00 D1 RS 20.00 | RELAZIONE SCARICHE ATMOSFERICHE | 00 | 26/03/2021 | 5 di 88 |
| Cod. HA | Descrizione | Rev. | Data | |

Le informazioni relative a dimensioni e conformazioni del sito sono state ricavate dai seguenti disegni.

| | |
|----------------------------|--|
| CO 05 RA VA 00 D1 PL 35.00 | LAYOUT GENERALE PIATTAFORMA |
| CO 05 RA VA 00 D1 PL 43.00 | EDIFICI N.1 E N.2 - SEZIONI E PROSPETTI |
| CO 05 RA VA 00 D1 PL 45.00 | EDIFICIO N.4 - SEZIONI E PROSPETTI |
| CO 05 RA VA 00 D1 PL 47.00 | EDIFICIO N.7 - SEZIONI E PROSPETTI |
| CO 05 RA VA 00 D1 PL 49.00 | EDIFICIO N.8 - SEZIONI E PROSPETTI |
| CO 05 RA VA 00 D1 PL 51.00 | EDIFICIO N.10 - SEZIONI E PROSPETTI |
| CO 05 RA VA 00 D1 PL 53.00 | EDIFICI N.3 E N.11 - SEZIONI E PROSPETTI |
| CO 05 RA VA 00 D1 PL 55.00 | PARCO SERBATOI N.9 - SEZIONI E PROSPETTI |

| | | | | |
|----------------------------|---------------------------------|-------------|-------------|---------|
| CO 05 RA VA 00 D1 RS 20.00 | RELAZIONE SCARICHE ATMOSFERICHE | 00 | 26/03/2021 | 6 di 88 |
| Cod. HA | Descrizione | Rev. | Data | |

A.2 NORME DI RIFERIMENTO E BIBLIOGRAFIA

Questo documento è stato elaborato con riferimento alle seguenti norme CEI:

- CEI EN 62305-1: *"Protezione contro i fulmini. Parte 1: Principi Generali"* Edizione Febbraio 2013, e s.m.i.;
- CEI EN 62305-2: *"Protezione contro i fulmini. Parte 2: Valutazione del rischio"* Edizione Febbraio 2013, e s.m.i.;
- CEI EN 62305-3: *"Protezione contro i fulmini. Parte 3: Danno materiale alle strutture e pericolo per le persone"* Edizione Febbraio 2013, e s.m.i.;
- CEI EN 62305-4: *"Protezione contro i fulmini. Parte 4: Impianti elettrici ed elettronici nelle strutture"* Edizione Febbraio 2013 e s.m.i.;
- CEI 81-29 *"Linee guida per l'applicazione delle Norme CEI EN 62305"* edizione del novembre 2020
- CEI EN IEC 62858 *"Densità di fulminazione. Reti di localizzazione fulmini (LLS) - Principi generali)"* maggio 2020;
- D.Lgs. 09/04/08 n.81: *"Testo unico sulla salute e sulla sicurezza nei luoghi di lavoro"* e s.m.i..

| | | | | |
|----------------------------|---------------------------------|------|------------|---------|
| CO 05 RA VA 00 D1 RS 20.00 | RELAZIONE SCARICHE ATMOSFERICHE | 00 | 26/03/2021 | 7 di 88 |
| Cod. HA | Descrizione | Rev. | Data | |

B PROCEDURA ADOTTATA

La valutazione del rischio è stata seguita la procedura indicata nella norma CEI EN 62305-2 edizione 2013-02 "Valutazione del rischio" (CEI 81-10/2).

Le elaborazioni sono state sviluppate con il programma ZEUS PLUS di TNE srl.

In relazione ai possibili rischi presenti, è stato valutato e contenuto entro i limiti previsti il valore del rischio " **R_1 perdita di vita umana**", mentre non risultano pertinenti rischi tipo " **R_2 perdita di servizio pubblico**" ed " **R_3 perdita di patrimonio culturale insostituibile**".

Non è stato valutato il rischio tipo " **R_4 perdita economica**" in quanto, da accordi con la committente, l'eventuale valutazione dettagliata potrà essere eseguita in fase di progettazione esecutiva, quando esattamente definiti i valori delle apparecchiature e gli eventuali costi assicurativi con i quali confrontare le spese di installazione di eventuali scaricatori di tensione (comunque nettamente inferiori al 10% del valore dell'impianto elettrico).

È stata comunque valutata la frequenza di danno tollerabile (F_T), come definita nella guida CEI 81-29, assumendo come limite di danno all'impianto elettrico un valore di F_T pari a 0,1 corrispondente all'ipotesi di 1 guasto ogni 10 anni (Valore assunto in accordo con la committente). Allo scopo sono state prese in considerazione caratteristiche di linee elettriche coerenti con le possibili linee elettriche entranti nelle strutture analizzate.

La valutazione del rischio R_I è stata condotta sulla base di informazioni (dati iniziali) fornite dalla committente e di seguito riportate. Nella determinazione di alcuni parametri, qualora non presenti situazioni considerate nella norma CEI EN 62305-2:2013, si sono assunti valori relativi a situazioni simili o peggiorative (intese come condizioni di aumento del rischio in caso di scarica atmosferica) in modo da fornire comunque risultati a favore della sicurezza.

Per ciascun rischio considerato si effettuano i seguenti passi:

- identificazione delle componenti R_X che contribuiscono al rischio;
- calcolo della componente di rischio identificata R_X ;
- calcolo del rischio totale R (es. R_I : perdita di vite umane);
- identificazione del rischio tollerabile R_T ;
- confronto del rischio totale R con quello tollerabile R_T .

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

| | | | | |
|----------------------------|---------------------------------|-------------|-------------|---------|
| CO 05 RA VA 00 D1 RS 20.00 | RELAZIONE SCARICHE ATMOSFERICHE | 00 | 26/03/2021 | 8 di 88 |
| Cod. HA | Descrizione | Rev. | Data | |

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

Per la struttura valutata sono riportati i seguenti dati:

- Densità annua di fulmini a terra per chilometro quadrato (N_G);
- Dati relativi alla struttura;
- Dati relativi alle linee esterne;
- Definizione e caratteristiche delle zone in cui può essere divisa la struttura da valutare;
- Calcolo delle aree di raccolta della struttura e delle linee elettriche esterne;
- Valutazione del Rischio R_1 (perdita di vite umane):
 - calcolo del rischio R_1 ;
 - analisi del rischio R_1 ;
- - Scelta delle misure di protezione ove necessario ed eventuale nuova analisi del rischio;
- - Conclusioni;
- - Appendici (relative alla struttura considerata):
 - caratteristiche della struttura;
 - caratteristiche delle linee elettriche;
 - caratteristiche delle zone;
 - aree di raccolta e numero annuo di eventi pericolosi;
 - valori delle probabilità P per la struttura non protetta.
- - Appendice pianta e area di raccolta:
 - - pianta della struttura;
 - - grafico area di raccolta per fulminazione diretta AD.

| | | | | |
|----------------------------|---------------------------------|-------------|-------------|---------|
| CO 05 RA VA 00 D1 RS 20.00 | RELAZIONE SCARICHE ATMOSFERICHE | 00 | 26/03/2021 | 9 di 88 |
| Cod. HA | Descrizione | Rev. | Data | |

C INDIVIDUAZIONE STRUTTURE DA PROTEGGERE

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

Le strutture che si vogliono proteggere coincidono con interi edifici a sé stanti, fisicamente separati 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.

Per quanto attiene la posizione planimetrica delle strutture da proteggere all'interno del sito in oggetto si rimanda all'elaborato grafico ove rappresentate le strutture analizzate

Sono oggetto della valutazione i seguenti edifici e aree considerati rappresentativi di quanto presente in sito.

- A. Edificio N1+N2 locale riconfezionamento solidi e Triturazione + sconfezionamento
- B. Edificio N4 Stoccaggio solidi sfusi (alto contenuto HC)
- C. Edificio N7 + N11 + N3 Stoccaggio solidi in colli + tettoie ricovero rifiuti a basso potere calorifico
- D. Edificio N8+ N10 Stoccaggio liquidi in colli per TMD + riconfezionamento e lavaggio cisternette
- E. Area N9 Parco Serbatoi (rifiuti liquidi sfusi)

I dati di partenza della valutazione sono indicati nella Tabella 1 seguente

Tabella 1 – dati di input per la valutazione

| CARATTERISTICHE STRUTTURA | VALORE | | | | |
|--|--|---|--|-------------------------------------|----------------|
| | Riconfezionamento; Triturazione e sconfezionamento solidi | Stoccaggio solidi sfusi alto contenuto HC | Stoccaggio solidi in colli + tettoia per solidi basso contenuto HC | Stoccaggio liquidi in colli per TMD | Parco Serbatoi |
| Rischio derivante da Destinazione d'uso ⁽⁹⁾ | industriale | industriale | industriale | industriale | industriale |
| Dimensioni in pianta (metri) | 40 x 25 | 45 x 43 | 79 x 40 | 43 x 48 | 4 x 4 |
| Altezza struttura (metri) | 13,5 | 15 | 10 | 10 | 12 |
| Altezza massima struttura | 13,5 | 15 | 10 | 10 | 12 |

| | | | | |
|----------------------------|---------------------------------|-------------|-------------|----------|
| CO 05 RA VA 00 D1 RS 20.00 | RELAZIONE SCARICHE ATMOSFERICHE | 00 | 26/03/2021 | 10 di 88 |
| Cod. HA | Descrizione | Rev. | Data | |

| CARATTERISTICHE STRUTTURA | | VALORE | | | |
|---|--|--|--|--|---|
| Denominazione struttura | Riconfezionamento; Triturazione e sconfezionamento solidi | Stoccaggio solidi sfusi alto contenuto HC | Stoccaggio solidi in colli + tettoia per solidi basso contenuto HC | Stoccaggio liquidi in colli per TMD | Parco Serbatoi |
| Coefficiente di posizione della struttura e suo intorno ⁽¹⁾ | Circondato edifici altezza uguale o inferiore | Circondato edifici altezza uguale o inferiore | Circondato edifici altezza uguale o inferiore | Circondato edifici altezza uguale o inferiore | Circondato edifici altezza uguale o inferiore |
| Schermatura della struttura e sue caratteristiche ⁽²⁾ | Non presente | Non presente | Non presente | Non presente | Non presente |
| Struttura dotata di LPS (Assente, Livello I, II, III, IV) | Assente | Assente | assente | Assente | Assente |
| Condizioni particolari della struttura ⁽³⁾ | Nessuna | Nessuna | Nessuna | Nessuna | Nessuna |
| CARATTERISTICHE LINEA ENERGIA (potenza) | Caratteristiche variabili lungo la linea: presenti 3 sezioni | Caratteristiche variabili lungo la linea: presenti 3 sezioni | Caratteristiche variabili lungo la linea: presenti 3 sezioni | Caratteristiche variabili lungo la linea: presenti 4 sezioni | Alimentazione pompe |
| Tipo di installazione (Linea assente, Interrata, Aerea) (linea in canale metallico su rack collegato a terra è stata considerata interrata) | Collegamento a cabina; interrata Sezione 2 Trasformatore MT/BT; Sezione 3 Struttura cabina | Collegamento a cabina; interrata Sezione 2 Trasformatore MT/BT; Sezione 3 Struttura cabina | Collegamento a cabina; interrata Sezione 2 Trasformatore MT/BT; Sezione 3 Struttura cabina | Collegamento a cabina; interrata Sezione 2 Trasformatore MT/BT; Sezione 3 Struttura cabina | Prevalentemente e in canale o tubo metallico |
| Tipo linea (Linea BT, con trasformatore MT/BT) | Trasformatore MT/BT | Trasformatore MT/BT | Trasformatore MT/BT | Trasformatore MT/BT | BT |
| Lunghezza linea energia (m) ⁽¹⁰⁾ | 50 m sezione 1 | 50 m sezione 1 | 120 m sezione 1 | 50 m sezione 1 50 m sezione 2 | 50 m |
| Schermatura della linea energia (Ω/km , Non schermata) | Non schermata | Non schermata | Non schermata | $1 < R < 5 \Omega/\text{km}$ Per entrambi le sezioni | Non schermata |
| Coefficiente ambientale linea energia ⁽⁴⁾ | Suburbano | Suburbano | Urbano (quasi interamente fra due edifici vicini) | Suburbano | suburbano |
| Linea entrante posato in tubo o canale metallico chiuso (Si, No) | no | no | no | no | Prevalentemente e in canale metallico chiuso |
| Linea entrante sotto fitta rete di terra magliata (Si, No) | no | no | no | no | no |
| Linea con neutro messo a terra in più punti (Si, No) | no | no | no | no | no |

| | | | | |
|----------------------------|---------------------------------|-------------|-------------|----------|
| CO 05 RA VA 00 D1 RS 20.00 | RELAZIONE SCARICHE ATMOSFERICHE | 00 | 26/03/2021 | 11 di 88 |
| Cod. HA | Descrizione | Rev. | Data | |

| CARATTERISTICHE STRUTTURA | VALORE | | | | |
|--|--|---|--|---|---|
| Denominazione struttura | Riconfezionamento; Triturazione e sconfezionamento solidi | Stoccaggio solidi sfusi alto contenuto HC | Stoccaggio solidi in colli + tettoia per solidi basso contenuto HC | Stoccaggio liquidi in colli per TMD | Parco Serbatoi |
| Presenza SPD arrivo linea energia (Assenti, Livello I, II, III, IV) | assenti | Assenti | Assenti | Assenti | no |
| Struttura connessa alla linea energia ($L_J \times W_J \times H_J$) (da considerare se linea meno di L_{max} ⁽¹¹⁾) | 17 x 5 x h 7 | 17 x 5 x h 7 | 17 x 5 x h 7 | 17 x 5 x h 7 | 7 x 4 x h 3 |
| Coefficiente di posizione struttura connessa e suo intorno ⁽¹⁾ | in area con oggetti di altezza uguale o inferiore | in area con oggetti di altezza uguale o inferiore | in area con oggetti di altezza uguale o inferiore | in area con oggetti di altezza uguale o inferiore | in area con oggetti di altezza uguale o inferiore |
| CARATTERISTICHE LINEA SEGNALE O TLC | Caratteristiche uniformi lungo l'intero percorso | Caratteristiche uniformi lungo l'intero percorso | Caratteristiche e uniformi lungo l'intero percorso | Caratteristiche variabili lungo la linea: presenti 3 sezioni | Caratteristiche uniformi lungo l'intero percorso |
| Tipo di installazione (Linea assente, Interrata, Aerea) | Interrata | Interrata | Interrata | Interrata | Prevalentemente e in canale metallico chiuso |
| Lunghezza linea segnale (m) ⁽¹⁰⁾ | 1000 m | 1000 m | 1000 m | 1000 m | 50 m |
| Schermatura della linea segnale (Ω/km , Non schermata) | $5 < R \leq 20$ ohm/km | $5 < R \leq 20$ ohm/km | $5 < R \leq 20$ ohm/km | $5 < R \leq 20$ ohm/km | $1 < R \leq 5$ ohm/km |
| Coefficiente ambientale linea segnale ⁽⁴⁾ | Suburbano | Suburbano | Suburbano | Suburbano | Suburbano |
| Linea entrante posato in tubo o canale metallico (Si, No) | No | No | No | No | Prevalentemente e in canale metallico chiuso |
| Linea entrante sotto fitta rete di terra magliata (Si, No) | No | No | No | No | No |
| Presenza SPD arrivo linea segnale (Assenti, Livello I, II, III, IV) | assenti | Assenti | Assenti | Assenti | Assenti |
| Struttura connessa alla linea segnale ($L_J \times W_J \times H_J$) (da considerare se linea meno di 1000 m) | ----- | ----- | ----- | ----- | 7 x 4 x h 3 |
| Coefficiente di posizione struttura connessa e suo intorno ⁽¹⁾ | In area con oggetti di altezza uguale o inferiore | In area con oggetti di altezza uguale o inferiore | ----- | in area con oggetti di altezza uguale o inferiore | In area con oggetti di altezza uguale o inferiore |
| CARATTERISTICHE ZONA ESTERNA | | | | | Considerata unica zona |
| Tipo di suolo esterno entro 3 m dalla struttura | Asfalto | Asfalto | Asfalto | Asfalto | |

| | | | | |
|----------------------------|---------------------------------|-------------|-------------|----------|
| CO 05 RA VA 00 D1 RS 20.00 | RELAZIONE SCARICHE ATMOSFERICHE | 00 | 26/03/2021 | 12 di 88 |
| Cod. HA | Descrizione | Rev. | Data | |

| CARATTERISTICHE STRUTTURA | VALORE | | | | |
|---|---|---|--|---|------------------------------|
| Denominazione struttura | Riconfezionamento; Triturazione e sconfezionamento solidi | Stoccaggio solidi sfusi alto contenuto HC | Stoccaggio solidi in colli + tettoia per solidi basso contenuto HC | Stoccaggio liquidi in colli per TMD | Parco Serbatoi |
| Protezioni contro le tensioni di contatto e di passo ⁽⁵⁾ | Nessuna | Nessuna | Nessuna | Nessuna | |
| Rapporto $\gamma = n_z / n_t$ ⁽¹²⁾ | 1/2 | 1/2 | 1/2 | 1/2 | |
| Tempo in ore presenza persone/anno ⁽¹²⁾ | 5000 | 5000 | 5000 | 5000 | |
| CARATTERISTICHE ZONA INTERNA | | | | | Zona unica |
| Massimo grado delle zone classificate ATEX (Assenti, Zona 0, 1, 2, 20, 21, 22) Nota: Vedi relazione tecnica di classificazione dei luoghi con pericolo di esplosione | Zona 1; Zona 21 | Zona 1; Zona 21 | Assenti | Zona 2; | Zona 2; |
| Provvedimenti per evitare scariche dirette sulla zona pericolosa | Non presenti ⁽¹⁵⁾ | Non presenti ⁽¹⁵⁾ | Non presenti ⁽¹⁵⁾ | Non presenti ⁽¹⁵⁾ | Non presenti ⁽¹⁵⁾ |
| Pericoli particolari - Livello di panico ⁽⁶⁾ | Ridotto | Ridotto | Ridotto | Ridotto | Ridotto |
| Rischio incendio ⁽⁷⁾ | elevato | Ridotto | Elevato | elevato | elevato |
| Protezioni antincendio ⁽⁸⁾ | Automatiche | Automatiche | manuali | Automatiche | Automatiche |
| Schermatura della zona ⁽²⁾ | assente | assente | assente | assente | assente |
| Tipo di pavimentazione interna | cemento | cemento | cemento | cemento | cemento |
| Protezioni contro le tensioni di contatto e di passo ⁽⁵⁾ | Nessuna | Nessuna | Nessuna | Nessuna | Nessuna |
| Rapporto $\gamma = n_z / n_t$ ⁽¹⁴⁾ | 1/1 | 1/1 | 1/1 | 1/1 | |
| Tempo in ore presenza persone /anno ⁽¹⁴⁾ | 5000 | 5000 | 5000 | 5000 | 5000 |
| Il danno si può estendere a strutture circostanti o all'ambiente (Si, No) (es. emissioni chimiche pericolose o radioattive) | NO | NO | NO | NO | NO |
| Rapporto $\gamma_2 = n_z / n_t$ (relativo al rischio R2) | Non Applicabile | Non Applicabile | Non Applicabile | Non Applicabile | Non Applicabile |
| CARATTERISTICHE IMPIANTI PRESENTI ZONA INTERNA 1 | Uso energia elettrica | Uso energia elettrica | Uso energia elettrica | Uso energia elettrica | Uso energia elettrica |

| | | | | |
|----------------------------|---------------------------------|-------------|-------------|----------|
| CO 05 RA VA 00 D1 RS 20.00 | RELAZIONE SCARICHE ATMOSFERICHE | 00 | 26/03/2021 | 13 di 88 |
| Cod. HA | Descrizione | Rev. | Data | |

| CARATTERISTICHE STRUTTURA | VALORE | | | | |
|---|--|---|--|-------------------------------------|-----------------------------------|
| Denominazione struttura | Riconfezionamento; Triturazione e sconfezionamento solidi | Stoccaggio solidi sfusi alto contenuto HC | Stoccaggio solidi in colli + tettoia per solidi basso contenuto HC | Stoccaggio liquidi in colli per TMD | Parco Serbatoi |
| Collegati con la linea | Potenza | Potenza | Potenza | Potenza | Potenza |
| Precauzioni cablaggi interni | Conduttore e PE stesso percorso | Conduttore e PE stesso percorso | Conduttore e PE stesso percorso | Conduttore e PE stesso percorso | Cavo schermato o canale metallico |
| Tensione di tenuta ad impulso U_w in kV (1 - 1,5 - 2,5 - 4 - 6) | 2,5 | 2,5 | 2,5 | 2,5 | 2,5 |
| Presenza SPD impianti interni (Assenti, Livello I, II, III, IV) | Assenti (PSPD=1) | Assenti (PSPD=1) | Assenti (PSPD=1) | Assenti (PSPD=1) | Assenti (PSPD=1) |
| Presenza interfacce isolanti a protezione degli impianti interni | Nessuna | Nessuna | Nessuna | Nessuna | Nessuna |
| CARATTERISTICHE IMPIANTI PRESENTI ZONA INTERNA 1 | Segnale | Segnale | Segnale | Segnale | Segnale |
| Collegati con la linea | segnale | segnale | segnale | segnale | segnale |
| Precauzioni cablaggi interni | Cavo schermato o canale metallico | Cavo schermato o canale metallico | Cavo schermato o canale metallico | Cavo schermato o canale metallico | Cavo schermato o canale metallico |
| Tensione di tenuta ad impulso U_w in kV (1 - 1,5 - 2,5 - 4 - 6) | 1,0 | 1,0 | 1,0 | 1,0 | 1,0 |
| Presenza SPD impianti interni (Assenti, Livello I, II, III, IV) | Assenti (PSPD=1) | Assenti (PSPD=1) | Assenti (PSPD=1) | Assenti (PSPD=1) | Assenti (PSPD=1) |
| Presenza interfacce isolanti a protezione degli impianti interni | Nessuna | Nessuna | Nessuna | Nessuna | Nessuna |

Il volume della struttura considerata è approssimato per eccesso con un parallelepipedo contenente la struttura stessa ed eventuali sporgenze in modo da fornire risultati a favore della sicurezza;

Legenda abbreviazioni e simboli utilizzati nelle tabelle:

- L, W: dimensioni massime in pianta della struttura;
- H: altezza massima della struttura;
- BT: linea in bassa tensione;
- Linea MT/BT: linea in media tensione con trasformazione BT all'interno struttura;

| | | | | |
|----------------------------|---------------------------------|-------------|-------------|----------|
| CO 05 RA VA 00 D1 RS 20.00 | RELAZIONE SCARICHE ATMOSFERICHE | 00 | 26/03/2021 | 14 di 88 |
| Cod. HA | Descrizione | Rev. | Data | |

| | |
|-------------|--|
| \square : | rapporto tra nr. di persone nella zona (nz) e nr. di persone nella struttura (nt), (assumendo \square pari a 1 si assume il caso più cautelativo); |
| ATEX | zone classificate per presenza di atmosfere esplosive, (zone 0, 1, 2, 20, 21, 22); |
| SPD | scaricatori di sovratensione; |
| LPS | sistema di protezione contro la fulminazione diretta della struttura. |

(1) Il coefficiente di posizione tiene conto di oggetti o alberi circostanti la struttura entro una distanza dalla struttura stessa pari a $3 \times H$ m, e può avere i seguenti valori:

- **Maggiori:** se la struttura è circondata da oggetti/alberi di altezza più elevata;
- **Uguali o inferiori:** se la struttura è circondata da oggetti/alberi di altezza uguale o inferiore;
- **Isolata:** se non sono presenti altri oggetti/alberi nelle vicinanze (entro $3 \times H$);
- **Isolata in cima ad una collina:** se non sono presenti altri oggetti/alberi nelle vicinanze (entro $3 \times H$) ed inoltre la struttura si trova in cima ad una collina o montagna.

(2) La schermatura della struttura o della zona può assumere i seguenti valori:

- **Assente:** se la struttura o la zona non è dotata di nessuna schermatura;
- **Maglia X:** se la struttura o la zona è dotata di schermatura a maglia con lato di maglia pari a X (X espresso in metri);
- **Continua:** se la struttura o la zona è dotata di schermatura continua con spessore $\geq 0,1$ mm.

(3) Le condizioni particolari di una struttura sono legate alla presenza della maglia di terra e alla continuità elettrica della struttura e del tetto e può assumere i seguenti valori:

- **Rete magliata:** se presente una rete magliata di equipotenzialità conforme alla norma CEI EN 62305-4 [Se tutte le parti metalliche della struttura (ferri di armatura del cemento armato elettricamente continui, facciate metalliche, pavimenti metallici, guide degli ascensori, tubazioni metalliche, telai metallici di porte e finestre, schermi metallici di locali, canali metallici portacavi, schermi metallici dei cavi, barre di equipotenzialità, ecc.) sono state collegate fra loro e all'impianto di terra con connessioni multiple in modo da realizzare una rete di equipotenzialità];
- **Struttura portante metallica:** se l'edificio ha una struttura portante metallica o in cemento armato con ferri d'armatura elettricamente continui o gettati in opera;

| | | | | |
|----------------------------|---------------------------------|-------------|-------------|----------|
| CO 05 RA VA 00 D1 RS 20.00 | RELAZIONE SCARICHE ATMOSFERICHE | 00 | 26/03/2021 | 15 di 88 |
| Cod. HA | Descrizione | Rev. | Data | |

- **Struttura portante e tetto metallico:** se l'edificio ha una struttura portante metallica o in cemento armato con ferri d'armatura elettricamente continui o gettati in opera e con tetto metallico;
 - **Nessuna:** se non è presente nessuna delle condizioni sopra dette.
- (4) Il coefficiente ambientale di una linea tiene conto dell'efficacia della schermatura degli edifici a seconda della densità edilizia della zona e dell'altezza degli edifici presenti e può assumere i seguenti valori:
- **Urbano alti:** se la linea ha un percorso con edifici nel suo intorno maggiori di 20 m;
 - **Urbano:** se la linea ha un percorso con edifici nell'intorno compresi tra 20 m e 10 m;
 - **Suburbano:** se la linea ha un percorso con edifici nel suo intorno minori di 10 m;
 - **Rurale:** se la linea ha un percorso senza edifici nel suo intorno.
- (5) Le misure di protezione contro le tensioni di contatto e di passo riguardano la superficie del suolo all'esterno della struttura e la pavimentazione all'interno della struttura, l'isolamento o l'inaccessibilità delle parti in tensione, e possono assumere i seguenti valori (anche più di una):
- **Nessuna:** se non è presente nessuna protezione;
 - **Cartelli monitori:** se sono presenti cartelli di avviso per tale pericolo;
 - **Isolamento:** se è presente un isolamento elettrico delle parti pericolose accessibili (es. le calate) con un rivestimento in PVC spesso almeno 3 mm;
 - **Barriere:** se è presente una recinzione o barriera di protezione verso le parti pericolose accessibili;
 - **Terreno equipotenziale:** se è presente un equipotenzializzazione del suolo con una fitta rete metallica (solo per zone esterne).
- (6) Il livello di panico tiene conto di particolari condizioni esistenti in una struttura che possono contribuire ad aumentare la perdita di vite umane conseguenti ad un incendio innescato da una scarica pericolosa dovuta al fulmine, e può assumere i seguenti valori:
- **Nessuno:** se la struttura è limitata ad un piano con agevoli ed evidenti vie d'esodo ed un numero di persone inferiore a 10;
 - **Ridotto:** se la struttura limitata a due piani ed un numero di persone inferiore a 100;
 - **Medio:** per strutture destinate ad eventi culturali o sportivi con un numero di partecipanti compreso tra 100 e 1000 persone;

| | | | | |
|----------------------------|---------------------------------|-------------|-------------|----------|
| CO 05 RA VA 00 D1 RS 20.00 | RELAZIONE SCARICHE ATMOSFERICHE | 00 | 26/03/2021 | 16 di 88 |
| Cod. HA | Descrizione | Rev. | Data | |

- **Elevato:** per strutture destinate ad eventi culturali o sportivi con un numero di partecipanti maggiore di 1000 persone);
 - **Difficoltà di evacuazione:** per strutture con presenza di persone impossibilitate a muoversi, ospedali, case di cura, ecc.).
- (7) Il rischio incendio tiene conto del carico specifico d'incendio (rapporto tra carico d'incendio totale espresso in MJ e la sua area complessiva espressa in m^2) della struttura e può assumere i seguenti valori:
- **Nulla:** se non sono presenti materiali combustibili;
 - **Ridotto:** se il carico specifico di incendio è inferiore a $400 MJ/m^2$ o se la struttura contiene solo una modesta quantità di materiali combustibili;
 - **Ordinario:** se il carico specifico di incendio è compreso tra $400 MJ/m^2$ e $800 MJ/m^2$;
 - **Elevato:** se il carico specifico di incendio è superiore a $800 MJ/m^2$, oppure se la struttura è realizzata con materiale combustibile o dotata di copertura di materiale combustibile.
- (8) Le protezioni antincendio tengono conto delle misure adottate contro l'incendio e possono assumere i seguenti valori:
- **Nessuna:** se non sono presenti misure di protezione contro l'incendio;
 - **Manuali:** se è presente almeno una delle seguenti misure: estintori, impianto fisso di estinzione operato manualmente, impianto di allarme manuale, idranti, compartimentazione antincendio, vie di fuga protette;
 - **Automatiche:** se è presente almeno una delle seguenti misure: impianto fisso di estinzione operato automaticamente, impianto di allarme automatico (solo se protetto contro le sovratensioni ed altri danneggiamenti e se i VVF o la squadra interna antincendio può intervenire entro 10 minuti dalla segnalazione).
- (9) come destinazione di uso, in relazione alle possibili scelte indicate dalla normativa pertinente, si è assimilata l'attività presente ad attività industriale.
- (10) Lunghezze massime come da guida CEI 81-29, rischio connesso a linee MT con trasformatore in arrivo nettamente inferiore a linee BT con arrivo diretto:
- (11) Se le linee hanno lunghezza pari alla lunghezza massima si possono escludere le strutture collegate all'altro capo della linea (ricordare che i pipe rack sono collegati a terra all'ingresso degli edifici).
- (12) per l'esterno degli edifici, cautelativamente, è stata considerata presenza di persone corrispondente al 50% delle persone interne all'edificio e per un tempo pari a 5000 ore/anno

| | | | | |
|----------------------------|---------------------------------|-------------|-------------|----------|
| CO 05 RA VA 00 D1 RS 20.00 | RELAZIONE SCARICHE ATMOSFERICHE | 00 | 26/03/2021 | 17 di 88 |
| Cod. HA | Descrizione | Rev. | Data | |

- (13) Adottati provvedimenti da guida CEI 81-29 per evitare incremento di rischio dovuto ad atmosfere ATEX
- (14) Per l'interno degli edifici, cautelativamente, è stata considerata presenza di persone corrispondente al 100% delle persone interne all'edificio e per un tempo pari a 5000 ore/anno (cautelative anche nell'ipotesi di 2 turni di lavoro annuo)
- (15) È stata richiesta la continuità elettrica dei ferri di armatura delle strutture e la loro accessibilità.

In fase di progettazione esecutiva potrà essere fatta la scelta di utilizzare le armature metalliche come calate captatori e dispersori o di realizzare veri e propri LPS Isolati.

Nota: nei casi di incertezza nel determinare il parametro corretto, si assegna, in modo cautelativo, il valore più critico per fornire comunque risultati a favore della sicurezza.

| | | | | |
|----------------------------|---------------------------------|------|------------|----------|
| CO 05 RA VA 00 D1 RS 20.00 | RELAZIONE SCARICHE ATMOSFERICHE | 00 | 26/03/2021 | 18 di 88 |
| Cod. HA | Descrizione | Rev. | Data | |

D VALUTAZIONE LOCALE N1+N2, RICONFEZIONAMENTO SOLIDI E TRITURAZIONE + SCONFEZIONAMENTO

D.1.1 Densità annua di fulmini al suolo

La densità annua di fulmini al suolo al chilometro quadrato nella posizione in cui è ubicata la struttura (in proposito vedere l'allegato "Valore di N_G "), vale:

$$N_G = 2,64 \text{ fulmini/anno km}^2$$

D.1.2 Dati relativi alla struttura

Le dimensioni massime della struttura sono:

$$A \text{ (m): } 40 \quad B \text{ (m): } 25 \quad H \text{ (m): } 13,5 \quad H_{\max} \text{ (m): } 13,5$$

La destinazione d'uso prevalente della struttura è: industriale o assimilabile

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

- perdita di vite umane
- perdita economica

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

- rischio R1;

L'edificio ha struttura e copertura in cemento armato con ferri d'armatura continui.

D.1.3 Dati relativi alle linee elettriche esterne

La struttura è servita dalle seguenti linee elettriche:

- Linea di segnale: segnale
- Linea di energia: potenza

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

| | | | | |
|----------------------------|---------------------------------|-------------|-------------|----------|
| CO 05 RA VA 00 D1 RS 20.00 | RELAZIONE SCARICHE ATMOSFERICHE | 00 | 26/03/2021 | 19 di 88 |
| Cod. HA | Descrizione | Rev. | Data | |

D.1.4 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:

Z_1 : esterno

Z_2 : interno

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.

D.2 CALCOLO DELLE AREE DI RACCOLTA DELLA STRUTTURA E DELLE LINEE ELETTRICHE ESTERNE

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

L'area di raccolta dei fulmini in prossimità della struttura (A_M), 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 dei fulmini sulla linea (A_L) e dei fulmini in prossimità della linea (A_I) di ciascuna linea elettrica esterna sono state valutate analiticamente come indicato nella norma CEI EN 62305-2, art. A.4 e A.5.

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.

| | | | | |
|----------------------------|---------------------------------|-------------|-------------|----------|
| CO 05 RA VA 00 D1 RS 20.00 | RELAZIONE SCARICHE ATMOSFERICHE | 00 | 26/03/2021 | 20 di 88 |
| Cod. HA | Descrizione | Rev. | Data | |

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.

D.3 VALUTAZIONI DEI RISCHI

D.3.1 Rischio R_1 : rischio di perdita di vite umane

Calcolo del Rischio R_1

I valori delle componenti ed il valore del rischio R_1 sono di seguito indicati.

| Zona esterno edificio/area (Z_1) | |
|---|-----------------|
| Componente di Rischio | Valore |
| fulmine su una struttura: danni ad esseri viventi per elettrocuzione dovuta alle tensioni di passo e di contatto causate da accoppiamenti resistivi e induttivi (R_A): | 4,06E-10 |
| Totale: | 4,06E-10 |
| Z_2 : interno edificio/area | |
| fulmine su una struttura: danni ad esseri viventi per elettrocuzione dovuta alle tensioni di passo e di contatto causate da accoppiamenti resistivi e induttivi (R_A): | 8,14E-07 |
| fulmine su una struttura : 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 (R_b): | 1,63E-05 |
| fulmine su una struttura : guasti o malfunzionamenti degli impianti interni dovuti al LEMP (R_C): | 8,14E-05 |
| fulmine in prossimità di una struttura : guasti o malfunzionamenti degli impianti interni dovuti al LEMP (R_M): | 7,52E-11 |
| fulmine su una linea entrante nella struttura: incendio e/o esplosione iniziati da scariche dovute a sovratensioni e alle correnti di fulmine trasmesse tramite la linea entrante (R_V) (linea potenza): | 3,37E-09 |
| fulmine su una linea entrante nella struttura: incendio e/o esplosione iniziati da scariche dovute a sovratensioni e alle correnti di fulmine trasmesse tramite la linea entrante (R_V) (linea potenza): | 6,73E-08 |
| fulmine su una linea entrante nella struttura: guasti o malfunzionamenti degli impianti interni dovuti alle sovratensioni che si localizzano sulle linee entranti e che sono trasmesse alla struttura | 1,30E-06 |

| | | | | |
|----------------------------|---------------------------------|-------------|-------------|----------|
| CO 05 RA VA 00 D1 RS 20.00 | RELAZIONE SCARICHE ATMOSFERICHE | 00 | 26/03/2021 | 21 di 88 |
| Cod. HA | Descrizione | Rev. | Data | |

| | |
|---|-----------------|
| (R_W) (linea potenza): | |
| fulmine in prossimità di una linea entrante nella struttura: guasti o malfunzionamenti degli impianti interni dovuti al LEMP | 0,00E+00 |
| (R_Z) (linea potenza): | |
| fulmine su una linea entrante nella struttura: incendio e/o esplosione iniziati da scariche dovute a sovratensioni e alle correnti di fulmine trasmesse tramite la linea entrante | 1,36E-08 |
| (R_V) (linea segnale): | |
| fulmine su una linea entrante nella struttura: incendio e/o esplosione iniziati da scariche dovute a sovratensioni e alle correnti di fulmine trasmesse tramite la linea entrante | 2,73E-07 |
| (R_V) (linea segnale): | |
| fulmine su una linea entrante nella struttura: guasti o malfunzionamenti degli impianti interni dovuti alle sovratensioni che si localizzano sulle linee entranti e che sono trasmesse alla struttura | 2,73E-05 |
| (R_W) (linea segnale): | |
| fulmine in prossimità di una linea entrante nella struttura: guasti o malfunzionamenti degli impianti interni dovuti al LEMP | 0,00E+00 |
| (R_Z) (linea segnale): | |
| Totale: | 1,27E-04 |

Valore totale del rischio R_1 per la struttura: 1,27E-04

Analisi del Rischio R_1

Il rischio complessivo $R_1 = 1,27E-04$ è maggiore di quello tollerato $R_T = 1,00E-05$ occorre adottare idonee misure di protezione per ridurlo.

La composizione delle componenti che concorrono a formare il rischio R_1 , espressi in percentuale del valore di R_1 per la struttura, è indicata di seguito con i seguenti raggruppamenti

| | |
|-------|--|
| R_D | $R_A + R_B + R_C$ il rischio dovuto alla fulminazione diretta della struttura |
| R_I | $R_M + R_U + R_V + R_W + R_Z$ il rischio dovuto alla fulminazione diretta della struttura |
| R_S | $R_A + R_U$ il rischio connesso alla perdita di esseri viventi |
| R_F | $R_B + R_V$ il rischio connesso al danno fisico |
| R_O | $R_M + R_C + R_W + R_Z$ il rischio connesso all'avaria degli impianti interni. |

Z1 - esterno

| | | | | |
|----------------------------|---------------------------------|-------------|-------------|----------|
| CO 05 RA VA 00 D1 RS 20.00 | RELAZIONE SCARICHE ATMOSFERICHE | 00 | 26/03/2021 | 22 di 88 |
| Cod. HA | Descrizione | Rev. | Data | |

$$R_D = 0,0003 \%$$

$$R_I = 0 \%$$

$$\text{Totale} = 0,0003 \%$$

$$R_S = 0,0003 \%$$

$$R_F = 0 \%$$

$$R_O = 0 \%$$

$$\text{Totale} = 0,0003 \%$$

Z_2 - interno

$$R_D = 77,3074 \%$$

$$R_I = 22,6923 \%$$

$$\text{Totale} = 99,9997 \%$$

$$R_S = 0,6522 \%$$

$$R_F = 13,0449 \%$$

$$R_O = 86,3026 \%$$

$$\text{Totale} = 99,9997 \%$$

I dati sopra indicati, evidenziano che il rischio R_1 per la struttura si verifica essenzialmente nelle seguenti zone:

Z_2 - interno (99,9997 %)

- in gran parte per avaria degli impianti interni
- a causa principalmente della fulminazione diretta della struttura
- il contributo principale al valore del rischio R_1 nella zona è dato dalle seguenti componenti di rischio:

$$R_C = 63,8906 \%$$

Avaria degli impianti interni per fulminazione diretta della struttura

| | | | | |
|----------------------------|---------------------------------|-------------|-------------|----------|
| CO 05 RA VA 00 D1 RS 20.00 | RELAZIONE SCARICHE ATMOSFERICHE | 00 | 26/03/2021 | 23 di 88 |
| Cod. HA | Descrizione | Rev. | Data | |

$$R_W(\text{segnale}) = 21,3940 \%$$

Avaria degli impianti interni per fulminazione diretta della linea

D.3.2 Scelta delle misure di protezione

Per ridurre il rischio R_1 a valori non superiori a quello tollerabile $R_T = 1E-05$, è necessario agire sulle seguenti componenti:

- R_B nelle zone:

Z_2 - interno

- R_C nelle zone:

Z_2 - interno

- R_W nelle zone:

Z_2 - interno

adottando una o più delle possibili misure di protezione seguenti:

- per la componente B:

1) LPS

2) Mezzi e impianti di rivelazione e/o estinzione incendio, compartimenti antincendio

- per la componente C:

1) Sistema di SPD

2) Interfaccia isolante e schermatura

- per la componente W:

1) Sistema di SPD

2) Interfaccia isolante

3) Aumento tensione di tenuta apparecchiature

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

| | | | | |
|----------------------------|---------------------------------|-------------|-------------|----------|
| CO 05 RA VA 00 D1 RS 20.00 | RELAZIONE SCARICHE ATMOSFERICHE | 00 | 26/03/2021 | 24 di 88 |
| Cod. HA | Descrizione | Rev. | Data | |

- dotare l'edificio di un LPS di classe IV ($P_b = 0,2$)
- nella zona Z_2 - interno:

Impianto interno: potenza

- Sistema di SPD - livello: II

Impianto interno: segnale

- Sistema di SPD - livello: II

Sulla Linea L_1 - potenza:

- SPD arrivo linea - livello: II

Sulla Linea L_2 - segnale:

- SPD arrivo linea - livello: II

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

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

| Zona Z_1 : esterno | |
|--|----------|
| Probabilità che un fulmine sulla struttura causi danno ad esseri viventi per elettrocuzione P_A | 2,00E-01 |
| Probabilità che un fulmine su una struttura causi danno materiale P_B | 0,2 |
| Probabilità che un fulmine su una struttura causi guasti negli impianti interni P_C | 0,00E+00 |
| Probabilità che un fulmine in prossimità una struttura causi guasti negli impianti interni P_M | 0,00E+00 |
| r_t coefficiente riduzione per pavimentazione | 0,00001 |
| r_p coefficiente riduzione rischio incendio | --- |
| r_f coefficiente riduzione per rischio esplosione | --- |
| h incremento rischi particolari | --- |
| Zona Z_2 : interno | |
| Probabilità che un fulmine sulla struttura causi danno ad esseri viventi per elettrocuzione P_A | 2,00E-01 |
| Probabilità che un fulmine su una struttura causi danno materiale P_B | 0,2 |
| P_C (linea potenza) | 2,00E-02 |

| | | | | |
|----------------------------|---------------------------------|-------------|-------------|----------|
| CO 05 RA VA 00 D1 RS 20.00 | RELAZIONE SCARICHE ATMOSFERICHE | 00 | 26/03/2021 | 25 di 88 |
| Cod. HA | Descrizione | Rev. | Data | |

| | |
|---|----------|
| P_C (linea segnale) | 2,00E-02 |
| Probabilità che un fulmine su una struttura causi guasti negli impianti interni P_C | 3,96E-02 |
| P_M (linea potenza) | 3,20E-11 |
| P_M (linea segnale) | 2,00E-10 |
| Probabilità che un fulmine in prossimità una struttura causi guasti negli impianti interni P_M | 2,32E-10 |
| Probabilità che un fulmine su un servizio causi danno agli esseri viventi per elettrocuzione P_U (linea potenza) | 1,20E-02 |
| Probabilità che un fulmine su una linea causi danno materiale P_V (linea potenza) | 1,20E-02 |
| Probabilità che un fulmine su una linea causi guasti negli impianti interni P_W (linea potenza) | 1,20E-02 |
| Probabilità che un fulmine in prossimità di una linea entrante causi guasti negli impianti interni P_Z (linea potenza) | 0,00E+00 |
| Probabilità che un fulmine su un servizio causi danno agli esseri viventi per elettrocuzione P_U (linea segnale) | 1,80E-02 |
| Probabilità che un fulmine su una linea causi danno materiale P_V (linea segnale) | 1,80E-02 |
| Probabilità che un fulmine su una linea causi guasti negli impianti interni P_W (linea segnale) | 1,80E-02 |
| Probabilità che un fulmine in prossimità di una linea entrante causi guasti negli impianti interni P_Z (linea segnale) | 0,00E+00 |
| r_t coefficiente riduzione per pavimentazione | 0,01 |
| r_p coefficiente riduzione rischio incendio | 1 |
| r_f coefficiente riduzione per rischio esplosione | 0,1 |
| h incremento rischi particolari | 2 |

Rischio R_1 : perdita di vite umane

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

Z_1 : esterno

R_A : 8,13E-11

Totale: 8,13E-11

| | | | | |
|----------------------------|---------------------------------|-------------|-------------|----------|
| CO 05 RA VA 00 D1 RS 20.00 | RELAZIONE SCARICHE ATMOSFERICHE | 00 | 26/03/2021 | 26 di 88 |
| Cod. HA | Descrizione | Rev. | Data | |

Z_2 : interno

R_A : 1,63E-07

R_B : 3,26E-06

R_C : 3,22E-06

R_M : 1,50E-12

R_U (linea potenza): 1,35E-09

R_V (linea potenza): 2,69E-08

R_W (linea potenza): 1,35E-07

R_Z (linea potenza): 0,00E+00

R_U (linea segnale): 5,45E-09

R_V (linea segnale): 1,09E-07

R_W (linea segnale): 5,45E-07

R_Z (linea segnale): 0,00E+00

Totale: 7,47E-06

Valore totale del rischio R_1 per la struttura: 7,47E-06.

D.3.3 Conclusioni

A seguito dell'adozione delle misure di protezione (che devono essere correttamente dimensionate) vale quanto segue.

Rischi che non superano il valore tollerabile: R_1

Secondo la norma CEI EN 62305-2 la struttura è protetta contro le fulminazioni.

| | | | | |
|----------------------------|---------------------------------|-------------|-------------|----------|
| CO 05 RA VA 00 D1 RS 20.00 | RELAZIONE SCARICHE ATMOSFERICHE | 00 | 26/03/2021 | 27 di 88 |
| Cod. HA | Descrizione | Rev. | Data | |

D.3.4 Appendici

APPENDICE: Caratteristica delle strutture

Dimensioni: A (m): 40 B (m): 25 H (m): 13,5 Hmax (m): 13,5
 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 km²) Ng = 2,64

APPENDICE: Caratteristiche linee elettriche

Caratteristiche della linea: potenza

Tipo di linea: energia
 SPD ad arrivo linea: Assente
 La linea ha caratteristiche variabili lungo il percorso; essa, pertanto, è stata divisa in sezioni, ciascuna con caratteristiche uniformi.
 Sezione 1
 Tratto di linea interrata
 Lunghezza (m) L = 50
 Resistività (ohm x m) $\rho = 400$
 Coefficiente ambientale (CE): suburbano
 Sezione 2
 Trasformatore MT/BT
 Sezione 3
 Struttura adiacente
 Dimensioni della struttura da cui proviene la linea: A (m): 17 B (m): 5 H (m): 7
 Coefficiente di posizione della struttura da cui proviene la linea (Cd): in area con oggetti di altezza uguale o inferiore

Caratteristiche della linea: segnale

La linea ha caratteristiche uniformi lungo l'intero percorso
 Tipo di linea: segnale - interrata
 Lunghezza (m) L = 1000
 Resistività (ohm x m) $\rho = 400$
 Coefficiente ambientale (CE): suburbano
 Schermo collegato alla stessa terra delle apparecchiature alimentate: $5 < R \leq 20$ ohm/km
 Dimensioni della struttura da cui proviene la linea: A (m): 17 B (m): 5 H (m): 7
 Coefficiente di posizione della struttura da cui proviene la linea (Cd): in area con oggetti di altezza uguale o inferiore
 SPD ad arrivo linea: assente

APPENDICE: Caratteristiche delle zone

Caratteristiche della zona: esterno
 Tipo di zona: esterna
 Tipo di suolo: asfalto ($r_t = 0,00001$)
 Protezioni contro le tensioni di contatto e di passo: nessuna

| | | | | |
|----------------------------|---------------------------------|-------------|-------------|----------|
| CO 05 RA VA 00 D1 RS 20.00 | RELAZIONE SCARICHE ATMOSFERICHE | 00 | 26/03/2021 | 28 di 88 |
| Cod. HA | Descrizione | Rev. | Data | |

Valori medi delle perdite per la zona: esterno
 Numero di persone nella zona: 1
 Numero totale di persone nella struttura: 2
 Tempo per il quale le persone sono presenti nella zona (ore all'anno): 5000
 Perdita per tensioni di contatto e di passo (relativa a R1) $LA = 2,85E-08$
 Rischi e componenti di rischio presenti nella zona: esterno
 Rischio 1: Ra

Caratteristiche della zona: interno
 Tipo di zona: interna
 Tipo di pavimentazione: cemento ($rt = 0,01$)
 Rischio di esplosione - Zona 1, 21 ($rf = 0,1$)
 Pericoli particolari: ridotto rischio di panico ($h = 2$)
 Protezioni antincendio: $rp = 1$
 Schermatura di zona: assente
 Protezioni contro le tensioni di contatto e di passo: nessuna
 Impianto interno: potenza
 Alimentato dalla linea potenza
 Tipo di circuito: Conduttori e PE sullo 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
 Impianto interno: segnale
 Alimentato dalla linea segnale
 Tipo di circuito: Cavo schermato o canale metallico ($Ks3 = 0,0001$)
 Tensione di tenuta: 1,0 kV
 Sistema di SPD - livello: Assente ($PSPD = 1$)
 Frequenza di danno tollerabile: 0,1

Valori medi delle perdite per la zona: interno
 Rischio 1
 Numero di persone nella zona: 1
 Numero totale di persone nella struttura: 1
 Tempo per il quale le persone sono presenti nella zona (ore all'anno): 5000
 Perdita per tensioni di contatto e di passo (relativa a R1) $LA = LU = 5,71E-05$
 Perdita per avaria di impianti interni (relativa a R1) $LC = LM = LW = LZ = 5,71E-03$
 Perdita per danno fisico (relativa a R1) $LB = LV = 1,14E-03$
 Rischi e componenti di rischio presenti nella zona: interno
 Rischio 1: Ra Rb Rc Rm Ru Rv Rw Rz

APPENDICE: Frequenza di danno

Impianto interno 1
 - Zona: interno

| | | | | |
|----------------------------|---------------------------------|-------------|-------------|----------|
| CO 05 RA VA 00 D1 RS 20.00 | RELAZIONE SCARICHE ATMOSFERICHE | 00 | 26/03/2021 | 29 di 88 |
| Cod. HA | Descrizione | Rev. | Data | |

- Linea: potenza
- Circuito: potenza
- FS Totale: 0,0151
- Frequenza di danno tollerabile: 0,1
- Circuito protetto: SI

Impianto interno 2

- Zona: interno
- Linea: segnale
- Circuito: segnale
- FS Totale: 0,0191
- Frequenza di danno tollerabile: 0,1
- Circuito protetto: SI

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

Impianto interno 1

- Zona: interno
- Linea: potenza
- Circuito: potenza
- FS Totale: 0,0003
- Frequenza di danno tollerabile: 0,1
- Circuito protetto: SI

Impianto interno 2

- Zona: interno
- Linea: segnale
- Circuito: segnale
- FS Totale: 0,0004
- Frequenza di danno tollerabile: 0,1
- Circuito protetto: SI

APPENDICE: Area di raccolta e numero annuo di eventi pericolosi.

Struttura

Area di raccolta per fulminazione diretta della struttura $AD = 1,08E-02 \text{ km}^2$

Area di raccolta per fulminazione indiretta della struttura $AM = 4,30E-01 \text{ km}^2$

Numero di eventi pericolosi per fulminazione diretta della struttura $ND = 1,43E-02$

Numero di eventi pericolosi per fulminazione indiretta della struttura $NM = 1,14E+00$

Linee elettriche

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

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

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

| | | | | |
|----------------------------|---------------------------------|-------------|-------------|----------|
| CO 05 RA VA 00 D1 RS 20.00 | RELAZIONE SCARICHE ATMOSFERICHE | 00 | 26/03/2021 | 30 di 88 |
| Cod. HA | Descrizione | Rev. | Data | |

potenza

AL = 0,002000 km²

AI = 0,200000 km²

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

segnale

NL = 0,000295

NI = 0,132000

potenza

NL = 0,000295

NI = 0,132000

APPENDICE: Valori della probabilità P per la struttura non protetta

Zona Z1: esterno

PA = 1,00E+00

PB = 1,0

PC = 0,00E+00

PM = 0,00E+00

Zona Z2: interno

PA = 1,00E+00

PB = 1,0

PC (potenza) = 1,00E+00

PC (segnale) = 1,00E+00

PC = 1,00E+00

PM (potenza) = 1,60E-09

PM (segnale) = 1,00E-08

PM = 1,16E-08

PU (potenza) = 3,00E-02

PV (potenza) = 3,00E-02

PW (potenza) = 6,00E-01

PZ (potenza) = 0,00E+00

PU (segnale) = 4,50E-02

PV (segnale) = 4,50E-02

PW (segnale) = 9,00E-01

PZ (segnale) = 0,00E+00

| | | | | |
|----------------------------|---------------------------------|-------------|-------------|----------|
| CO 05 RA VA 00 D1 RS 20.00 | RELAZIONE SCARICHE ATMOSFERICHE | 00 | 26/03/2021 | 31 di 88 |
| Cod. HA | Descrizione | Rev. | Data | |

E VALUTAZIONE LOCALE N4 STOCCAGGIO SOLIDI SFUSI (ALTO CONTENUTO HC)**E.1.1 Densità annua fulmini a terra**

La densità annua di fulmini a terra al kilometro quadrato nella posizione in cui è ubicata la struttura vale:

$$Ng = 2,64 \text{ fulmini/anno km}^2$$

E.1.2 Dati relativi alla struttura

Le dimensioni massime della struttura sono:

$$A \text{ (m): } 45 \quad B \text{ (m): } 43 \quad H \text{ (m): } 15 \quad H_{\max} \text{ (m): } 15$$

La destinazione d'uso prevalente della struttura è: industriale

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

- perdita di vite umane
- perdita economica

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

- rischio R_f ;

L'edificio ha tetto e struttura portante in cemento armato con ferri d'armatura continui.

E.1.3 Dati relativi alle linee elettriche esterne

La struttura è servita dalle seguenti linee elettriche:

- Linea di energia: potenza
- Linea di segnale: segnale

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

| | | | | |
|----------------------------|---------------------------------|------|------------|----------|
| CO 05 RA VA 00 D1 RS 20.00 | RELAZIONE SCARICHE ATMOSFERICHE | 00 | 26/03/2021 | 32 di 88 |
| Cod. HA | Descrizione | Rev. | Data | |

E.1.4 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:

Z_1 : esterno

Z_2 : interno

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.

E.2 CALCOLO DELLE AREE DI RACCOLTA DELLE STRUTTURE 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.

| | | | | |
|----------------------------|---------------------------------|-------------|-------------|----------|
| CO 05 RA VA 00 D1 RS 20.00 | RELAZIONE SCARICHE ATMOSFERICHE | 00 | 26/03/2021 | 33 di 88 |
| Cod. HA | Descrizione | Rev. | Data | |

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.

E.3 VALUTAZIONI DEI RISCHI

E.3.1 *Rischio R1 perdita di vite umane*

Calcolo del Rischio R1

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

| Zona esterno edificio/area (Z_1) | |
|---|-----------------|
| Componente di Rischio | Valore |
| fulmine su una struttura: danni ad esseri viventi per elettrocuzione dovuta alle tensioni di passo e di contatto causate da accoppiamenti resistivi e induttivi (R_A): | 6,09E-10 |
| Totale: | 6.09E-10 |
| Z_2 : interno edificio/area | |
| fulmine su una struttura: danni ad esseri viventi per elettrocuzione dovuta alle tensioni di passo e di contatto causate da accoppiamenti resistivi e induttivi (R_A): | 1,22E-06 |
| fulmine su una struttura : 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 (R_b): | 1,22E-06 |
| fulmine su una struttura :guasti o malfunzionamenti degli impianti interni dovuti al LEMP (R_c): | 1,22E-04 |
| fulmine in prossimità di una struttura guasti o malfunzionamenti degli impianti interni dovuti al LEMP (R_M): | 1,08E-07 |
| Fulmine su una linea, danno ad esseri viventi per elettrocuzione dovuta a tensioni di contatto all'interno della struttura. (R_u) (linea potenza): | 1,11E-07 |
| fulmine su una linea entrante nella struttura: incendio e/o esplosione iniziati da scariche dovute a sovratensioni e alle correnti di fulmine trasmesse tramite la linea entrante (R_v) (linea potenza): | 2,23E-06 |
| fulmine su una linea entrante nella struttura: incendio e/o esplosione iniziati da scariche dovute a sovratensioni e alle correnti di fulmine trasmesse tramite la linea entrante | 6,73E-08 |

| | | | | |
|----------------------------|---------------------------------|-------------|-------------|----------|
| CO 05 RA VA 00 D1 RS 20.00 | RELAZIONE SCARICHE ATMOSFERICHE | 00 | 26/03/2021 | 34 di 88 |
| Cod. HA | Descrizione | Rev. | Data | |

| | |
|---|-----------------|
| (R_V) (linea potenza): | |
| fulmine su una linea entrante nella struttura: guasti o malfunzionamenti degli impianti interni dovuti alle sovratensioni che si localizzano sulle linee entranti e che sono trasmesse alla struttura | 1,11E-05 |
| (R_W) (linea potenza): | |
| fulmine in prossimità di una linea entrante nella struttura: guasti o malfunzionamenti degli impianti interni dovuti al LEMP | 2,26E-04 |
| (R_Z) (linea potenza): | |
| Fulmine su una linea, danno ad esseri viventi per elettrocuzione dovuta a tensioni di contatto all'interno della struttura. | 1,51E-06 |
| (R_U) (linea segnale): | |
| fulmine su una linea entrante nella struttura: incendio e/o esplosione iniziati da scariche dovute a sovratensioni e alle correnti di fulmine trasmesse tramite la linea entrante | 3,01E-05 |
| (R_V) (linea segnale): | |
| fulmine su una linea entrante nella struttura: guasti o malfunzionamenti degli impianti interni dovuti alle sovratensioni che si localizzano sulle linee entranti e che sono trasmesse alla struttura | 1,51E-04 |
| (R_W) (linea segnale): | |
| fulmine in prossimità di una linea entrante nella struttura: guasti o malfunzionamenti degli impianti interni dovuti al LEMP | 0,00E+00 |
| (R_Z) (linea segnale): | |
| Totale: | 5.07E-04 |

Valore totale del rischio R_1 per la struttura: 5,07E-04

Analisi del Rischio R_1

Il rischio complessivo $R_1 = 5,07E-04$ è maggiore di quello tollerato $R_T = 1E-05$, occorre adottare idonee misure di protezione per ridurlo.

La composizione delle componenti che concorrono a formare il rischio R_1 , espressi in percentuale del valore di R_1 per la struttura, è indicata di seguito con i seguenti raggruppamenti

| | |
|-------|--|
| R_D | $R_A + R_B + R_C$ il rischio dovuto alla fulminazione diretta della struttura |
| R_I | $R_M + R_U + R_V + R_W + R_Z$ il rischio dovuto alla fulminazione diretta della struttura |
| R_S | $R_A + R_U$ il rischio connesso alla perdita di esseri viventi |
| R_F | $R_B + R_V$ il rischio connesso al danno fisico |
| R_O | $R_M + R_C + R_W + R_Z$ |

| | | | | |
|----------------------------|---------------------------------|-------------|-------------|----------|
| CO 05 RA VA 00 D1 RS 20.00 | RELAZIONE SCARICHE ATMOSFERICHE | 00 | 26/03/2021 | 35 di 88 |
| Cod. HA | Descrizione | Rev. | Data | |

| | |
|--|--|
| | il rischio connesso all'avaria degli impianti interni. |
|--|--|

Z_1 - esterno

$R_D = 0,0001 \%$

$R_I = 0 \%$

Totale = 0,0001 %

$R_S = 0,0001 \%$

$R_F = 0 \%$

$R_O = 0 \%$

Totale = 0,0001 %

Z_2 - interno

$R_D = 25,9266 \%$

$R_I = 74,0733 \%$

Totale = 99,9999 %

$R_S = 0,4984 \%$

$R_F = 9,9672 \%$

$R_O = 89,5344 \%$

Totale = 99,9999 %

I dati sopra indicati, evidenziano che il rischio R_1 per la struttura si verifica essenzialmente nelle seguenti zone:

Z_2 - interno (99,9999 %)

- in gran parte per avaria degli impianti interni
- a causa principalmente della fulminazione indiretta della struttura

| | | | | |
|----------------------------|---------------------------------|-------------|-------------|----------|
| CO 05 RA VA 00 D1 RS 20.00 | RELAZIONE SCARICHE ATMOSFERICHE | 00 | 26/03/2021 | 36 di 88 |
| Cod. HA | Descrizione | Rev. | Data | |

- il contributo principale al valore del rischio R_1 nella zona è dato dalle seguenti componenti di rischio:

$$R_C = 21,4270 \%$$

Avaria degli impianti interni per fulminazione diretta della struttura

$$R_Z (\text{energia}) = 39,6796 \%$$

Avaria degli impianti interni per fulminazione indiretta della linea

$$R_W (\text{Segnale}) = 26,4531 \%$$

Avaria degli impianti interni per fulminazione diretta della linea

E.3.2 Scelta delle misure di protezione

Per ridurre il rischio R_1 a valori non superiori a quello tollerabile $R_T = 1E-05$, è necessario agire sulle seguenti componenti:

- R_B nelle zone:

Z_2 - interno

- R_C nelle zone:

Z_2 - interno

- R_M nelle zone:

Z_2 - interno

- R_W nelle zone:

Z_2 - interno

- R_Z nelle zone:

Z_2 - interno

adottando una o più delle possibili misure di protezione seguenti:

- per la componente B:

1) LPS

| | | | | |
|----------------------------|---------------------------------|-------------|-------------|----------|
| CO 05 RA VA 00 D1 RS 20.00 | RELAZIONE SCARICHE ATMOSFERICHE | 00 | 26/03/2021 | 37 di 88 |
| Cod. HA | Descrizione | Rev. | Data | |

- 2) Mezzi e impianti di rivelazione e/o estinzione incendio, compartimenti antincendio
- per la componente C:
 - 1) Sistema di SPD
 - 2) Interfaccia isolante e schermatura
- per la componente V:
 - 1) LPS
 - 2) SPD arrivo linea
 - 3) Mezzi e impianti di rivelazione e/o estinzione incendio, compartimenti antincendio
 - 4) Interfaccia isolante
 - 5) Aumento tensione di tenuta apparecchiature
- per la componente W:
 - 1) Sistema di SPD
 - 2) Interfaccia isolante
 - 3) Aumento tensione di tenuta apparecchiature
- per la componente Z:
 - 1) Sistema di SPD
 - 2) Interfaccia isolante
 - 3) Aumento tensione di tenuta apparecchiature

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

- dotare l'edificio di un LPS di classe II ($P_b = 0,05$)
- nella zona Z_2 - interno:

Impianto interno: potenza

| | | | | |
|----------------------------|---------------------------------|-------------|-------------|----------|
| CO 05 RA VA 00 D1 RS 20.00 | RELAZIONE SCARICHE ATMOSFERICHE | 00 | 26/03/2021 | 38 di 88 |
| Cod. HA | Descrizione | Rev. | Data | |

- Sistema di SPD - livello: I

Impianto interno: segnale

- Sistema di SPD - livello: I

- Sulla Linea L_1 - potenza:

- SPD arrivo linea - livello: I

- Sulla Linea L_2 - segnale:

- SPD arrivo linea - livello: I

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

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

| Zona Z_1 : esterno | |
|--|----------|
| Probabilità che un fulmine sulla struttura causi danno ad esseri viventi per elettrocuzione P_A | 5,00E-02 |
| Probabilità che un fulmine su una struttura causi danno materiale P_B | 0,05 |
| Probabilità che un fulmine su una struttura causi guasti negli impianti interni P_C | 0,00E+00 |
| Probabilità che un fulmine in prossimità una struttura causi guasti negli impianti interni P_M | 0,00E+00 |
| r_t coefficiente riduzione per pavimentazione | 0,00001 |
| r_p coefficiente riduzione rischio incendio | --- |
| r_f coefficiente riduzione per rischio esplosione | --- |
| h incremento rischi particolari | --- |
| Zona Z_2 : interno | |
| Probabilità che un fulmine sulla struttura causi danno ad esseri viventi per elettrocuzione P_A | 5,00E-02 |
| Probabilità che un fulmine su una struttura causi danno materiale P_B | 0,05 |
| P_C (linea potenza) | 1,00E-02 |
| P_C (linea segnale) | 1,00E-02 |
| Probabilità che un fulmine su una struttura causi guasti negli impianti interni P_C | 1,99E-02 |
| P_M (linea potenza) | 1,60E-07 |

| | | | | |
|----------------------------|---------------------------------|-------------|-------------|----------|
| CO 05 RA VA 00 D1 RS 20.00 | RELAZIONE SCARICHE ATMOSFERICHE | 00 | 26/03/2021 | 39 di 88 |
| Cod. HA | Descrizione | Rev. | Data | |

| | |
|---|----------|
| P_M (linea segnale) | 1,00E-10 |
| Probabilità che un fulmine in prossimità una struttura causi guasti negli impianti interni P_M | 1,60E-07 |
| Probabilità che un fulmine su un servizio causi danno agli esseri viventi per elettrocuzione P_U (linea potenza) | 1,00E-02 |
| Probabilità che un fulmine su una linea causi danno materiale P_V (linea potenza) | 1,00E-02 |
| Probabilità che un fulmine su una linea causi guasti negli impianti interni P_W (linea potenza) | 1,00E-02 |
| Probabilità che un fulmine in prossimità di una linea entrante causi guasti negli impianti interni P_Z (linea potenza) | 3,00E-03 |
| Probabilità che un fulmine su un servizio causi danno agli esseri viventi per elettrocuzione P_U (linea segnale) | 1,00E-02 |
| Probabilità che un fulmine su una linea causi danno materiale P_V (linea segnale) | 1,00E-02 |
| Probabilità che un fulmine su una linea causi guasti negli impianti interni P_W (linea segnale) | 1,00E-02 |
| Probabilità che un fulmine in prossimità di una linea entrante causi guasti negli impianti interni P_Z (linea segnale) | 0,00E+00 |
| r_t coefficiente riduzione per pavimentazione | 0,01 |
| r_p coefficiente riduzione rischio incendio | 1 |
| r_f coefficiente riduzione per rischio esplosione | 0,1 |
| h incremento rischi particolari | 2 |

Rischio R_I : perdita di vite umane

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

Z_1 : esterno

R_A : 3,05E-11

Totale: 3,05E-11

Z_2 : interno

| | | | | |
|----------------------------|---------------------------------|-------------|-------------|----------|
| CO 05 RA VA 00 D1 RS 20.00 | RELAZIONE SCARICHE ATMOSFERICHE | 00 | 26/03/2021 | 40 di 88 |
| Cod. HA | Descrizione | Rev. | Data | |

R_A : 6,11E-08

R_B : 1,22E-06

R_C : 2,43E-06

R_M : 1,08E-09

R_U (energia): 1,11E-09

R_V (energia): 2,23E-08

R_W (energia): 1,11E-07

R_Z (energia): 2,26E-06

R_U (Segnale): 1,51E-08

R_V (Segnale): 3,01E-07

R_W (Segnale): 1,51E-06

R_Z (Segnale): 0,00E+00

Totale: 7,93E-06

Valore totale del rischio R_1 per la struttura: 7,93E-06

E.3.3 Conclusioni

A seguito dell'adozione delle misure di protezione (che devono essere correttamente dimensionate) vale quanto segue.

Rischi che non superano il valore tollerabile: R_1

Secondo la norma CEI EN 62305-2 la struttura è protetta contro le fulminazioni.

E.3.4 Appendici

Appendici: Caratteristica della struttura

Dimensioni: A (m): 45 B (m): 43 H (m): 15 Hmax (m): 15

Coefficiente di posizione: in area con oggetti di altezza uguale o inferiore ($CD = 0,5$)

| | | | | |
|----------------------------|---------------------------------|-------------|-------------|----------|
| CO 05 RA VA 00 D1 RS 20.00 | RELAZIONE SCARICHE ATMOSFERICHE | 00 | 26/03/2021 | 41 di 88 |
| Cod. HA | Descrizione | Rev. | Data | |

Schermo esterno alla struttura: assente

Densità di fulmini a terra (fulmini/anno km²) Ng = 2,64

Appendici: Caratteristiche delle linee elettriche

Caratteristiche della linea: potenza

Tipo di linea: energia

La linea ha caratteristiche variabili lungo il percorso; essa pertanto è stata divisa in sezioni, ciascuna con caratteristiche uniformi.

Sezione 1

Tratto di linea interrata

Lunghezza (m) L = 50

Resistività (ohm x m) ρ = 400

Coefficiente ambientale (CE): suburbano

Sezione 2

Trasformatore MT/BT

Sezione 3

Struttura adiacente

Dimensioni della struttura da cui proviene la linea: A (m): 17 B (m): 05 H (m): 7

Coefficiente di posizione della struttura da cui proviene la linea (Cd): in area con oggetti di altezza uguale o inferiore

Caratteristiche della linea: segnale

La linea ha caratteristiche uniformi lungo l'intero percorso

Tipo di linea: segnale - interrata

Lunghezza (m) L = 50

Resistività (ohm x m) ρ = 400

Coefficiente ambientale (CE): suburbano

Schermo collegato alla stessa terra delle apparecchiature alimentate: $5 < R \leq 20$ ohm/km

Dimensioni della struttura da cui proviene la linea: A (m): 17 B (m): 5 H (m): 7

Coefficiente di posizione della struttura da cui proviene la linea (Cd): in area con oggetti di altezza uguale o inferiore.

Appendice: Caratteristiche delle zone

Caratteristiche della zona: esterno

Tipo di zona: esterna

Tipo di suolo: asfalto ($r_t = 0,00001$)

Protezioni contro le tensioni di contatto e di passo: nessuna

Valori medi delle perdite per la zona: esterno

Numero di persone nella zona: 1

Numero totale di persone nella struttura: 2

Tempo per il quale le persone sono presenti nella zona (ore all'anno): 5000

| | | | | |
|----------------------------|---------------------------------|-------------|-------------|----------|
| CO 05 RA VA 00 D1 RS 20.00 | RELAZIONE SCARICHE ATMOSFERICHE | 00 | 26/03/2021 | 42 di 88 |
| Cod. HA | Descrizione | Rev. | Data | |

Perdita per tensioni di contatto e di passo (relativa a R1) $LA = 2,85E-08$

Rischi e componenti di rischio presenti nella zona: esterno

Rischio 1: Ra

Caratteristiche della zona: interno

Tipo di zona: interna

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

Rischio di esplosione - Zona 1, 21 ($rf = 0,1$)

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

Protezioni antincendio: $rp = 1$

Schermatura di zona: assente

Protezioni contro le tensioni di contatto e di passo: nessuna

Impianto interno: potenza

Alimentato dalla linea potenza

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

Tensione di tenuta: 2,5 kV

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

Frequenza di danno tollerabile: 0,1

Impianto interno: segnale

Alimentato dalla linea segnale

Tipo di circuito: Cavo schermato o canale metallico ($Ks3 = 0,0001$)

Tensione di tenuta: 1,0 kV

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

Frequenza di danno tollerabile: 0,1

Valori medi delle perdite per la zona: interno

Rischio 1

Numero di persone nella zona: 1

Numero totale di persone nella struttura: 1

Tempo per il quale le persone sono presenti nella zona (ore all'anno): 5000

Perdita per tensioni di contatto e di passo (relativa a R1) $LA = LU = 5,71E-05$

Perdita per avaria di impianti interni (relativa a R1) $LC = LM = LW = LZ = 5,71E-03$

Perdita per danno fisico (relativa a R1) $LB = LV = 1,14E-03$

Rischi e componenti di rischio presenti nella zona: interno

Rischio 1: Ra Rb Rc Rm Ru Rv Rw Rz

Appendice: Frequenza di danno

Impianto interno 1

- Zona: interno
- Linea: potenza
- Circuito: potenza
- FS Totale: 0,063
- Frequenza di danno tollerabile: 0,1

| | | | | |
|----------------------------|---------------------------------|-------------|-------------|----------|
| CO 05 RA VA 00 D1 RS 20.00 | RELAZIONE SCARICHE ATMOSFERICHE | 00 | 26/03/2021 | 43 di 88 |
| Cod. HA | Descrizione | Rev. | Data | |

- Circuito protetto: SI

Impianto interno 2

- Zona: interno
- Linea: segnale
- Circuito: segnale
- FS Totale: 0,0478
- Frequenza di danno tollerabile: 0,1
- Circuito protetto: SI

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

Impianto interno 1

- Zona: interno
- Linea: potenza
- Circuito: potenza
- FS Totale: 0,0006
- Frequenza di danno tollerabile: 0,1
- Circuito protetto: SI

Impianto interno 2

- Zona: interno
- Linea: segnale
- Circuito: segnale
- FS Totale: 0,0005
- 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 = $1,36E-02 \text{ km}^2$

Area di raccolta per fulminazione indiretta della struttura AM = $4,46E-01 \text{ km}^2$

Numero di eventi pericolosi per fulminazione diretta della struttura ND = $1,80E-02$

Numero di eventi pericolosi per fulminazione indiretta della struttura NM = $1,18E+00$

Linee elettriche

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

potenza

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

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

segnale

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:

potenza

| | | | | |
|----------------------------|---------------------------------|-------------|-------------|----------|
| CO 05 RA VA 00 D1 RS 20.00 | RELAZIONE SCARICHE ATMOSFERICHE | 00 | 26/03/2021 | 44 di 88 |
| Cod. HA | Descrizione | Rev. | Data | |

NL = 0,001320

NI = 0,132000

segnale

NL = 0,026400

NI = 2,640000

APPENDICE: Valori della probabilità P per la struttura non protetta

Zona Z1: esterno

PA = 1,00E+00

PB = 1,0

PC = 0,00E+00

PM = 0,00E+00

Zona Z2: interno

PA = 1,00E+00

PB = 1,0

PC (energia) = 1,00E+00

PC (Segnale) = 1,00E+00

PC = 1,00E+00

PM (energia) = 1,60E-05

PM (Segnale) = 1,00E-08

PM = 1,60E-05

PU (energia) = 1,00E+00

PV (energia) = 1,00E+00

PW (energia) = 1,00E+00

PZ (energia) = 3,00E-01

PU (Segnale) = 1,00E+00

PV (Segnale) = 1,00E+00

PW (Segnale) = 1,00E+00

PZ (Segnale) = 0,00E+00

| | | | | |
|----------------------------|---------------------------------|-------------|-------------|----------|
| CO 05 RA VA 00 D1 RS 20.00 | RELAZIONE SCARICHE ATMOSFERICHE | 00 | 26/03/2021 | 45 di 88 |
| Cod. HA | Descrizione | Rev. | Data | |

F VALUTAZIONE LOCALE N7 STOCCAGGIO SOLIDI IN COLLI**F.1.1 Densità annua dei fulmini a terra**

La densità annua di fulmini a terra al kilometro quadrato nella posizione in cui è ubicata la struttura vale:

$$Ng = 2,64 \text{ fulmini/anno km}^2$$

F.1.2 Dati relativi alla struttura

Le dimensioni massime della struttura sono:

A (m): 79 B (m): 40 H (m): 10 Hmax (m): 10

La destinazione d'uso prevalente della struttura è: industriale

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 R_f ;

L'edificio ha copertura e struttura portante in cemento armato con ferri d'armatura continui.

F.1.3 Dati relativi alle linee elettriche esterne

La struttura è servita dalle seguenti linee elettriche:

- Linea di energia: potenza
- Linea di segnale: segnale

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

F.1.4 Definizione e caratteristiche della zona

Tenuto conto di:

- compartimenti antincendio esistenti e/o che sarebbe opportuno realizzare;

| | | | | |
|----------------------------|---------------------------------|------|------------|----------|
| CO 05 RA VA 00 D1 RS 20.00 | RELAZIONE SCARICHE ATMOSFERICHE | 00 | 26/03/2021 | 46 di 88 |
| Cod. HA | Descrizione | Rev. | Data | |

- 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:

Z_1 : esterno

Z_2 : interno

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.

F.2 CALCOLO DELLE AREE DI RACCOLTA DELLE STRUTTURE 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.

| | | | | |
|----------------------------|---------------------------------|-------------|-------------|----------|
| CO 05 RA VA 00 D1 RS 20.00 | RELAZIONE SCARICHE ATMOSFERICHE | 00 | 26/03/2021 | 47 di 88 |
| Cod. HA | Descrizione | Rev. | Data | |

F.3 Valutazione dei rischi

F.3.1 *Rischio R1: perdita di vite umane*

Calcolo del rischio R_1

I valori delle componenti ed il valore del rischio R_1 sono di seguito indicati.

| Zona esterno edificio/area (Z_1) | |
|---|-----------------|
| Componente di Rischio | Valore |
| fulmine su una struttura: danni ad esseri viventi per elettrocuzione dovuta alle tensioni di passo e di contatto causate da accoppiamenti resistivi e induttivi (R_A): | 4,93E-10 |
| Totale: | 4.93E-10 |
| Z_2 : interno edificio/area | |
| fulmine su una struttura: danni ad esseri viventi per elettrocuzione dovuta alle tensioni di passo e di contatto causate da accoppiamenti resistivi e induttivi (R_A): | 9,87E-07 |
| fulmine su una struttura : 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 (R_b): | 1,97E-06 |
| Fulmine su una linea, danno ad esseri viventi per elettrocuzione dovuta a tensioni di contatto all'interno della struttura. (R_u) (linea potenza): | 7,23E-08 |
| fulmine su una linea entrante nella struttura: incendio e/o esplosione iniziati da scariche dovute a sovratensioni e alle correnti di fulmine trasmesse tramite la linea entrante (R_v) (linea potenza): | 2,23E-06 |
| fulmine su una linea entrante nella struttura: incendio e/o esplosione iniziati da scariche dovute a sovratensioni e alle correnti di fulmine trasmesse tramite la linea entrante (R_v) (linea potenza): | 1,44E-07 |
| Fulmine su una linea, danno ad esseri viventi per elettrocuzione dovuta a tensioni di contatto all'interno della struttura. (R_u) (linea segnale): | 1,36E-06 |
| fulmine su una linea entrante nella struttura: incendio e/o esplosione iniziati da scariche dovute a sovratensioni e alle correnti di fulmine trasmesse tramite la linea entrante (R_v) (linea segnale): | 2,71E-06 |
| Totale: | 7,24E-06 |

Valore totale del rischio R1 per la struttura: 7,24E-06.

| | | | | |
|----------------------------|---------------------------------|-------------|-------------|----------|
| CO 05 RA VA 00 D1 RS 20.00 | RELAZIONE SCARICHE ATMOSFERICHE | 00 | 26/03/2021 | 48 di 88 |
| Cod. HA | Descrizione | Rev. | Data | |

Analisi del Rischio

Il rischio complessivo $R_1 = 7,24E-06$ è inferiore a quello tollerato $R_T = 1E-05$.

F.3.2 Scelta delle misure di protezione

Poiché il rischio complessivo $R_1 = 7,24E-06$ è inferiore a quello tollerato $R_T = 1E-05$, non occorre adottare alcuna misura di protezione per ridurlo.

F.3.3 Conclusioni

Rischi che non superano il valore tollerabile: R_1

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

F.3.4 Appendici

Appendice: Caratteristiche della struttura

Dimensioni: A (m): 79 B (m): 40 H (m): 10 Hmax (m): 10

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 km²) $Ng = 2,64$

Appendice: Caratteristiche delle linee elettriche

Caratteristiche della linea: potenza

Tipo di linea: energia

La linea ha caratteristiche variabili lungo il percorso; essa, pertanto, è stata divisa in sezioni, ciascuna con caratteristiche uniformi.

Sezione 1

Tratto di linea interrata

Lunghezza (m) $L = 120$

Resistività (ohm x m) $\rho = 400$

Coefficiente ambientale (CE): urbano

Sezione 2

Trasformatore MT/BT

Sezione 3

Struttura adiacente

Dimensioni della struttura da cui proviene la linea: A (m): 17 B (m): 5 H (m): 7

Coefficiente di posizione della struttura da cui proviene la linea (C_d): in area con oggetti di altezza uguale o inferiore

| | | | | |
|----------------------------|---------------------------------|-------------|-------------|----------|
| CO 05 RA VA 00 D1 RS 20.00 | RELAZIONE SCARICHE ATMOSFERICHE | 00 | 26/03/2021 | 49 di 88 |
| Cod. HA | Descrizione | Rev. | Data | |

Caratteristiche della linea: segnale

La linea ha caratteristiche uniformi lungo l'intero percorso

Tipo di linea: segnale - interrata

Lunghezza (m) $L = 1000$

Resistività (ohm x m) $\rho = 400$

Coefficiente ambientale (CE): suburbano

Schermo collegato alla stessa terra delle apparecchiature alimentate: $5 < R \leq 20$ ohm/km

Appendice: Caratteristica delle zone

Caratteristiche della zona: esterno

Tipo di zona: esterna

Tipo di suolo: asfalto ($r_t = 0,00001$)

Protezioni contro le tensioni di contatto e di passo: nessuna

Valori medi delle perdite per la zona: esterno

Numero di persone nella zona: 1

Numero totale di persone nella struttura: 2

Tempo per il quale le persone sono presenti nella zona (ore all'anno): 5000

Perdita per tensioni di contatto e di passo (relativa a R_1) $LA = 2,85E-08$

Rischi e componenti di rischio presenti nella zona: esterno

Rischio 1: R_a

Caratteristiche della zona: interno

Tipo di zona: interna

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

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

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

Protezioni antincendio: manuali ($r_p = 0,5$)

Schermatura di zona: assente

Protezioni contro le tensioni di contatto e di passo: nessuna

Impianto interno: potenza

Alimentato dalla linea potenza

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

Tensione di tenuta: 2,5 kV

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

Impianto interno: segnale

Alimentato dalla linea segnale

Tipo di circuito: Cavo schermato o canale metallico ($K_{s3} = 0,0001$)

Tensione di tenuta: 1,0 kV

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

Valori medi delle perdite per la zona: interno

Rischio 1

| | | | | |
|----------------------------|---------------------------------|-------------|-------------|----------|
| CO 05 RA VA 00 D1 RS 20.00 | RELAZIONE SCARICHE ATMOSFERICHE | 00 | 26/03/2021 | 50 di 88 |
| Cod. HA | Descrizione | Rev. | Data | |

Numero di persone nella zona: 1

Numero totale di persone nella struttura: 1

Tempo per il quale le persone sono presenti nella zona (ore all'anno): 5000

Perdita per tensioni di contatto e di passo (relativa a R1) $LA = LU = 5,71E-05$

Perdita per danno fisico (relativa a R1) $LB = LV = 1,14E-04$

Rischi e componenti di rischio presenti nella zona: interno

Rischio 1: Ra Rb Ru Rv

Appendice: Frequenza di danno

Impianto interno 1

Zona: interno

Linea: potenza

Circuito: uso energia

FS Totale: 0,0376

Frequenza di danno tollerabile: 0,1

Circuito protetto: SI

Impianto interno 2

Zona: interno

Linea: segnale

Circuito: segnali

FS Totale: 0,0411

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 $AD = 1,31E-02 \text{ km}^2$

Area di raccolta per fulminazione indiretta della struttura $AM = 4,68E-01 \text{ km}^2$

Numero di eventi pericolosi per fulminazione diretta della struttura $ND = 1,73E-02$

Numero di eventi pericolosi per fulminazione indiretta della struttura $NM = 1,24E+00$

Linee elettriche

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

potenza

$AL = 0,004800 \text{ km}^2$

| | | | | |
|----------------------------|---------------------------------|-------------|-------------|----------|
| CO 05 RA VA 00 D1 RS 20.00 | RELAZIONE SCARICHE ATMOSFERICHE | 00 | 26/03/2021 | 51 di 88 |
| Cod. HA | Descrizione | Rev. | Data | |

AI = 0,480000 km²

segnale

AL = 0,004000 km²

AI = 4,000000 km²

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

potenza

NL = 0,000634

NI = 0,063360

segnale

NL = 0,00264

NI = 2,64000

Appendice: Valori delle probabilità P per la struttura non protetta

Zona Z1: esterno

PA = 1,00E+00

PB = 1,0

PC = 0,00E+00

PM = 0,00E+00

Zona Z2: interno

PA = 1,00E+00

PB = 1,0

PC (uso energia) = 1,00E+00

PC (segnali) = 1,00E+00

PC = 1,00E+00

PM (uso energia) = 6,40E-03

PM (segnali) = 1,00E-08

PM = 6,40E-03

PU (uso energia) = 1,00E+00

PV (uso energia) = 1,00E+00

PW (uso energia) = 1,00E+00

PZ (uso energia) = 3,00E-01

PU (segnali) = 9,00E-01

PV (segnali) = 9,00E-01

PW (segnali) = 9,00E-01

PZ (segnali) = 0,00E+00

| | | | | |
|----------------------------|---------------------------------|-------------|-------------|----------|
| CO 05 RA VA 00 D1 RS 20.00 | RELAZIONE SCARICHE ATMOSFERICHE | 00 | 26/03/2021 | 52 di 88 |
| Cod. HA | Descrizione | Rev. | Data | |

G VALUTAZIONE LOCALE N8 STOCCAGGIO LIQUIDI IN COLLI

G.1.1 Densità annua di fulmini a terra

La densità annua di fulmini a terra al kilometro quadrato nella posizione in cui è ubicata la struttura vale:

$$N_g = 2,64 \text{ fulmini/anno km}^2$$

G.1.2 Dati relativi alla struttura

Le dimensioni massime della struttura sono:

A (m): 43 B (m): 48 H (m): 10 Hmax (m): 10

La destinazione d'uso prevalente della struttura è: industriale

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 R_f ;

L'edificio ha copertura e struttura portante in cemento armato con ferri d'armatura continui.

G.1.3 Dati relativi alle linee elettriche esterne

La struttura è servita dalle seguenti linee elettriche:

- Linea di energia: segnale
- Linea di energia: potenza

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

G.1.4 Definizione e caratteristica delle zone

Tenuto conto di:

- compartimenti antincendio esistenti e/o che sarebbe opportuno realizzare;

| | | | | |
|----------------------------|---------------------------------|-------------|-------------|----------|
| CO 05 RA VA 00 D1 RS 20.00 | RELAZIONE SCARICHE ATMOSFERICHE | 00 | 26/03/2021 | 53 di 88 |
| Cod. HA | Descrizione | Rev. | Data | |

- 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:

Z_1 : esterna

Z_2 : interno

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

G.2 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.

| | | | | |
|----------------------------|---------------------------------|-------------|-------------|----------|
| CO 05 RA VA 00 D1 RS 20.00 | RELAZIONE SCARICHE ATMOSFERICHE | 00 | 26/03/2021 | 54 di 88 |
| Cod. HA | Descrizione | Rev. | Data | |

G.3 VALUTAZIONE DEI RISCHI

G.3.1 Rischio R_1 : perdita di vite umane

Calcolo del rischio R_1

I valori delle componenti ed il valore del rischio R_1 sono di seguito indicati.

| Zona esterno edificio/area (Z_1) | |
|---|-----------------|
| Componente di Rischio | Valore |
| fulmine su una struttura: danni ad esseri viventi per elettrocuzione dovuta alle tensioni di passo e di contatto causate da accoppiamenti resistivi e induttivi (R_A): | 3,91E-10 |
| Totale: | 3.91E-10 |
| Z_2 : interno edificio/area | |
| fulmine su una struttura: danni ad esseri viventi per elettrocuzione dovuta alle tensioni di passo e di contatto causate da accoppiamenti resistivi e induttivi (R_A): | 7,84E-07 |
| fulmine su una struttura : 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 (R_b): | 1,57E-05 |
| fulmine su una struttura : guasti o malfunzionamenti degli impianti interni dovuti al LEMP (R_c): | 7,84E-05 |
| fulmine in prossimità di una struttura guasti o malfunzionamenti degli impianti interni dovuti al LEMP (R_M): | 4,33E-05 |
| Fulmine su una linea, danno ad esseri viventi per elettrocuzione dovuta a tensioni di contatto all'interno della struttura. (R_u) (linea potenza): | 7,23E-08 |
| fulmine su una linea entrante nella struttura: incendio e/o esplosione iniziati da scariche dovute a sovratensioni e alle correnti di fulmine trasmesse tramite la linea entrante (R_v) (linea potenza): | 1,45E-06 |
| fulmine su una linea entrante nella struttura: incendio e/o esplosione iniziati da scariche dovute a sovratensioni e alle correnti di fulmine trasmesse tramite la linea entrante (R_v) (linea potenza): | 1,45E-06 |
| fulmine su una linea entrante nella struttura: guasti o malfunzionamenti degli impianti interni dovuti alle sovratensioni che si localizzano sulle linee entranti e che sono trasmesse alla struttura (R_w) (linea potenza): | 7,23E-06 |

| | | | | |
|----------------------------|---------------------------------|-------------|-------------|----------|
| CO 05 RA VA 00 D1 RS 20.00 | RELAZIONE SCARICHE ATMOSFERICHE | 00 | 26/03/2021 | 55 di 88 |
| Cod. HA | Descrizione | Rev. | Data | |

| | |
|--|-----------------|
| fulmine in prossimità di una linea entrante nella struttura: guasti o malfunzionamenti degli impianti interni dovuti al LEMP (R_Z) (linea potenza): | 1,09E-04 |
| Fulmine su una linea, danno ad esseri viventi per elettrocuzione dovuta a tensioni di contatto all'interno della struttura. (R_U) (linea segnale): | 1,51E-06 |
| fulmine su una linea entrante nella struttura: incendio e/o esplosione iniziati da scariche dovute a sovratensioni e alle correnti di fulmine trasmesse tramite la linea entrante (R_V) (linea segnale): | 3,01E-05 |
| fulmine su una linea entrante nella struttura: guasti o malfunzionamenti degli impianti interni dovuti alle sovratensioni che si localizzano sulle linee entranti e che sono trasmesse alla struttura (R_W) (linea segnale): | 1,51E-04 |
| fulmine in prossimità di una linea entrante nella struttura: guasti o malfunzionamenti degli impianti interni dovuti al LEMP (R_Z) (linea segnale): | 0,00E+00 |
| Totale: | 4,38E-04 |

Valore totale del rischio R1 per la struttura: 4,38E-04

Analisi del Rischio R1

Il rischio complessivo $R1 = 4,38E-04$ è maggiore di quello tollerato $RT = 1E-05$, occorre adottare idonee misure di protezione per ridurlo.

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

| | |
|-----------|--|
| RD | RA + RB + RC il rischio dovuto alla fulminazione diretta della struttura |
| RI | RM + RU + RV + RW + RZ il rischio dovuto alla fulminazione diretta della struttura |
| RS | RA + RU il rischio connesso alla perdita di esseri viventi |
| RF | RB + RV il rischio connesso al danno fisico |
| RO | RM + RC + RW + RZ il rischio connesso all'avaria degli impianti interni. |

Z_1 - esterna

| | | | | |
|----------------------------|---------------------------------|-------------|-------------|----------|
| CO 05 RA VA 00 D1 RS 20.00 | RELAZIONE SCARICHE ATMOSFERICHE | 00 | 26/03/2021 | 56 di 88 |
| Cod. HA | Descrizione | Rev. | Data | |

$$R_D = 0,0002 \%$$

$$R_I = 0 \%$$

$$\text{Totale} = 0,0002 \%$$

$$R_S = 0,0002 \%$$

$$R_F = 0 \%$$

$$R_O = 0 \%$$

$$\text{Totale} = 0,0002 \%$$

Z_2 - interno

$$R_D = 21,6624 \%$$

$$R_I = 78,3375 \%$$

$$\text{Totale} = 99,9999 \%$$

$$R_S = 0,5398 \%$$

$$R_F = 10,7964 \%$$

$$R_O = 88,6637 \%$$

$$\text{Totale} = 99,9999 \%$$

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

Z_2 - interno (99,9998 %)

- in gran parte per avaria degli impianti interni
- a causa principalmente della fulminazione sia diretta che indiretta della struttura
- il contributo principale al valore del rischio R_I nella zona è dato dalle seguenti componenti di rischio:

$$R_Z (\text{potenza}) = 24,7886 \%$$

Avaria degli impianti interni per fulminazione indiretta della linea

| | | | | |
|----------------------------|---------------------------------|-------------|-------------|----------|
| CO 05 RA VA 00 D1 RS 20.00 | RELAZIONE SCARICHE ATMOSFERICHE | 00 | 26/03/2021 | 57 di 88 |
| Cod. HA | Descrizione | Rev. | Data | |

R_W (segnale) = 34,4286 %

Avaria degli impianti interni per fulminazione diretta della linea

G.3.2 Scelta delle misure di protezione

Per ridurre il rischio R_1 a valori non superiori a quello tollerabile $R_T = 1E-05$, è necessario agire sulle seguenti componenti:

- R_B nelle zone:

Z_2 - interno

- R_C nelle zone:

Z_2 - interno

- R_M nelle zone:

Z_2 - interno

- R_V nelle zone:

Z_2 - interno

- R_W nelle zone:

Z_2 - interno

adottando una o più delle possibili misure di protezione seguenti:

- per la componente B:

1) LPS

2) Mezzi e impianti di rivelazione e/o estinzione incendio, compartimenti antincendio

- per la componente C:

1) Sistema di SPD

2) Interfaccia isolante e schermatura

- per la componente M:

| | | | | |
|----------------------------|---------------------------------|-------------|-------------|----------|
| CO 05 RA VA 00 D1 RS 20.00 | RELAZIONE SCARICHE ATMOSFERICHE | 00 | 26/03/2021 | 58 di 88 |
| Cod. HA | Descrizione | Rev. | Data | |

- 1) Sistema di SPD
 - 2) Schermatura totale o parziale della struttura
 - 3) Schermatura e/o disposizione dei circuiti interni
 - 4) Aumento tensione di tenuta apparecchiature
- per la componente V:
 - 1) LPS
 - 2) SPD arrivo linea
 - 3) Mezzi e impianti di rivelazione e/o estinzione incendio, compartimenti antincendio
 - 4) Interfaccia isolante
 - 5) Aumento tensione di tenuta apparecchiature
 - per la componente W:
 - 1) Sistema di SPD
 - 2) Interfaccia isolante
 - 3) Aumento tensione di tenuta apparecchiature
 - per la componente Z:
 - 1) Sistema di SPD
 - 2) Interfaccia isolante
 - 3) Aumento tensione di tenuta apparecchiature

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

- dotare l'edificio di un LPS di classe IV ($P_b = 0,2$)
- nella zona Z_2 - interno:

Impianto interno: potenza

- Sistema di SPD - livello: II

| | | | | |
|----------------------------|---------------------------------|-------------|-------------|----------|
| CO 05 RA VA 00 D1 RS 20.00 | RELAZIONE SCARICHE ATMOSFERICHE | 00 | 26/03/2021 | 59 di 88 |
| Cod. HA | Descrizione | Rev. | Data | |

Impianto interno: segnale

- Sistema di SPD - livello: II
- Sulla Linea L_1 - segnale:
 - SPD arrivo linea - livello: II
- - Sulla Linea L_2 - potenza:
 - SPD arrivo linea - livello: II

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

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

| Zona Z_1 : esterno | |
|--|----------|
| Probabilità che un fulmine sulla struttura causi danno ad esseri viventi per elettrocuzione P_A | 2,00E-01 |
| Probabilità che un fulmine su una struttura causi danno materiale P_B | 0,2 |
| Probabilità che un fulmine su una struttura causi guasti negli impianti interni P_C | 0,00E+00 |
| Probabilità che un fulmine in prossimità una struttura causi guasti negli impianti interni P_M | 0,00E+00 |
| r_t coefficiente riduzione per pavimentazione | 0,00001 |
| r_p coefficiente riduzione rischio incendio | --- |
| r_f coefficiente riduzione per rischio esplosione | --- |
| h incremento rischi particolari | --- |
| Zona Z_2 : interno | |
| Probabilità che un fulmine sulla struttura causi danno ad esseri viventi per elettrocuzione P_A | 2,00E-01 |
| Probabilità che un fulmine su una struttura causi danno materiale P_B | 0,2 |
| P_C (linea potenza) | 1,00E-02 |
| P_C (linea segnale) | 1,00E-02 |
| Probabilità che un fulmine su una struttura causi guasti negli impianti interni P_C | 1,99E-02 |
| P_M (linea potenza) | 6,40E-05 |
| P_M (linea segnale) | 1,00E-10 |

| | | | | |
|----------------------------|---------------------------------|-------------|-------------|----------|
| CO 05 RA VA 00 D1 RS 20.00 | RELAZIONE SCARICHE ATMOSFERICHE | 00 | 26/03/2021 | 60 di 88 |
| Cod. HA | Descrizione | Rev. | Data | |

| | |
|---|----------|
| Probabilità che un fulmine in prossimità una struttura causi guasti negli impianti interni P_M | 6,40E-05 |
| Probabilità che un fulmine su un servizio causi danno agli esseri viventi per elettrocuzione P_U (linea potenza) | 1,00E-02 |
| Probabilità che un fulmine su una linea causi danno materiale P_V (linea potenza) | 1,00E-02 |
| Probabilità che un fulmine su una linea causi guasti negli impianti interni P_W (linea potenza) | 1,00E-02 |
| Probabilità che un fulmine in prossimità di una linea entrante causi guasti negli impianti interni P_Z (linea potenza) | 3,00E-03 |
| Probabilità che un fulmine su un servizio causi danno agli esseri viventi per elettrocuzione P_U (linea segnale) | 1,00E-02 |
| Probabilità che un fulmine su una linea causi danno materiale P_V (linea segnale) | 1,00E-02 |
| Probabilità che un fulmine su una linea causi guasti negli impianti interni P_W (linea segnale) | 1,00E-02 |
| Probabilità che un fulmine in prossimità di una linea entrante causi guasti negli impianti interni P_Z (linea segnale) | 0,00E+00 |
| r_t coefficiente riduzione per pavimentazione | 0,01 |
| r_p coefficiente riduzione rischio incendio | 1 |
| r_f coefficiente riduzione per rischio esplosione | 0,1 |
| h incremento rischi particolari | 2 |

Rischio R_I : perdita di vite umane

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

Z_1 : esterna

R_A : 6,97E-11

Totale: 6,97E-11

Z_2 : interno

R_A : 1,40E-07

| | | | | |
|----------------------------|---------------------------------|-------------|-------------|----------|
| CO 05 RA VA 00 D1 RS 20.00 | RELAZIONE SCARICHE ATMOSFERICHE | 00 | 26/03/2021 | 61 di 88 |
| Cod. HA | Descrizione | Rev. | Data | |

R_B : 2,79E-06

R_C : 2,77E-06

R_M : 3,12E-07

R_U (potenza): 2,95E-09

R_V (potenza): 5,90E-08

R_W (potenza): 2,95E-07

R_Z (potenza): 0,00E+00

R_U (segnale): 7,70E-09

R_V (segnale): 1,54E-07

R_W (segnale): 7,70E-07

R_Z (segnale): 0,00E+00

Totale: 7,31E-06

Valore totale del rischio R_1 per la struttura: 7,31E-06

G.3.3 Conclusioni

A seguito dell'adozione delle misure di protezione (che devono essere correttamente dimensionate) vale quanto segue.

Rischi che non superano il valore tollerabile: R_1

Secondo la norma CEI EN 62305-2 la struttura è protetta contro le fulminazioni.

G.3.4 Appendici

Appendice: Caratteristiche della struttura

Dimensioni: A (m): 43 B (m): 48 H (m): 10 Hmax (m): 10

Coefficiente di posizione: in area con oggetti di altezza uguale o inferiore ($CD = 0,5$)

Schermo esterno alla struttura: assente

| | | | | |
|----------------------------|---------------------------------|-------------|-------------|----------|
| CO 05 RA VA 00 D1 RS 20.00 | RELAZIONE SCARICHE ATMOSFERICHE | 00 | 26/03/2021 | 62 di 88 |
| Cod. HA | Descrizione | Rev. | Data | |

Densità di fulmini a terra (fulmini/anno km²) Ng = 2,64

Appendice: Caratteristiche delle linee elettriche

Caratteristiche della linea: Energia

Tipo di linea: energia

La linea ha caratteristiche variabili lungo il percorso; essa, pertanto, è stata divisa in sezioni, ciascuna con caratteristiche uniformi.

Sezione 1

Tratto di linea interrata

Lunghezza (m) L = 120

Coefficiente ambientale (CE): urbano

Sezione 2

Trasformatore MT/BT

Sezione 3

Struttura adiacente

Dimensioni della struttura da cui proviene la linea: A (m): 17 B (m): 5 H (m): 7

Coefficiente di posizione della struttura da cui proviene la linea (Cd): in area con oggetti di altezza uguale o inferiore

Caratteristiche della linea: segnale

La linea ha caratteristiche uniformi lungo l'intero percorso

Tipo di linea: segnale - interrata

Lunghezza (m) L = 1000

Resistività (ohm x m) ρ = 400

Coefficiente ambientale (CE): suburbano

Schermo collegato alla stessa terra delle apparecchiature alimentate: $5 < R \leq 20$ ohm/km

Appendice: Caratteristiche delle zone

Caratteristiche della zona: esterna

Tipo di zona: esterna

Tipo di suolo: asfalto ($r_t = 0,00001$)

Protezioni contro le tensioni di contatto e di passo: nessuna

Valori medi delle perdite per la zona: esterna

Numero di persone nella zona: 1

Numero totale di persone nella struttura: 2

Tempo per il quale le persone sono presenti nella zona (ore all'anno): 5000

Perdita per tensioni di contatto e di passo (relativa a R1) LA = 2,85E-08

Rischi e componenti di rischio presenti nella zona: esterna

Rischio 1: Ra

Caratteristiche della zona: interno

Tipo di zona: interna

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

Rischio di esplosione - Zona 2, 22

| | | | | |
|----------------------------|---------------------------------|-------------|-------------|----------|
| CO 05 RA VA 00 D1 RS 20.00 | RELAZIONE SCARICHE ATMOSFERICHE | 00 | 26/03/2021 | 63 di 88 |
| Cod. HA | Descrizione | Rev. | Data | |

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

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

Protezioni antincendio: $r_p = 1$

Schermatura di zona: assente

Protezioni contro le tensioni di contatto e di passo: nessuna

Impianto interno: potenza

Alimentato dalla linea potenza

Tipo di circuito: Cond. attivi e PE con stesso percorso (spire fino a 10 m²) ($K_{s3} = 0,2$)

Tensione di tenuta: 2,5 kV

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

Impianto interno: segnale

Alimentato dalla linea segnale

Tipo di circuito: Cavo schermato o canale metallico ($K_{s3} = 0,0001$)

Tensione di tenuta: 1,0 kV

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

Valori medi delle perdite per la zona: interno

Rischio 1

Numero di persone nella zona: 1

Numero totale di persone nella struttura: 1

Tempo per il quale le persone sono presenti nella zona (ore all'anno): 5000

Perdita per tensioni di contatto e di passo (relativa a R1) $LA = LU = 5,71E-05$

Perdita per avaria di impianti interni (relativa a R1) $LC = LM = LW = LZ = 5,71E-03$

Perdita per danno fisico (relativa a R1) $LB = LV = 1,14E-03$

Rischi e componenti di rischio presenti nella zona: interno

Rischio 1: R_a R_b R_c R_m R_u R_v R_w R_z

Appendice: Frequenza di danno

Impianto interno 1

Zona: interno

Linea: potenza

Circuito: potenza

FS Totale: 0,034

Frequenza di danno tollerabile: 0,1

Circuito protetto: SI

Impianto interno 2

Zona: interno

Linea: segnale

Circuito: segnale

FS Totale: 0,0401

Frequenza di danno tollerabile: 0,1

Circuito protetto: SI

| | | | | |
|----------------------------|---------------------------------|-------------|-------------|----------|
| CO 05 RA VA 00 D1 RS 20.00 | RELAZIONE SCARICHE ATMOSFERICHE | 00 | 26/03/2021 | 64 di 88 |
| Cod. HA | Descrizione | Rev. | Data | |

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

Impianto interno 1

Zona: interno

Linea: potenza

Circuito: potenza

FS Totale: 0,0003

Frequenza di danno tollerabile: 0,1

Circuito protetto: SI

Impianto interno 2

Zona: interno

Linea: segnale

Circuito: segnale

FS Totale: 0,0004

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 $AD = 9,27E-03 \text{ km}^2$

Area di raccolta per fulminazione indiretta della struttura $AM = 4,49E-01 \text{ km}^2$

Numero di eventi pericolosi per fulminazione diretta della struttura $ND = 1,22E-02$

Numero di eventi pericolosi per fulminazione indiretta della struttura $NM = 1,19E+00$

Linee elettriche

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

segnale

$AL = 0,004000 \text{ km}^2$

$AI = 0,400000 \text{ km}^2$

potenza

$AL = 0,004000 \text{ km}^2$

$AI = 0,400000 \text{ km}^2$

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

segnale

$NL = 0,002935$

$NI = 0,396000$

potenza

$NL = 0,002935$

$NI = 0,396000$

| | | | | |
|----------------------------|---------------------------------|-------------|-------------|----------|
| CO 05 RA VA 00 D1 RS 20.00 | RELAZIONE SCARICHE ATMOSFERICHE | 00 | 26/03/2021 | 65 di 88 |
| Cod. HA | Descrizione | Rev. | Data | |

Appendice: Valori di probabilità P per la struttura non protetta

Zona Z1: esterna

PA = 1,00E+00

PB = 1,0

PC = 0,00E+00

PM = 0,00E+00

Zona Z2: interno

PA = 1,00E+00

PB = 1,0

PC (potenza) = 1,00E+00

PC (segnale) = 1,00E+00

PC = 1,00E+00

PM (potenza) = 6,40E-03

PM (segnale) = 1,00E-08

PM = 6,40E-03

PU (potenza) = 1,00E+00

PV (potenza) = 1,00E+00

PW (potenza) = 1,00E+00

PZ (potenza) = 3,00E-01

PU (segnale) = 1,00E+00

PV (segnale) = 1,00E+00

PW (segnale) = 1,00E+00

PZ (segnale) = 0,00E+00

| | | | | |
|----------------------------|---------------------------------|-------------|-------------|----------|
| CO 05 RA VA 00 D1 RS 20.00 | RELAZIONE SCARICHE ATMOSFERICHE | 00 | 26/03/2021 | 66 di 88 |
| Cod. HA | Descrizione | Rev. | Data | |

H VALUTAZIONE AREA N9 PARCO SERBATOI

In area N9 verranno realizzati stoccaggi per liquidi infiammabili in serbatoi metallici esterni.

Realizzati in acciaio con inertizzato con azoto. In questo modo, accettando una disponibilità adeguata del sistema di inertizzazione, l'interno dei serbatoi sarà classificato come Zona 2

La valutazione del rischio connesso a questi sili viene condotta nell'ipotesi cautelativa di una struttura con identica base ma con altezza pari a 12 m (ipotesi di serbatoi metallici relativamente alti), presenza di persone che possano essere interessate da eventuali esplosioni pari al 100% delle persone presenti, tempo di presenza annuale di persone nell'intorno dei serbatoi 2000 ore/anno

Ne conseguono le seguenti valutazioni

H.1.1 Densità annua di fulmini a terra

La densità annua di fulmini a terra al kilometro quadrato nella posizione in cui è ubicata la struttura vale:

$$N_g = 2,64 \text{ fulmini/anno km}^2.$$

H.1.2 Dati relativi alle strutture

Le dimensioni massime della struttura sono:

A (m): 4 B (m): 4 H (m): 12 Hmax (m): 12

La destinazione d'uso prevalente della struttura è: industriale

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 R_f ;

La struttura è completamente metallica

H.1.3 Dati relativi alle linee elettriche esterne

La struttura è servita dalle seguenti linee elettriche:

| | | | | |
|----------------------------|---------------------------------|-------------|-------------|----------|
| CO 05 RA VA 00 D1 RS 20.00 | RELAZIONE SCARICHE ATMOSFERICHE | 00 | 26/03/2021 | 67 di 88 |
| Cod. HA | Descrizione | Rev. | Data | |

- Linea di energia: segnale (controlli livello)
- Linea di energia: potenza (alimentazione pompe)

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

H.1.4 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:

Z_1 : Struttura

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.

H.2 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.

| | | | | |
|----------------------------|---------------------------------|-------------|-------------|----------|
| CO 05 RA VA 00 D1 RS 20.00 | RELAZIONE SCARICHE ATMOSFERICHE | 00 | 26/03/2021 | 68 di 88 |
| Cod. HA | Descrizione | Rev. | Data | |

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.

H.3 VALUTAZIONE DEI RISCHI

H.3.1 *Rischio R1: perdita di vite umane*

Calcolo del rischio R1

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

| Z1: Zona unica | |
|---|----------|
| fulmine su una struttura: danni ad esseri viventi per elettrocuzione dovuta alle tensioni di passo e di contatto causate da accoppiamenti resistivi e induttivi (R_A): | 3,51E-07 |
| fulmine su una struttura: 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 (R_B): | 7,02E-06 |
| Fulmine su una linea, danno ad esseri viventi per elettrocuzione dovuta a tensioni di contatto all'interno della struttura. (R_U) (linea potenza): | 0,00E-00 |
| fulmine su una linea entrante nella struttura: incendio e/o esplosione iniziati da scariche dovute a sovratensioni e alle correnti di fulmine trasmesse tramite la linea entrante (R_V) (linea potenza): | 0,00E-00 |
| fulmine su una linea entrante nella struttura: incendio e/o esplosione iniziati da scariche dovute a sovratensioni e alle correnti di fulmine trasmesse tramite la linea entrante (R_V) (linea potenza): | 0,00E-00 |
| Fulmine su una linea, danno ad esseri viventi per elettrocuzione dovuta a tensioni di contatto all'interno della struttura. (R_U) (linea segnale): | 0,00E-00 |
| fulmine su una linea entrante nella struttura: incendio e/o esplosione iniziati da scariche dovute a sovratensioni e alle correnti di fulmine trasmesse tramite la linea entrante (R_V) (linea segnale): | 0,00E-00 |
| Totale: | 7,37E-06 |

| | | | | |
|----------------------------|---------------------------------|-------------|-------------|----------|
| CO 05 RA VA 00 D1 RS 20.00 | RELAZIONE SCARICHE ATMOSFERICHE | 00 | 26/03/2021 | 69 di 88 |
| Cod. HA | Descrizione | Rev. | Data | |

Valore totale del rischio R_1 per la struttura: $7,37E-06$

Analisi del rischio R1

Il rischio complessivo $R_1 = 7,37E-06$ è inferiore a quello tollerato $R_T = 1E-05$

H.3.2 Scelta delle misure di protezione

Poiché il rischio complessivo $R_1 = 7,37E-06$ è inferiore a quello tollerato $R_T = 1E-05$, non occorre adottare alcuna misura di protezione per ridurlo.

H.3.3 Conclusioni

Rischi che non superano il valore tollerabile: R_1

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

H.3.4 Appendice

Appendice: Caratteristica della struttura

Dimensioni: A (m): 4 B (m): 4 H (m): 12 Hmax (m): 12

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) $N_g = 2,64$

Appendice: Caratteristiche delle linee elettriche

Caratteristiche della linea: potenza

La linea ha caratteristiche uniformi lungo l'intero percorso

Tipo di linea: energia per la maggior parte in canale metallico

Lunghezza (m) $L = 50$

Resistività (ohm x m) $\rho = 400$

Coefficiente ambientale (CE): suburbano

Linea per la maggior parte in tubo o canale metallico

Dimensioni della struttura da cui proviene la linea: A (m): 7 B (m): 4 H (m): 3

Coefficiente di posizione della struttura da cui proviene la linea (C_d): in area con oggetti di altezza uguale o inferiore

| | | | | |
|----------------------------|---------------------------------|-------------|-------------|----------|
| CO 05 RA VA 00 D1 RS 20.00 | RELAZIONE SCARICHE ATMOSFERICHE | 00 | 26/03/2021 | 70 di 88 |
| Cod. HA | Descrizione | Rev. | Data | |

Caratteristiche della linea: segnale

La linea ha caratteristiche uniformi lungo l'intero percorso

Tipo di linea: segnale - energia per la maggior parte in canale metallico

Lunghezza (m) $L = 100$

Resistività (ohm x m) $\rho = 400$

Coefficiente ambientale (CE): suburbano

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

Dimensioni della struttura da cui proviene la linea: A (m): 7 B (m): 4 H (m): 3

Coefficiente di posizione della struttura da cui proviene la linea (Cd): in area con oggetti di altezza uguale o inferiore

Appendice: Caratteristiche delle zone

Caratteristiche della zona: Struttura

Caratteristiche della zona: Struttura

Tipo di zona: interna

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

Rischio di esplosione - Zona 2, 22

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

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

Protezioni antincendio: $r_p = 1$

Schermatura di zona: assente

Protezioni contro le tensioni di contatto e di passo: nessuna

Impianto interno: potenza

Alimentato dalla linea potenza

Tipo di circuito: Cavo schermato o canale metallico ($K_{s3} = 0,0001$)

Tensione di tenuta: 2,5 kV

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

Frequenza di danno tollerabile: 0,1

Impianto interno: segnale

Alimentato dalla linea segnale

Tipo di circuito: Cavo schermato o canale metallico ($K_{s3} = 0,0001$)

Tensione di tenuta: 1,0 kV

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

Frequenza di danno tollerabile: 0,1

Valori medi delle perdite per la zona: Struttura

Rischio 1

Tempo per il quale le persone sono presenti nella struttura (ore all'anno): 5000

Perdita per tensioni di contatto e di passo (relativa a R1) $LA = LU = 5,71E-05$

Perdita per avaria di impianti interni (relativa a R1) $LC = LM = LW = LZ = 5,71E-03$

Perdita per danno fisico (relativa a R1) $LB = LV = 1,14E-03$

| | | | | |
|----------------------------|---------------------------------|-------------|-------------|----------|
| CO 05 RA VA 00 D1 RS 20.00 | RELAZIONE SCARICHE ATMOSFERICHE | 00 | 26/03/2021 | 71 di 88 |
| Cod. HA | Descrizione | Rev. | Data | |

Rischi e componenti di rischio presenti nella zona: Struttura

Rischio 1: Ra Rb Rc Rm Ru Rv Rw Rz

Appendice: Frequenza di danno

Impianto interno 1

Zona: Struttura

Linea: potenza

Circuito: potenza

FS Totale: 0,0

Frequenza di danno tollerabile: 0,1

Circuito protetto: SI

Impianto interno 2

Zona: Struttura

Linea: segnali

Circuito: segnale

FS Totale: 0,0

Frequenza di danno tollerabile: 0,1

Circuito protetto: SI

Appendice: Area di raccolta e numero annuo di eventi pericolosi

Struttura

Area di raccolta per fulminazione diretta della struttura $AD = 4,66E-03 \text{ km}^2$

Area di raccolta per fulminazione indiretta della struttura $AM = 3,90E-01 \text{ km}^2$

Numero di eventi pericolosi per fulminazione diretta della struttura $ND = 6,15E-03$

Numero di eventi pericolosi per fulminazione indiretta della struttura $NM = 1,03E+00$

Linee elettriche

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

potenza

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

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

segnale

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

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

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

potenza

$NL = 0,001320$

$NI = 0,132000$

segnali

$NL = 0,001320$

| | | | | |
|----------------------------|---------------------------------|-------------|-------------|----------|
| CO 05 RA VA 00 D1 RS 20.00 | RELAZIONE SCARICHE ATMOSFERICHE | 00 | 26/03/2021 | 72 di 88 |
| Cod. HA | Descrizione | Rev. | Data | |

NI = 0,132000

Appendice: Valori delle probabilità P per la struttura non protetta

Zona Z1: Struttura

PA = 1,00E+00

PB = 1,0

PC (potenza) = 0,00E+00

PC (segnale) = 0,00E+00

PC = 0,00E+00

PM (potenza) = 1,60E-09

PM (segnale) = 1,00E-08

PM = 1,16E-08

PU (potenza) = 0,00E+00

PV (potenza) = 0,00E+00

PW (potenza) = 0,00E+00

PZ (potenza) = 0,00E+00

PU (segnale) = 0,00E+00

PV (segnale) = 0,00E+00

PW (segnale) = 0,00E+00

PZ (segnale) = 0,00E+00

| | | | | |
|----------------------------|---------------------------------|-------------|-------------|----------|
| CO 05 RA VA 00 D1 RS 20.00 | RELAZIONE SCARICHE ATMOSFERICHE | 00 | 26/03/2021 | 73 di 88 |
| Cod. HA | Descrizione | Rev. | Data | |

I TABELLA RIASSUNTIVA DELLA VALUTAZIONE

I.1 TABELLA RIASSUNTIVA R1 (DANNI A PERSONE)

| Codice Locale | Denominazione Struttura | Dimensioni max $L \times W \times H$ [m] | Rischio R_1 $\times 10^{-5}$ | ESITO Valutazione | Sistemi di protezione previsti | Rischio residuo $\times 10^{-5}$ |
|---------------|---|--|--------------------------------------|-----------------------|---|--|
| N1+N2 | Riconfezionamento, triturazione e sconfezionamento solidi | 40 x 25 x 13,5 | 12,7 | Necessaria protezione | Necessario LPS livello IV con sistema SPD livello II per impianti interni di potenza e di segnale. Necessario, inoltre, SPD in ingresso linee di potenza e di segnale livello II. Possibile utilizzo componenti strutturali come elementi naturali dell'LPS | 0,747 |
| N4 | Stoccaggio solidi sfusi (alto contenuto HC) | 45 x 43 x 15 | 50,7 | Necessaria Protezione | -Necessario LPS livello II Con sistema SPD livello I impianto interno di potenza; e di segnale. Necessario, inoltre, SPD in ingresso linea potenza e di segnale livello I. Possibile utilizzo componenti strutturali come elementi naturali dell'LPS | 0,793 |
| N7 | Stoccaggio solidi in colli | 79 x 40 x 10 | 0,724 | Autoprotetta | - | - |

| Codice Locale | Denominazione Struttura | Dimensioni max $L \times W \times H$ [m] | Rischio R_1 $\times 10^{-5}$ | ESITO Valutazione | Sistemi di protezione previsti | Rischio residuo $\times 10^{-5}$ |
|---------------|-------------------------------------|--|--------------------------------------|--|---|-------------------------------------|
| N8 | Stoccaggio liquidi in colli per TMD | 43 x 48 x 10 | 43,8 | Necessaria protezione | Necessario LPS livello IV Con sistema SPD livello II impianto interno di potenza; e di segnale. Necessario, inoltre, SPD in ingresso linea potenza e di segnale livello II. Possibile utilizzo componenti strutturali come elementi naturali dell'LPS. | 0,731 |
| N9 | Parco Serbatoi | 4 x 4 x 12 | 0,737 | Previste solo protezioni con elementi naturali | Circuiti elettrici di segnale e potenza in tubo o canale metallico chiuso Collegamento a terra dei serbatoi in almeno un punto sulla circonferenza del serbatoio. Presenza di ballatoio in testa a serbatoi che impedisce la perforazione diretta o punto caldo del serbatoio. Eventuali captatori livello IV, opzionali, per evitare eventuale punto caldo dell'area classificata esterna a serbatoio | 0,737 |

dove:

- L, W, H: dimensioni massime, in metri, del volume considerato (lunghezza, larghezza e altezza);
- R_1 : è il rischio di tipo 1 calcolato (perdite di vite umane);
- LPS: sistema di protezione contro la fulminazione diretta della struttura;
- SPD: scaricatore di sovratensione;

| | | | | |
|----------------------------|---------------------------------|------|------------|----------|
| CO 05 RA VA 00 D1 RS 20.00 | RELAZIONE SCARICHE ATMOSFERICHE | 00 | 26/03/2021 | 75 di 88 |
| Cod. HA | Descrizione | Rev. | Data | |

- Autoprotetta: indica che il rischio R_1 calcolato è inferiore al rischio tollerabile $R_T = 1,0 \times 10^{-5}$ senza adottare protezioni specifiche ;
- Rischio residuo: indica il rischio R_1 calcolato quando applicati i sistemi di protezione previsti.

I.2 TABELLA RIASSUNTIVA DELLA FREQUENZA DI DANNO

Aspetto collegato alla fruibilità della struttura e delle apparecchiature installate, protezione consigliata quando frequenza di danno superiore a 10^{-1} , adozione di protezioni non obbligatoria.

| Codice Locale | Denominazione Struttura | Frequenze di danno ($\times 10^{-1}$) | Esito | Protezioni consigliate | Livello raggiunto quando adottate protezioni consigliate ($\times 10^{-1}$) |
|---------------|---|---|--|------------------------|---|
| N1+N2 | Riconfezionamento, triturazione e sconfezionamento solidi | Zona Z_2 : interna, impianto potenza Totale: 0,003 Zona Z_2 : interna impianto segnale Totale: 0,004 | Nessuna protezione consigliata su linee entranti e impianto di segnale in aggiunta a quanto già previsto per protezione R1 | ----- | ----- |
| N4 | Stoccaggio solidi sfusi (alto contenuto HC) | Z_2 : interno; Impianto potenza Totale: 0,006 Z_2 interno, Impianto segnale Totale 0,005 | Nessuna protezione consigliata su linee entranti e impianto di segnale in aggiunta a quanto già previsto per protezione R1 | ----- | ----- |
| N7 | Stoccaggio solidi in colli | Z_2 : interno; Impianto potenza Totale: 0,376 Z_2 interno, Impianto segnale Totale 0,411 | Nessuna protezione consigliata su linee entranti e impianto di segnale | ----- | ----- |

| Codice Locale | Denominazione Struttura | Frequenze di danno ($\times 10^{-1}$) | Esito | Protezioni consigliate | Livello raggiunto quando adottate protezioni consigliate ($\times 10^{-1}$) |
|---------------|-------------------------------------|---|--|------------------------|---|
| N8 | Stoccaggio liquidi in colli per TMD | Z_2 : interno; Impianto potenza Totale: 0,003 Z_2 interno, Impianto segnale Totale 0,004 | Nessuna protezione consigliata su linee entranti e impianto di segnale in aggiunta a quanto già previsto per protezione R1 | ----- | ----- |
| N9 | Parco Serbatoi | Z_2 : interno; Impianto potenza Totale: 0,00 Z_2 interno, Impianto segnale Totale 0,00 | Nessuna protezione consigliata su linee entranti e impianto di segnale in aggiunta a quanto già previsto per protezione R1 | ----- | ----- |

I valori delle frequenze di guasto ottenuti evidenziano che anche dal punto di vista della fruibilità delle attrezzature sono stati raggiunti valori ragionevoli essendo le stesse inferiori ai valori normalmente accettati.

Migliori valutazioni potranno essere condotte in fase di progettazione esecutiva, quando maggiormente dettagliati tutti gli aspetti, al fine di valutare eventuali aspetti di economicità dell'installazione di scaricatori in relazione a possibili perdite economiche per guasti alle attrezzature installate.

J INDICAZIONI NORMATIVE RELATIVE A PUNTI SPECIFICI A BASE DELLA VALUTAZIONE

Si riportano di seguito alcuni stralci normativi a giustificazione di alcune scelte valutative e ad illustrazione di alcuni metodi per garantire accessibilità e continuità elettrica delle armature delle strutture edili.

J.1 ESCLUDIBILITA' DELL'AUMENTO DI RISCHIO DA SCARICHE ATMOSFERICHE QUANDO PRESENTI ZONE CLASSIFICATE AI FINI ATEX DA GUIDA CEI 81-29

2.9 Strutture con rischio di esplosione (Tab. C.5)

Ai fini di questa parte della Norma CEI EN 62305 le strutture con aree pericolose o contenenti materiali esplosivi solidi possono essere considerate strutture senza rischio di esplosione se è soddisfatta almeno una delle seguenti condizioni:

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

La condizione c) si ritiene comunque soddisfatta se la zona pericolosa si trova all'interno di strutture:

- protette con LPS;
- con struttura portante metallica;
- in c.a. con ferri d'armatura continui;
- in c.a. gettato in opera, con i ferri d'armatura legati a regola d'arte edile

purché gli organi di captazione naturale, impediscano perforazioni o problemi di punto caldo nella zona e gli impianti interni alla zona, se presenti, siano protetti contro le sovratensioni al fine di evitare scariche pericolose.

| | | | | |
|----------------------------|---------------------------------|-------------|-------------|----------|
| CO 05 RA VA 00 D1 RS 20.00 | RELAZIONE SCARICHE ATMOSFERICHE | 00 | 26/03/2021 | 78 di 88 |
| Cod. HA | Descrizione | Rev. | Data | |

J.2 VERIFICA CONTINUITA' ELETTRICA DELLE ARMATURE E GENERALITA' DA EN 62305 – 3

E.4.3.1 Generalità

Le strutture industriali sono frequentemente composte da sezioni realizzate in calcestruzzo armato gettato in opera. In molti altri casi, le parti della struttura possono consistere di elementi prefabbricati o di strutture metalliche.

I ferri d'armatura nelle strutture in calcestruzzo armato, conformi a 4.3, possono essere usate come componenti naturali dell'LPS

Detti componenti naturali soddisfano i seguenti requisiti:

- sistema di calate in accordo con 5.3;
- sistema di dispersori in accordo con 5.4.

Il requisito relativo al massimo valore di resistenza complessiva di $0,2 \Omega$ può essere verificato misurando la resistenza tra il sistema di captatori ed un collettore di terra a livello del terreno utilizzando un appropriato strumento atto a misure in configurazioni a quattro conduttori (due iniettanti la corrente e due di misura della caduta di tensione) come illustrato nella Fig. E.3. La corrente iniettata per la misura dovrebbe essere dell'ordine di 10 A.

NOTA 1 Quando l'accesso all'area di prova o il posizionamento dei conduttori sono difficili possono essere predisposti specifici collettori alla sommità e via via verso la base al fine di poter effettuare misure in ciascun punto. La resistenza totale dei giunti più la resistenza delle calate può essere calcolata.

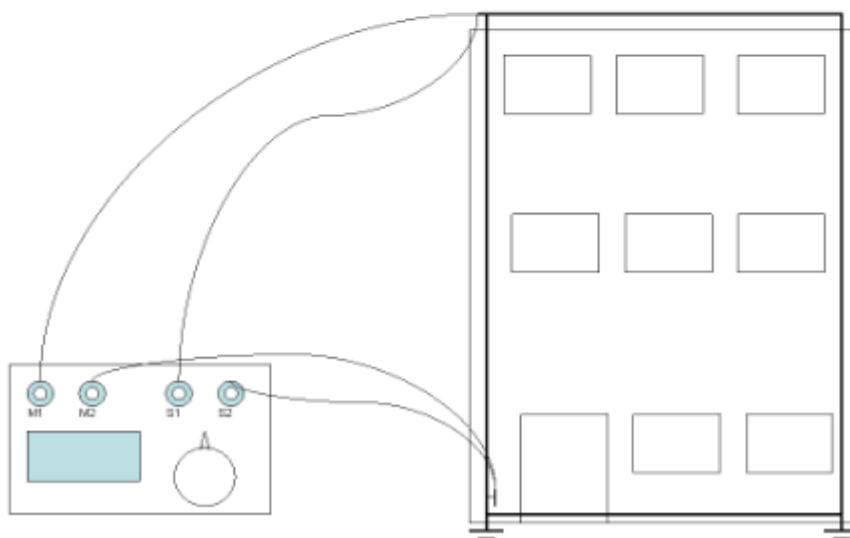


Fig. E.3 – Misura della resistenza elettrica complessiva

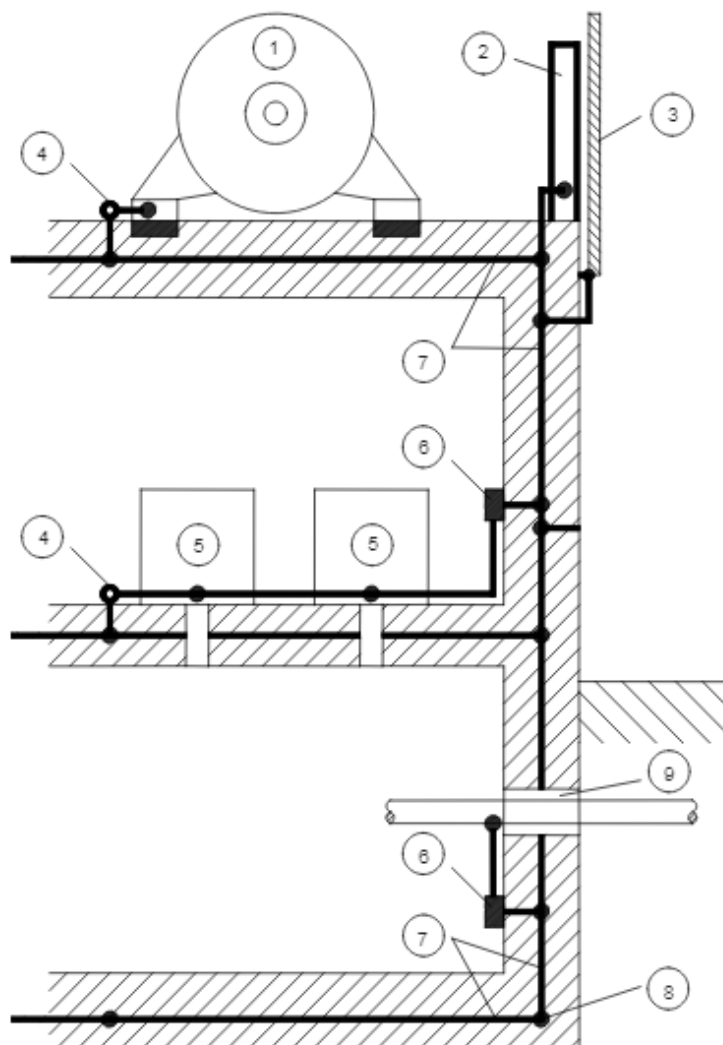
| | | | | |
|----------------------------|---------------------------------|-------------|-------------|----------|
| CO 05 RA VA 00 D1 RS 20.00 | RELAZIONE SCARICHE ATMOSFERICHE | 00 | 26/03/2021 | 79 di 88 |
| Cod. HA | Descrizione | Rev. | Data | |

J.3 DOCUMENTAZIONE A GIUSTIFICAZIONE DELLA CONTINUITA' DEI FERRI DI ARMATURA

È praticamente impossibile, dopo la fase di costruzione, determinare lo schema e le modalità d'installazione dei ferri d'armatura. Ai fini della protezione contro il fulmine, lo schema dei ferri d'armatura è quindi opportuno che sia ben documentato. Ciò può essere ottenuto mediante disegni, descrizioni e fotografie scattate durante la costruzione

| | | | | |
|----------------------------|---------------------------------|------|------------|----------|
| CO 05 RA VA 00 D1 RS 20.00 | RELAZIONE SCARICHE ATMOSFERICHE | 00 | 26/03/2021 | 80 di 88 |
| Cod. HA | Descrizione | Rev. | Data | |

J.4 TIPICI ACCORGIMENTI PER LA REALIZZAZIONE DELLA CONTINUITA' ELETTRICA DEI FERRI DI ARMATURA



Legenda

- | | |
|-------------------------------------|---|
| 1 Apparato elettrico di potenza | 6 Barra equipotenziale |
| 2 Parapetto metallico | 7 Ferri d'armatura (con sovrapposta una rete di conduttori) |
| 3 Elemento metallico della facciata | 8 Dispersore di fondazione |
| 4 Giunzione | 9 Ingresso comune dei diversi servizi |
| 5 Apparato elettrico o elettronico | |

Figura E.4 – Equipotenzializzazione in una struttura in calcestruzzo armato

Il posizionamento delle barre equipotenziali nella struttura dovrebbe essere indicato nella fase iniziale del progetto dell'LPS ed è comunicato al responsabile dei lavori civili.

Il responsabile dei lavori civili dovrebbe essere consultato per decidere se è consentita la saldatura ai ferri d'armatura, se sono utilizzabili i morsetti a compressione e se possono essere installati conduttori addizionali. Tutti i lavori necessari dovrebbero essere eseguiti e verificati prima della colata di calcestruzzo (cioè la pianificazione dell'LPS si svolge congiuntamente con il progetto della struttura).

| | | | | |
|----------------------------|---------------------------------|-------------|-------------|----------|
| CO 05 RA VA 00 D1 RS 20.00 | RELAZIONE SCARICHE ATMOSFERICHE | 00 | 26/03/2021 | 81 di 88 |
| Cod. HA | Descrizione | Rev. | Data | |

E.4.3.3 Connessioni ai ferri d'armatura

La continuità dei ferri d'armatura dovrebbe essere effettuata mediante morsetti a compressione o saldature.

NOTA Dovrebbero essere utilizzati i morsetti a compressione conformi alla serie EN 50164.

La saldatura dei ferri d'armatura è permessa solo con il consenso dal responsabile dei lavori civili. La saldatura dei ferri d'armatura dovrebbe estendersi per una lunghezza di almeno 50 mm (Fig. E.5).

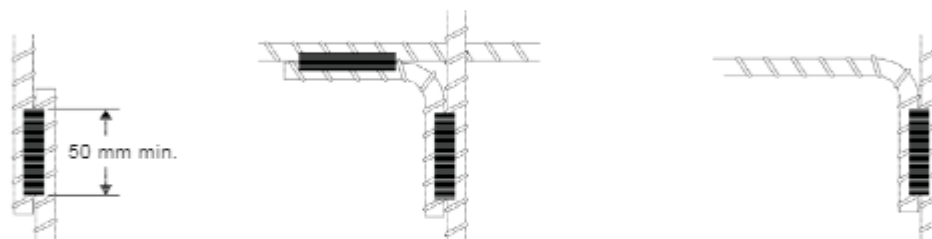


Figura E.5a – Saldatura (Idonea per correnti di fulmine e per EMC)

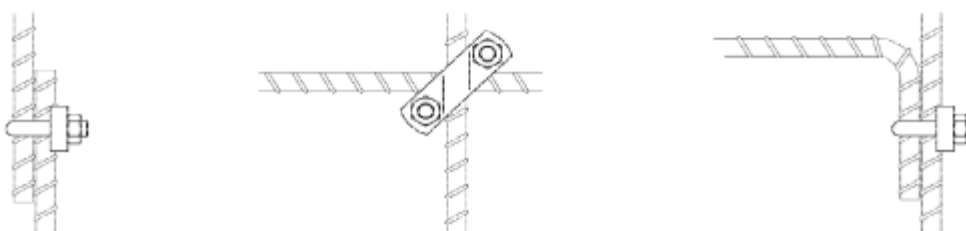


Figura E.5b – Morsetti a compressione conformi alla IEC 62561 (Idonei per correnti di fulmine e per EMC)

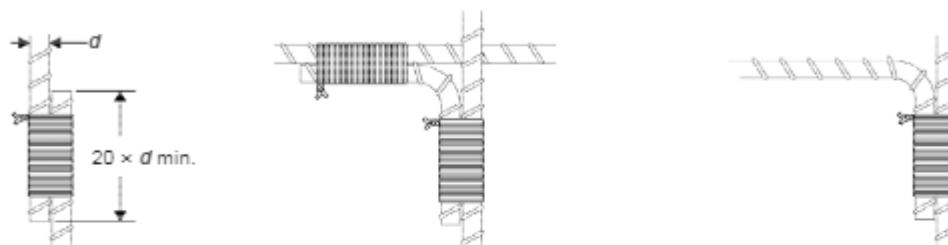


Figura E.5c – Legatura (Idonea per correnti di fulmine e per EMC)



Figura E.5d – Legatura lasca (Idonea solo per EMC)

Fig. E.5 – Tipici metodi di connessione dei ferri di armatura (dove consentiti)

| | | | | |
|----------------------------|---------------------------------|-------------|-------------|----------|
| CO 05 RA VA 00 D1 RS 20.00 | RELAZIONE SCARICHE ATMOSFERICHE | 00 | 26/03/2021 | 82 di 88 |
| Cod. HA | Descrizione | Rev. | Data | |

La connessione dei corpi metallici esterni all'LPS dovrebbe essere effettuata mediante un conduttore addizionale che fuoriesce dal calcestruzzo nel punto stabilito, o da un conduttore o da una piastra che lo attraversa ed è connessa ai ferri d'armatura mediante saldatura o morsetto a compressione.

Quando la connessione tra i ferri d'armatura ed il conduttore è effettuata per mezzo di un morsetto a compressione, per ragioni di sicurezza (considerato che la giunzione non può essere ispezionata dopo la gettata di calcestruzzo) dovrebbero essere utilizzati due conduttori (o un conduttore con due morsetti su due diversi ferri). Se la giunzione è tra due metalli diversi, la zona della giunzione è opportuno sia completamente impermeabilizzata.

La Fig. E.6 mostra il morsetto a compressione usato per interconnettere un ferro d'armatura e un conduttore massiccio.

La Fig. E.7 mostra il dettaglio della connessione tra un impianto esterno ed un ferro d'armatura.

I conduttori sono dimensionati per la frazione di corrente di fulmine che fluisce nel punto di connessione (Tab. 8 e 9).

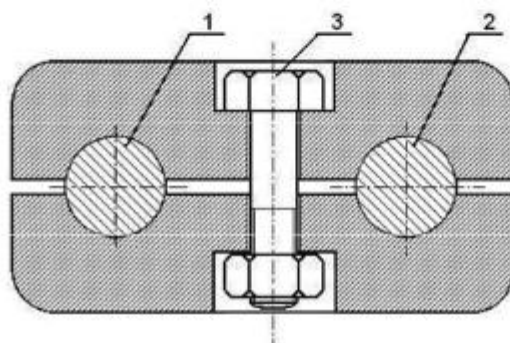


Figura E.6a – Connessione di un conduttore a sezione circolare ad un ferro d'armatura

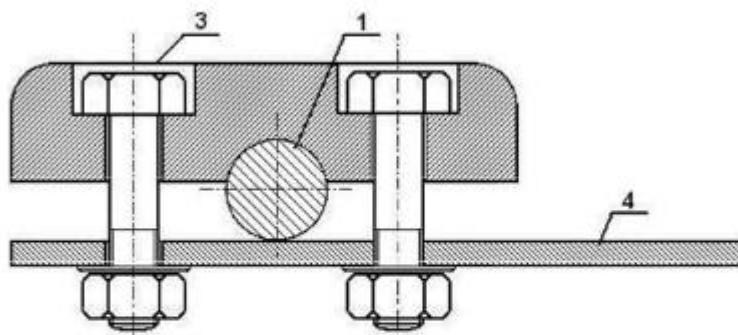


Figura E.6b – Connessione di un conduttore a nastro ad un ferro d'armatura

Legenda

- 1 Ferro d'armatura
- 2 Conduttore a sezione circolare
- 3 Vite
- 4 Conduttore a nastro

Figura E.6 – Esempi di connessioni con morsetti a compressione

| | | | | |
|----------------------------|---------------------------------|-------------|-------------|----------|
| CO 05 RA VA 00 D1 RS 20.00 | RELAZIONE SCARICHE ATMOSFERICHE | 00 | 26/03/2021 | 83 di 88 |
| Cod. HA | Descrizione | Rev. | Data | |

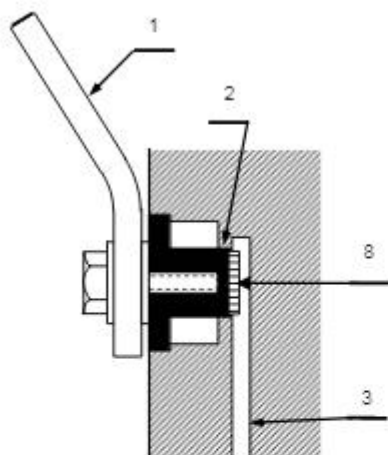


Figure E.7a

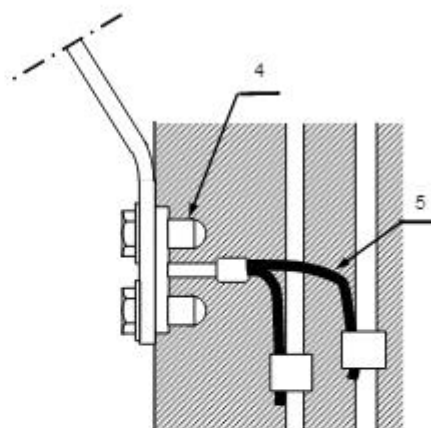


Figure E.7b

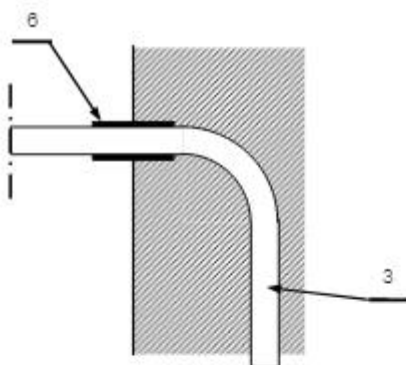


Figure E.7c

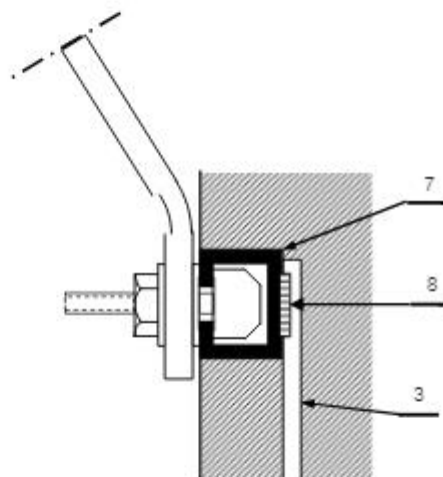


Figure E.7d

Legenda

- 1 conduttore
- 2 dado saldato al conduttore in acciaio
- 3 conduttore in acciaio *
- 4 fissaggio in materiale non ferroso
- 5 conduttore cordato in rame
- 6 protezione dalla corrosione
- 7 profilato in acciaio a C (barra di montaggio a forma di C)
- 8 saldatura

* Il conduttore in acciaio è connesso in più punti mediante morsetti o saldature ai ferri d'armatura.

NOTA La costruzione mostrata nella Fig. E.7c non è generalmente accettata come buona pratica ingegneristica

Figura E.7 – Esempi di punti di connessione ai ferri d'armatura in una parete di calcestruzzo armato

| | | | | |
|----------------------------|---------------------------------|-------------|-------------|----------|
| CO 05 RA VA 00 D1 RS 20.00 | RELAZIONE SCARICHE ATMOSFERICHE | 00 | 26/03/2021 | 84 di 88 |
| Cod. HA | Descrizione | Rev. | Data | |

La Fig. E.40 mostra tre diversi esempi di come installare un dispersore di fondazione in una struttura con fondazioni impermeabilizzate.

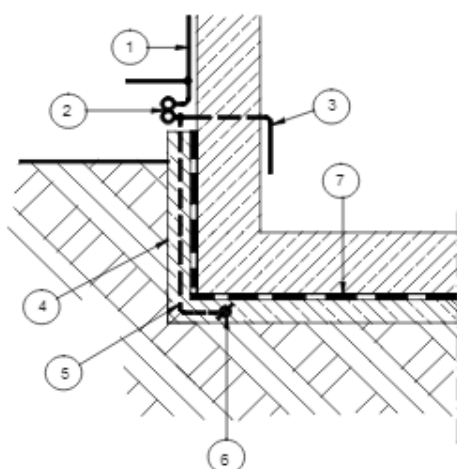


Figura E.40a – Fondazione Isolata con dispersore di fondazione nello strato di calcestruzzo non armato sotto l'impermeabilizzazione

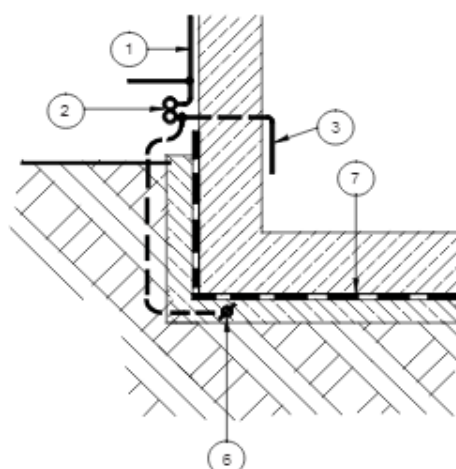


Figura E.40b – Fondazione Isolata con dispersore parzialmente nel terreno

| | | | | |
|----------------------------|---------------------------------|-------------|-------------|----------|
| CO 05 RA VA 00 D1 RS 20.00 | RELAZIONE SCARICHE ATMOSFERICHE | 00 | 26/03/2021 | 85 di 88 |
| Cod. HA | Descrizione | Rev. | Data | |

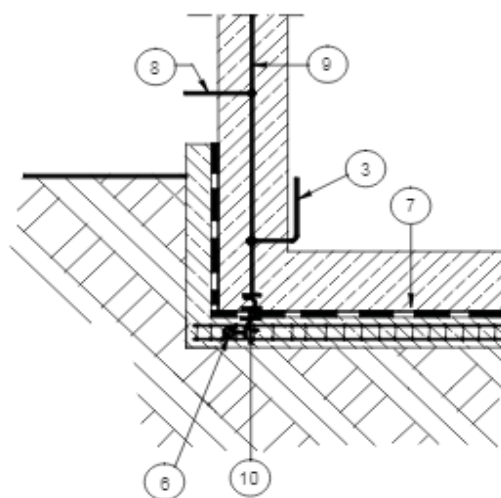


Figura E.40c – Conduttore dal dispersore di fondazione alla barra equipotenziale che attraversa lo strato impermeabilizzante

Legenda

- 1 calata
- 2 punto di misura
- 3 connessione all'LPS interno
- 4 strato di calcestruzzo non armato
- 5 connessione all'LPS
- 6 dispersore di fondazione
- 7 strato impermeabilizzante che isola dalla penetrazione dell'acqua
- 8 connessione tra i ferri d'armatura ed il punto di misura
- 9 ferro d'armatura
- 10 perforazione dello strato impermeabilizzante bituminoso

NOTA È necessario il permesso del costruttore della struttura per la perforazione.

Figura E.40 – Dispersore di fondazione ad anello in strutture con differenti tipi di fondazione

Sono anche mostrate molte soluzioni atte ad effettuare la connessione adeguata del sistema di dispersori in strutture con fondazioni isolate.

| | | | | |
|----------------------------|---------------------------------|-------------|-------------|----------|
| CO 05 RA VA 00 D1 RS 20.00 | RELAZIONE SCARICHE ATMOSFERICHE | 00 | 26/03/2021 | 86 di 88 |
| Cod. HA | Descrizione | Rev. | Data | |

K ALLEGATI**K.1 COORDINATE SITO PONTICELLE****Coordinate in formato decimale (WGS84)**

Indirizzo: Area Ca' Ponticelle, Ravenna

Latitudine: 44,456025

Longitudine: 12,226357



| | | | | |
|----------------------------|---------------------------------|-------------|-------------|----------|
| CO 05 RA VA 00 D1 RS 20.00 | RELAZIONE SCARICHE ATMOSFERICHE | 00 | 26/03/2021 | 87 di 88 |
| Cod. HA | Descrizione | Rev. | Data | |

K.2 NUMERO DI FULMINI KM²/ANNO PER SITO PONTICELLE**VALORE DI N_G****(CEI EN 62305 - CEI EN IEC 62858)**

$$N_G = 2,64 \text{ fulmini / (anno km}^2\text{)}$$

POSIZIONE

Latitudine: **44,456025° N**

Longitudine: **12,226357° 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 norma 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, 15 gennaio 2021

| | | | | |
|----------------------------|---------------------------------|-------------|-------------|----------|
| CO 05 RA VA 00 D1 RS 20.00 | RELAZIONE SCARICHE ATMOSFERICHE | 00 | 26/03/2021 | 88 di 88 |
| Cod. HA | Descrizione | Rev. | Data | |