

COMMITTENTE:



PROGETTAZIONE:



CUP: J84H17000930009

**U.O. TECNOLOGIE NORD**

**PROGETTO DEFINITIVO**

**RADDOPPIO LINEA CODOGNO – CREMONA - MANTOVA  
TRATTA PIADENA - MANTOVA**

IMPIANTI DI ILLUMINAZIONE E F.M.


Relazione Tecnica: Verifica Scariche Atmosferiche

SCALA:

-

COMMESSA LOTTO FASE ENTE TIPO DOC. OPERA/DISCIPLINA Progr. REV.

N M 2 5 0 3 D 5 8 C L L F 0 0 0 0 0 0 2 A

Rev.	Descrizione	Redatto	Data	Verificato	Data	Approvato	Data	Autorizzato Data
A	Emissione esecutiva	M. Arceri <i>M. Arceri</i>	04/2020	C. Vacca <i>C. Vacca</i>	04/2020	M. Berlingieri <i>M. Berlingieri</i>	04/2020	M. Gambaro 04/2020 

File: NM2503D58CLLF0000002A.doc

n. Elab.:

## INDICE

<b>1</b>	<b>PREMESSA</b> .....	4
<b>2</b>	<b>SCOPO DEL DOCUMENTO</b> .....	4
<b>3</b>	<b>METODO DI VALUTAZIONE DEL RISCHIO DI FULMINAZIONE</b> .....	6
<b>4</b>	<b>VALUTAZIONE DEL RISCHIO FULMINAZIONE</b> .....	10
<b>5</b>	<b>NORME TECNICHE DI RIFERIMENTO</b> .....	14
<b>6</b>	<b>INDIVIDUAZIONE DELLA STRUTTURA DA PROTEGGERE</b> .....	15
<b>7</b>	<b>DATI INIZIALI</b> .....	16
7.1	DENSITÀ ANNUA DI FULMINI A TERRA .....	16
7.2	DATI RELATIVI ALLA STRUTTURA.....	16
7.3	DATI RELATIVI ALLE LINEE ELETTRICHE ESTERNE.....	16
7.4	DEFINIZIONE E CARATTERISTICHE DELLE ZONE .....	16
<b>8</b>	<b>CALCOLO DELLE AREE DI RACCOLTA DELLA STRUTTURA E DELLE LINEE ELETTRICHE ESTERNE</b> 18	
<b>9</b>	<b>VALUTAZIONE DEI RISCHI</b> .....	19
9.1	RISCHIO R1: PERDITA DI VITE UMANE .....	19
9.1.1	<i>Calcolo del rischio R1</i> .....	19
9.1.2	<i>Analisi del rischio R1</i> .....	19
9.1.3	<i>Rischio R2: perdita di servizi pubblici essenziali</i> .....	19
9.1.4	<i>Calcolo del rischio R2</i> .....	19
9.1.5	<i>Analisi del rischio R2</i> .....	20
<b>10</b>	<b>SCELTA DELLE MISURE DI PROTEZIONE</b> .....	21
<b>11</b>	<b>CONCLUSIONI</b> .....	21
<b>12</b>	<b>APPENDICI</b> .....	22
<b>13</b>	<b>ALLEGATI</b> .....	28
13.1	POSIZIONE GEOGRAFICA PPACC MANTOVA.....	28
13.2	VALORE DI NG.....	29



**PROGETTO DEFINITIVO  
RADDOPPIO LINEA CODOGNO – CREMONA - MANTOVA  
TRATTA PIADENA - MANTOVA**

**IMPIANTI DI ILLUMINAZIONE E F.M.  
RELAZIONE TECNICA VERIFICA SCARICHE ATMOSFERICHE**

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
NM25	03	D 58 CL	LF 00 00 002	A	3 di 32

13.3	DIMENSIONI STRUTTURA.....	30
13.4	AREA DI RACCOLTA AD.....	31
<b>INDICE DELLE FIGURE</b>		
Figura 1	- Posizione PPACC di Mantova.....	5

## 1 PREMESSA

Il raddoppio della linea Codogno – Cremona - Mantova rientra fra gli interventi inseriti nel Programma Regionale Mobilità e Trasporti della Regione Lombardia, nonché nell'”Intesa sulle strategie e sulle modalità per lo sviluppo del SFR passeggeri, del trasporto merci e degli standard qualitativi per l’interscambio modale” sottoscritta tra RFI e Regione Lombardia lo scorso dicembre 2016.

In questa relazione verranno trattati gli impianti di illuminazione energia e FM, da realizzare nell’ambito della tratta Piadena-Mantova.

Per questa sono previsti le seguenti stazioni/sito di intervento:

- Stazione di Piadena e relativo PP/ACC (relativo alla fase 1);
- Stazione di Bozzolo e relativo PPM;
- Stazione di Marcaria e relativo PPM;
- Fermata di Castellucchio;
- Stazione di Mantova e relativo PP/ACC (radice lato Piadena).

## 2 SCOPO DEL DOCUMENTO

Il presente documento contiene la valutazione dei rischi dovuti ai fulmini, relativa al futuro fabbricato tecnologico ubicato in prossimità nella Stazione di Mantova, vedi figura successiva.

La valutazione è sviluppata per il solo sito di Mantova in quanto rappresenta la condizione più sfavorevole per il calcolo, sia per l’altezza del fabbricato tecnologico (edificio a due piani fuori terra), sia per il valore di  $N_G$  (fulmini /anno km<sup>2</sup>) relativo alla sua posizione, cfr. tabella seguente:

Sito	Latitudine	Longitudine	$N_G$ [fulmini / anno km <sup>2</sup> ]
Piadena – Cabina consegna / MT-bt / SIAP	45.127897	10.369261	1.92
Bozzolo – Fabbricato PPM	45.106408	10.471645	2.36
Marcaria – Fabbricato PPM	45.124451	10.532286	2.24
Mantova – Fabbricato ACC	45.156406	10.777250	<b>2.88</b>

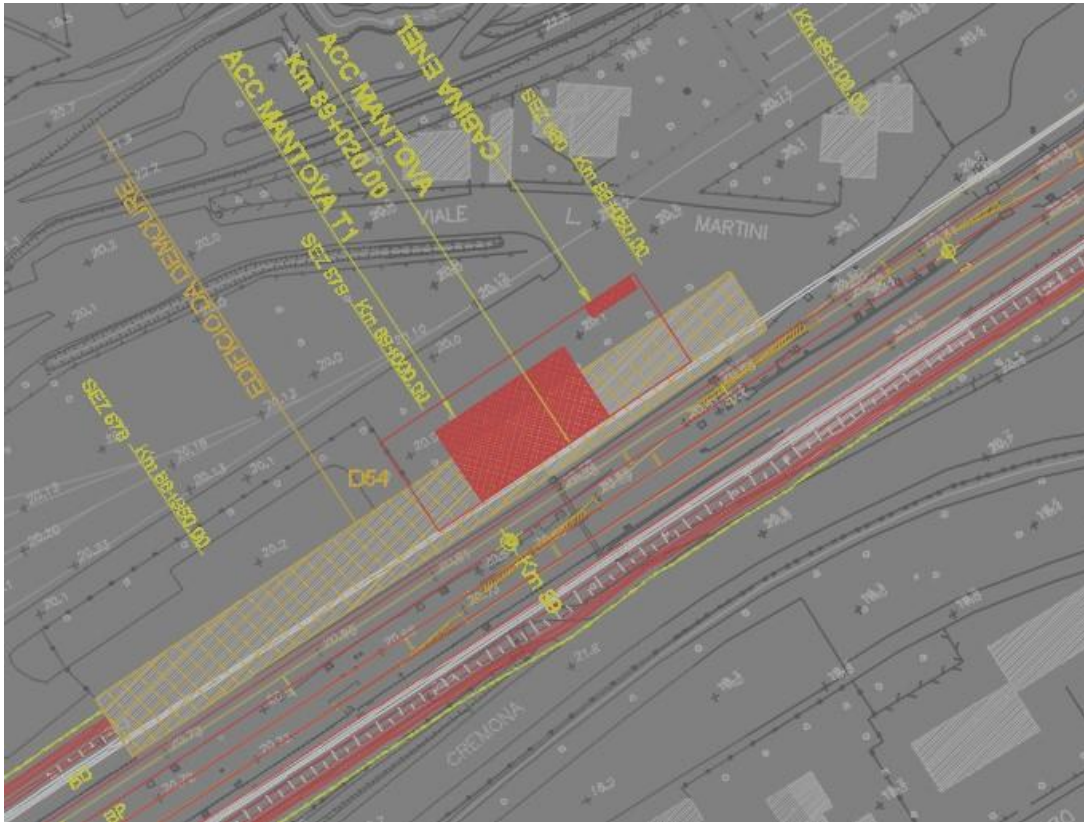


Figura 1 - Posizione PPACC di Mantova

Nel seguito della relazione, a valle dell'elencazione dei riferimenti normativi vigenti, verranno descritte nell'ordine:

- le valutazioni del livello di protezione da scariche atmosferiche dell'intero impianto, con descrizione dettagliata dei calcoli, del metodo e delle procedure utilizzate per ottenere il valore risultante di rischio esistente;
- laddove le verifiche di calcolo dimostrino la necessità di attuare misure di protezione compensative del rischio rilevato, le eventuali misure saranno descritte illustrando in termini qualitativi e quantitativi gli interventi da effettuare per rendere le strutture protette dai fulmini, nel rispetto delle norme di riferimento.

Nel capitolo 11 CONCLUSIONI, sono riepilogati i risultati dello studio. Mentre nel successivo capitolo 12 APPENDICI, sono riportati i valori utilizzati e le diverse caratteristiche elettriche ipotizzate per il calcolo; nel paragrafo 13 ALLEGATI, si riportano gli elaborati grafici (area AD e AM in particolare), utilizzati per il calcolo.

### 3 METODO DI VALUTAZIONE DEL RISCHIO DI FULMINAZIONE

#### Sorgente di rischio (S)

La corrente di fulmine è la principale sorgente di danno. Le sorgenti sono distinte in base al punto d'impatto del fulmine:

- S1 Fulmine sulla struttura;
- S2 Fulmine in prossimità della struttura;
- S3 Fulmine su una linea;
- S4 Fulmine in prossimità di una linea.

#### Tipo di danno (D)

Un fulmine può causare danni in funzione delle caratteristiche dell'oggetto da proteggere. Nelle pratiche applicazioni della determinazione del rischio è utile distinguere tra i tre tipi principali di danno che possono manifestarsi come conseguenza di una fulminazione. In particolare:

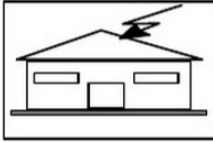
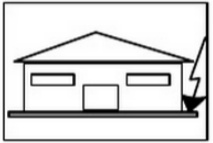
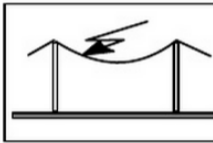
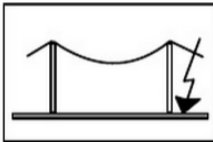
- D1 Danno a esseri viventi per elettrocuzione;
- D2 Danno materiale;
- D3 Guasto di impianti elettrici ed elettronici.

#### Tipo di perdita (L)

Ciascun tipo di danno, solo o in combinazione con altri, può produrre perdite diverse conseguenti nell'oggetto da proteggere. Il tipo di perdita che può verificarsi dipende dalle caratteristiche dell'oggetto stesso e al suo contenuto. In particolare:

- L1 Perdita di vite umane (compreso danno permanente);
- L2 Perdita di servizio pubblico;
- L3 Perdita di patrimonio culturale insostituibile;
- L4 Perdita economica (struttura, contenuto e perdita di attività).

Come definito dalla CEI EN 62305, il legame tra punto di impatto del fulmine, sorgenti di danno, tipi di danno e tipi di perdita, è riassunto nella seguente Tabella:

Fulminazione		Struttura	
Punto d'impatto	Sorgente di danno	Tipo di danno	Tipo di perdita
	S1	D1 D2 D3	L1, L4 <sup>(a)</sup> L1, L2, L3, L4 L1 <sup>(b)</sup> , L2, L4
	S2	D3	L1 <sup>(b)</sup> , L2, L4
	S3	D1 D2 D3	L1, L4 <sup>(a)</sup> L1, L2, L3, L4 L1 <sup>(b)</sup> , L2, L4
	S4	D3	L1 <sup>(b)</sup> , L2, L4
<p>(a) Solo nel caso di strutture in cui si può verificare la perdita di animali.            (b) Solo nel caso di strutture con rischio di esplosione, di ospedali o di altre strutture in cui guasti di impianti interni provocano immediato pericolo per la vita umana.</p>			

**Tabella 1: legame tra punto di impatto del fulmine, sorgenti di danno, tipi di danno e tipi di perdita**

### **Rischio (Rn)**

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

- R1 Rischio di perdita di vite umane (inclusi danni permanenti);
- R2 Rischio di perdita di servizio pubblico
- R3 Rischio di perdita di patrimonio culturale insostituibile
- R4 Rischio di perdita economica (struttura, contenuto e perdita di attività).

I primi tre tipi di rischio coinvolgono valori sociali: considerarli, ove presenti, è pertanto un obbligo imposto dalla norma. Trascurare un rischio R1, R2 o R3 è una deviazione dall'obbligo normativo, che deve pertanto essere accuratamente motivata dal progettista.

Il rischio R4 è relativo invece a perdite di natura puramente economica che ricadono solo sul soggetto (proprietario della struttura/attività) che sarebbe chiamato a sostenere il costo dell'eventuale protezione: tener conto o no di questo tipo di rischio è pertanto una libera scelta del progettista, con il consenso del proprietario della struttura/attività, e non rientra fra gli obblighi previsti dalla norma.

### **Componenti di rischio (RX)**

I rischi R1, R2, R3, R4 sopra elencati possono essere calcolati come somma delle relative componenti di rischio. Le componenti di rischio definite dalla UNI EN 62305 sono le seguenti:

- RA - componente relativa ai danni ad esseri viventi per elettrocuzione dovuta a tensioni di contatto e di passo all'interno della struttura e all'esterno in zone fino a 3 m attorno alla struttura stessa.
- RB - componente relativa ai danni materiali causati da scariche pericolose all'interno della struttura che innescano incendio ed esplosione.
- RC - componente relativa al guasto di impianti causato da effetti elettromagnetici della corrente di fulmine dovute alla fulminazione in prossimità della struttura (S2).
- RM - componente relativa al guasto di impianti causato da effetti elettromagnetici della corrente di fulmine dovute alla fulminazione diretta di un servizio connesso alla struttura (S3).
- RU - componente relativa ai danni ad esseri viventi dovuta a tensioni di contatto all'interno della struttura dovute alla corrente di fulmine iniettata nella linea entrante nella struttura.
- RV – componente relativa ai danni materiali dovuti alla corrente di fulmine trasmessa attraverso il servizio entrante.
- RW - componente relativa al guasto di impianti causato da sovratensioni indotte sulla linea e trasmesse sulla struttura dovute alla fulminazione in prossimità di un servizio connesso alla struttura (S4).
- RZ - componente relativa al guasto di impianti causato da sovratensioni indotte sulla linea e trasmesse sulla struttura.

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

$$R_X = N_X * P_X * L_X$$

dove: - NX è il numero di eventi pericolosi (Allegato A, CEI EN 62305-2);

- PX è la probabilità di danno alla struttura (Allegato B, CEI EN 62305-2);

- LX è la perdita conseguente (Allegato C, CEI EN 62305-2).

La seguente Tabella riassume il legame tra componenti di rischio (RX), rischi (Rn) e sorgenti di rischio (Sn):

Sorgente di danno	Fulminazione diretta della struttura S1			Fulminazione in prossimità della struttura S2	Fulminazione diretta di una linea entrante S3			Fulminazione in prossimità di una linea entrante S4
	$R_A$	$R_B$	$R_C$	$R_M$	$R_U$	$R_V$	$R_W$	$R_Z$
Rischio per ciascun tipo di perdita								
$R_1$	*	*	* <sup>(a)</sup>	* <sup>(a)</sup>	*	*	* <sup>(a)</sup>	* <sup>(a)</sup>
$R_2$		*	*	*		*	*	*
$R_3$		*				*		
$R_4$	* <sup>(b)</sup>	*	*	*	* <sup>(b)</sup>	**	*	*

(a) Solo nel caso di strutture con rischio di esplosione, di ospedali o di altre strutture, in cui guasti di impianti interni provocano immediato pericolo per la vita umana.

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

**Tabella 2: legame tra componenti di rischio (RX), rischi (Rn) e sorgenti di rischio (Sn)**



Da cui si ottengono le seguenti formule:

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

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

$$R_3 = R_B + R_V$$

$$R_4 = R_A^{2)} + R_B + R_C + R_M + R_U^{2)} + R_V + R_W + R_Z$$

- 1) Solo nel caso di strutture con rischio di esplosione, di ospedali o di altre strutture, in cui guasti di impianti interni provocano immediato pericolo per la vita umana.
- 2) Solo nel caso di strutture a uso agricolo in cui si può verificare la perdita di animali.

### **Rischio tollerabile, (RT)**

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

- Rischio tollerabile per perdita di vite umane o danni permanenti (RT = 10<sup>-5</sup> anni<sup>-1</sup>);
- Rischio tollerabile per perdita di servizio pubblico (RT = 10<sup>-3</sup> anni<sup>-1</sup>);
- Rischio tollerabile per perdita di patrimonio culturale insostituibile (RT = 10<sup>-4</sup> anni<sup>-1</sup>).

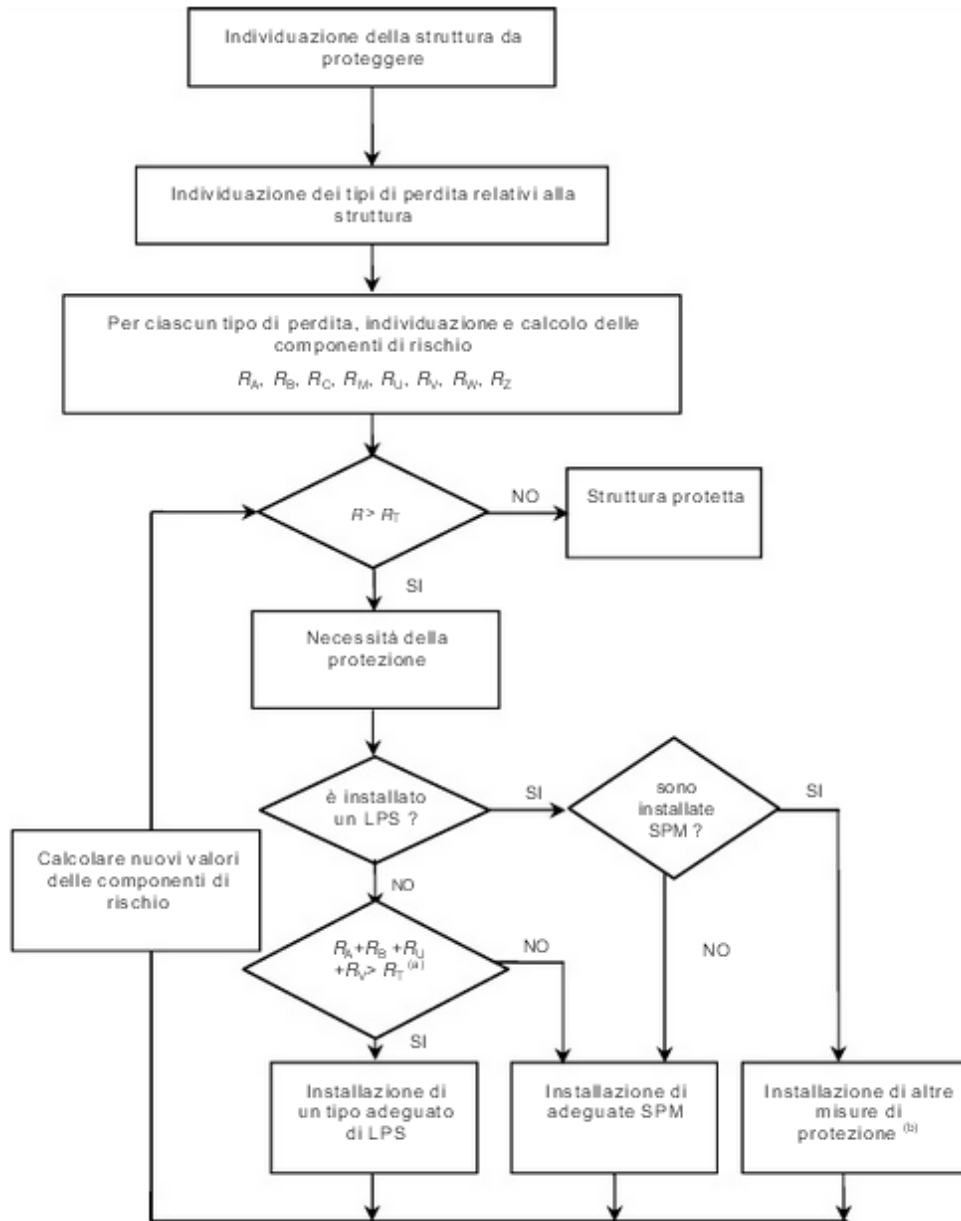
#### 4 VALUTAZIONE DEL RISCHIO FULMINAZIONE

La normativa CEI EN 62305-2 "Protezione dai fulmini. Valutazione del rischio", specifica la procedura per la valutazione del rischio dovuto a fulmini a terra in una struttura. Una volta stabilito il limite superiore per il "Rischio tollerabile (RT)", la procedura permette la scelta delle appropriate misure di protezione da adottare per ridurre il "Rischio (R)" al minimo tollerabile o a valori inferiori. Per ciascun rischio considerato devono essere effettuati 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 come sommatoria delle componenti di rischio  $R_x$ ;
- identificazione del rischio tollerabile RT;
- confronto del rischio R con quello tollerabile RT.

Se  $R \leq RT$  la protezione contro il fulmine non è necessaria. Se  $R > RT$  devono essere adottate misure di protezione al fine di rendere  $R \leq RT$  per tutti i rischi a cui è interessato l'oggetto.

Il seguente diagramma a blocchi riassume la procedura individuata dalla Norma UNI EN 62305 per effettuare la valutazione del rischio.



**Figura 2: procedura individuata dalla Norma UNI EN 62305 per effettuare la valutazione del rischio**

Le caratteristiche della struttura e delle possibili misure di protezione che influenzano le componenti di rischio RX per una struttura sono riportate nella seguente Tabella:

Caratteristiche della struttura e degli impianti interni Misure di protezione	$R_A$	$R_B$	$R_C$	$R_M$	$R_U$	$R_V$	$R_W$	$R_Z$
Area di raccolta	X	X	X	X	X	X	X	X
Resistività superficiale del suolo	X							
Resistività della pavimentazione	X				X			
Barriere, isolamento, cartelli ammonitori, equipotenzializzazione del suolo	X				X			
LPS	X	X	X	X <sup>(a)</sup>	X <sup>(b)</sup>	X <sup>(b)</sup>		
Equipotenzializzazione con SPD	X	X			X	X		
Interfacce di separazione			X <sup>(c)</sup>	X <sup>(c)</sup>	X	X	X	X
Sistema di SPD			X	X			X	X
Schermatura locale			X	X				
Schermatura delle linee esterne					X	X	X	X
Schermatura delle linee interne			X	X				
Cablaggio degli impianti interni			X	X				
Rete di equipotenzialità			X					
Misure antincendio		X				X		
Rischio d'incendio		X				X		
Pericoli particolari		X				X		
Tensione di tenuta ad impulso			X	X	X	X	X	X
(a) Solo per LPS esterni a maglia.								
(b) Dovuto alla presenza di connessioni equipotenziali.								
(c) Solo se esse appartengono all'apparato.								

**Tabella 3: Fattori che influenzano le componenti di rischio in una struttura**

Nel paragrafi successivi si caratterizzeranno gli elementi di cui alla precedente tabella, con particolare riferimento ai dati specifici del sito in oggetto. Una volta valutato il rischio si dovrà prevedere o meno la presenza di un LPS sul sistema da proteggere.

Un impianto di protezione contro i fulmini LPS (lightning protection system) è l'insieme di dispositivi atti a realizzare la protezione contro i fulmini costituito da:

- Impianto LPS esterno: per la protezione dalla fulminazione diretta. Comprende gli organi di captazione, calate e i dispersori.
- Impianto LPS interno: per la protezione dalla fulminazione indiretta. Comprende le connessioni

equipotenziati, limitatori e scaricatori

In base alla forma degli organi di captazione, si distinguono:

- Impianti ad aste verticali;
- Impianto a funi;
- Impianto a maglia (gabbia di Faraday).

Parametri della corrente di fulmine		Livelli di protezione		
		I	II	III e IV
Valore di picco	$I (kA)$	200	150	100
Carica impulsiva	$Q_{imp} (C)$	100	75	50
Energia specifica	$E_s (MJ/\Omega)$	10	5,6	2,5

**Tabella 4: Livelli di protezione**

Il sistema LPS deve garantire la capacità di condurre la corrente di fulmine di riferimento per il suo livello (criterio di conduzione, vedi tabella precedente) e di intercettare il minimo fulmine di riferimento per lo stesso livello (criterio di intercettazione).

Livello di protezione	Dimensione del lato della maglia (m)
I	5
II	10
III	15
IV	20

**Tabella 5: Metodo della maglia**

La procedura di calcolo della valutazione del rischio e la scelta delle misure di protezione è eseguita mediante il software Zeus Plus edito da Tuttonormel.

I risultati vengono comparati con la situazione esistente per valutare gli interventi necessari.

Un aspetto importante è definire la struttura da proteggere. Nello specifico si è realizzata una struttura costituita da un'unica zona.

## 5 NORME TECNICHE DI RIFERIMENTO

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

**CEI EN 62305-1:** "Protezione contro i fulmini. Parte 1: Principi Generali" Febbraio 2013;

**CEI EN 62305-2:** "Protezione contro i fulmini. Parte 2: Valutazione del rischio" Febbraio 2013;

**CEI EN 62305-3:** "Protezione contro i fulmini. Parte 3: Danno materiale alle strutture e pericolo per le persone" Febbraio 2013;

**CEI EN 62305-4:** "Protezione contro i fulmini. Parte 4: Impianti elettrici ed elettronici nelle strutture" Febbraio 2013;

**CEI 81-29:** "Linee guida per l'applicazione delle norme CEI EN 62305" Febbraio 2014;

**CEI 81-30:** "Protezione contro i fulmini. Reti di localizzazione fulmini (LLS).


Linee guida per l'impiego di sistemi LLS per l'individuazione dei valori di Ng (Norma CEI EN 62305-2)" Febbraio 2014.

## **6 INDIVIDUAZIONE DELLA STRUTTURA DA PROTEGGERE**

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

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

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

	<b>PROGETTO DEFINITIVO</b> <b>RADDOPPIO LINEA CODOGNO – CREMONA - MANTOVA</b> <b>TRATTA PIADENA - MANTOVA</b>					
<b>IMPIANTI DI ILLUMINAZIONE E F.M.</b> <b>RELAZIONE TECNICA VERIFICA SCARICHE ATMOSFERICHE</b>	COMMESSA NM25	LOTTO 03	CODIFICA D 58 CL	DOCUMENTO LF 00 00 002	REV. A	FOGLIO 16 di 32

## 7 DATI INIZIALI

### 7.1 Densità annua di fulmini a terra

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

$$N_g = 2,88 \text{ fulmini/anno km}^2$$

### 7.2 Dati relativi alla struttura

La pianta della struttura è riportata nel disegno (Allegato *Disegno della struttura*).

La destinazione d'uso prevalente della struttura è: servizio - TLC

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

- perdita di vite umane
- perdita di servizio pubblico
- 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;
- rischio R2;

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

L'edificio ha struttura portante metallica o in cemento armato con ferri d'armatura continui.

### 7.3 Dati relativi alle linee elettriche esterne

La struttura è servita dalle seguenti linee elettriche:

- Linea di energia: LINEA MT 2
- Linea di segnale: TLC
- Linea di energia: LINEA 1KV
- Linea di energia: LINEA MT ENEL

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

### 7.4 Definizione e caratteristiche delle zone

Tenuto conto di:

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



l'eventuale presenza di persone;

- le altre caratteristiche della struttura e, in particolare il lay-out degli impianti interni e le misure di protezione esistenti;

sono state definite le seguenti zone:

Z1: ESTERNA

Z2: INTERNA

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*.

## **8 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 graficamente secondo il metodo indicato nella norma CEI EN 62305-2, art. A.2, ed è riportata nel disegno (*Allegato Grafico area di raccolta AD*).

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 graficamente secondo il metodo indicato nella norma CEI EN 62305-2, art. A.3, ed è riportata nel disegno (*Allegato Grafico area di raccolta AM*).

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*.

## 9 VALUTAZIONE DEI RISCHI

### 9.1 Rischio R1: perdita di vite umane

#### 9.1.1 Calcolo del rischio R1

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

Z1: ESTERNA  
RA: 2,40E-11  
Totale: 2,40E-11

Z2: INTERNA  
RA: 2,40E-09  
RB: 2,40E-09  
RU(ALIMENTAZIONE CABINE ESISTENTI): 5,88E-11  
RV(ALIMENTAZIONE CABINE ESISTENTI): 5,88E-10  
RU(LINEA TELECOMUNICAZIONI): 4,61E-09  
RV(LINEA TELECOMUNICAZIONI): 4,61E-08  
RU(DORSALE 1KV ): 4,15E-09  
RV(DORSALE 1KV ): 4,15E-08  
RU(ALIMENTAZIONE MT ENEL): 2,07E-12  
RV(ALIMENTAZIONE MT ENEL): 2,07E-11  
Totale: 1,02E-07

Valore totale del rischio R1 per la struttura: 1,02E-07

#### 9.1.2 Analisi del rischio R1

Il rischio complessivo  $R1 = 1,02E-07$  è inferiore a quello tollerato  $RT = 1E-05$

#### 9.1.3 Rischio R2: perdita di servizi pubblici essenziali

#### 9.1.4 Calcolo del rischio R2

I valori delle componenti ed il valore del rischio R2 sono di seguito indicati.

Z2: INTERNA  
RB: 5,99E-08  
RC: 1,20E-06  
RM: 1,54E-08  
RV(ALIMENTAZIONE CABINE ESISTENTI): 1,47E-08  
RW(ALIMENTAZIONE CABINE ESISTENTI): 2,94E-07  
RZ(ALIMENTAZIONE CABINE ESISTENTI): 0,00E+00

RV(LINEA TELECOMUNICAZIONI): 1,15E-06  
 RW(LINEA TELECOMUNICAZIONI): 2,30E-05  
 RZ(LINEA TELECOMUNICAZIONI): 0,00E+00  
 RV(DORSALE 1KV ): 1,04E-06  
 RW(DORSALE 1KV ): 2,07E-05  
 RZ(DORSALE 1KV ): 0,00E+00  
 RV(ALIMENTAZIONE MT ENEL): 5,18E-10  
 RW(ALIMENTAZIONE MT ENEL): 1,04E-08  
 RZ(ALIMENTAZIONE MT ENEL): 0,00E+00  
 Totale: 4,76E-05

Valore totale del rischio R2 per la struttura: 4,76E-05

### **9.1.5 Analisi del rischio R2**

Il rischio complessivo  $R2 = 4,76E-05$  è inferiore a quello tollerato  $RT = 1E-03$

## 10 SCELTA DELLE MISURE DI PROTEZIONE

Poiché il rischio complessivo  $R1 = 1,02E-07$  è inferiore a quello tollerato  $RT = 1E-05$ , non occorre adottare alcuna misura di protezione per ridurlo.


Poiché il rischio complessivo  $R2 = 4,76E-05$  è inferiore a quello tollerato  $RT = 1E-03$ , non occorre adottare alcuna misura di protezione per ridurlo.

## 11 CONCLUSIONI

Rischi che non superano il valore tollerabile: R1 R2

SECONDO LA NORMA CEI EN 62305-2 LA PROTEZIONE CONTRO IL FULMINE NON E' NECESSARIA.

In relazione al valore della frequenza di danno l'adozione di misure di protezione è comunque opportuna al fine di garantire la funzionalità della struttura e dei suoi impianti.

 <p><b>ITALFERR</b> GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE</p>	<p><b>PROGETTO DEFINITIVO</b> <b>RADDOPPIO LINEA CODOGNO – CREMONA - MANTOVA</b> <b>TRATTA PIADENA - MANTOVA</b></p>					
<p><b>IMPIANTI DI ILLUMINAZIONE E F.M.</b> RELAZIONE TECNICA VERIFICA SCARICHE ATMOSFERICHE</p>	<p>COMMESSA NM25</p>	<p>LOTTO 03</p>	<p>CODIFICA D 58 CL</p>	<p>DOCUMENTO LF 00 00 002</p>	<p>REV. A</p>	<p>FOGLIO 22 di 32</p>

## 12 APPENDICI

### APPENDICE - Caratteristiche della struttura

Dimensioni: vedi disegno

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  $km^2$ )  $N_g = 2,88$

### APPENDICE - Caratteristiche delle linee elettriche

Caratteristiche della linea: LINEA MT ENEL

La linea ha caratteristiche uniformi lungo l'intero percorso

Tipo di linea: energia - interrata con trasformatore MT/BT

Lunghezza (m)  $L = 50$

Resistività (ohm x m)  $r = 400$

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): 9 B (m): 4 H (m): 4

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

Caratteristiche della linea: LINEA MT 2

La linea ha caratteristiche uniformi lungo l'intero percorso

Tipo di linea: energia - interrata

Lunghezza (m)  $L = 450$

Resistività (ohm x m)  $r = 400$

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): 5 B (m): 10 H (m): 5

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

Caratteristiche della linea: TLC

La linea ha caratteristiche uniformi lungo l'intero percorso

Tipo di linea: segnale - interrata

Lunghezza (m)  $L = 5000$

Resistività (ohm x m)  $r = 400$

Coefficiente ambientale (CE): suburbano

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

Caratteristiche della linea: LINEA 1KV

La linea ha caratteristiche uniformi lungo l'intero percorso

Tipo di linea: energia - interrata

Lunghezza (m)  $L = 6000$

Resistività (ohm x m)  $r = 400$

Coefficiente ambientale (CE): suburbano

Schermo collegato alla stessa terra delle apparecchiature alimentate:  $1 < R \leq 5$  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: cartelli monitori isolamento

Valori medi delle perdite per la zona: ESTERNA

Numero di persone nella zona: 5

Numero totale di persone nella struttura: 10

Tempo per il quale le persone sono presenti nella zona (ore all'anno): 700

Perdita per tensioni di contatto e di passo (relativa a R1)  $LA = 4,00E-09$

Rischi e componenti di rischio presenti nella zona: ESTERNA

Rischio 1: Ra

Caratteristiche della zona: INTERNA

Tipo di zona: interna

Tipo di pavimentazione: ceramica ( $r_t = 0,001$ )

Rischio di incendio: ordinario ( $r_f = 0,01$ )

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: cartelli monitori

Impianto interno: ALIMENTAZIONE CABINE ESISTENTI

Alimentato dalla linea LINEA MT 2

Tipo di circuito: Cond. attivi e PE nello stesso cavo (spire fino a  $0,5 \text{ m}^2$ ) ( $K_s3 = 0,01$ )

Tensione di tenuta: 6,0 kV

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

Impianto interno: LINEA TELECOMUNICAZIONI

Alimentato dalla linea TLC

Tipo di circuito: Cond. attivi e PE nello stesso cavo (spire fino a  $0,5 \text{ m}^2$ ) ( $K_s3 = 0,01$ )

Tensione di tenuta: 1,5 kV

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

Impianto interno: DORSALE 1KV



**PROGETTO DEFINITIVO**  
**RADDOPPIO LINEA CODOGNO – CREMONA - MANTOVA**  
**TRATTA PIADENA - MANTOVA**

**IMPIANTI DI ILLUMINAZIONE E F.M.**  
RELAZIONE TECNICA VERIFICA SCARICHE ATMOSFERICHE

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
NM25	03	D 58 CL	LF 00 00 002	A	24 di 32

Alimentato dalla linea LINEA 1KV

Tipo di circuito: Cond. attivi e PE nello stesso cavo (spire fino a 0,5 m<sup>2</sup>) (Ks3 = 0,01)

Tensione di tenuta: 2,5 kV

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

Impianto interno: ALIMENTAZIONE MT ENEL

Alimentato dalla linea LINEA MT ENEL

Tipo di circuito: Cond. attivi e PE nello stesso cavo (spire fino a 0,5 m<sup>2</sup>) (Ks3 = 0,01)

Tensione di tenuta: 6,0 kV

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

Valori medi delle perdite per la zona: INTERNA

Rischio 1

Numero di persone nella zona: 5

Numero totale di persone nella struttura: 10

Tempo per il quale le persone sono presenti nella zona (ore all'anno): 700

Perdita per tensioni di contatto e di passo (relativa a R1) LA = LU = 4,00E-07

Perdita per danno fisico (relativa a R1) LB = LV = 4,00E-07

Rischio 2

Numero di utenti serviti dalla zona: 1000

Numero totale di utenti serviti dalla struttura: 5000

Perdita per danno fisico (relativa a R4) LB = LV = 1,00E-05

Perdita per avaria di impianti interni (relativa a R2) LC = LM = LW = LZ = 2,00E-04

Rischio 4

Valore dei muri (€): 300000

Valore del contenuto (€): 1000000

Valore degli impianti interni inclusa l'attività (€): 10000000

Valore totale della struttura (€): 15000000

Perdita per avaria di impianti interni (relativa a R4) LC = LM = LW = LZ = 6,67E-05

Perdita per danno fisico (relativa a R4) LB = LV = 3,77E-04

Rischi e componenti di rischio presenti nella zona: INTERNA

Rischio 1: Ra Rb Ru Rv

Rischio 2: Rb Rc Rm Rv Rw Rz

Rischio 4: Rb Rc Rm Rv Rw Rz

## **APPENDICE - Frequenza di danno**

Frequenza di danno tollerabile FT = 0,1

Non è stata considerata la perdita di animali

Applicazione del coefficiente rf alla probabilità di danno PEB e PB: no

Applicazione del coefficiente rt alla probabilità di danno PTA e PTU: no

FS1: Frequenza di danno dovuta a fulmini sulla struttura



FS2: Frequenza di danno dovuta a fulmini vicino alla struttura  
 FS3: Frequenza di danno dovuta a fulmini sulle linee entranti nella struttura  
 FS4: Frequenza di danno dovuta a fulmini vicino alle linee entranti nella struttura

Zona

Z1: ESTERNA

FS1: 0,00E+00  
 FS2: 0,00E+00  
 FS3: 0,00E+00  
 FS4: 0,00E+00  
 Totale: 0,00E+00

Z2: INTERNA

FS1: 5,99E-03  
 FS2: 7,70E-05  
 FS3: 2,86E-01  
 FS4: 0,00E+00  
 Totale: 2,92E-01

**APPENDICE - Aree di raccolta e numero annuo di eventi pericolosi**

Struttura

Area di raccolta per fulminazione diretta della struttura AD = 4,16E-03 km<sup>2</sup>  
 Area di raccolta per fulminazione indiretta della struttura AM = 4,05E-01 km<sup>2</sup>  
 Numero di eventi pericolosi per fulminazione diretta della struttura ND = 5,99E-03  
 Numero di eventi pericolosi per fulminazione indiretta della struttura NM = 1,17E+00

Linee elettriche

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

LINEA MT 2

AL = 0,018000 km<sup>2</sup>  
 AI = 1,800000 km<sup>2</sup>

TLC

AL = 0,200000 km<sup>2</sup>  
 AI = 20,000000 km<sup>2</sup>

LINEA 1KV

AL = 0,240000 km<sup>2</sup>  
 AI = 24,000000 km<sup>2</sup>

LINEA MT ENEL  
 $AL = 0,002000 \text{ km}^2$   
 $AI = 0,200000 \text{ km}^2$

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

LINEA MT 2  
 $NL = 0,012960$   
 $NI = 1,296000$

TLC  
 $NL = 0,144000$   
 $NI = 14,400000$

LINEA 1KV  
 $NL = 0,172800$   
 $NI = 17,280000$

LINEA MT ENEL  
 $NL = 0,000288$   
 $NI = 0,028800$

### **APPENDICE - Valori delle 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: INTERNA  
 $PA = 1,00E+00$   
 $PB = 1,0$   
 $PC \text{ (ALIMENTAZIONE CABINE ESISTENTI)} = 1,00E+00$   
 $PC \text{ (LINEA TELECOMUNICAZIONI)} = 1,00E+00$   
 $PC \text{ (DORSALE 1KV)} = 1,00E+00$   
 $PC \text{ (ALIMENTAZIONE MT ENEL)} = 1,00E+00$   
 $PC = 1,00E+00$   
 $PM \text{ (ALIMENTAZIONE CABINE ESISTENTI)} = 2,78E-06$   
 $PM \text{ (LINEA TELECOMUNICAZIONI)} = 4,44E-05$   
 $PM \text{ (DORSALE 1KV)} = 1,60E-05$   
 $PM \text{ (ALIMENTAZIONE MT ENEL)} = 2,78E-06$   
 $PM = 6,60E-05$

PU (ALIMENTAZIONE CABINE ESISTENTI) = 1,00E-02  
PV (ALIMENTAZIONE CABINE ESISTENTI) = 1,00E-01  
PW (ALIMENTAZIONE CABINE ESISTENTI) = 1,00E-01  
PZ (ALIMENTAZIONE CABINE ESISTENTI) = 0,00E+00  
PU (LINEA TELECOMUNICAZIONI) = 8,00E-02  
PV (LINEA TELECOMUNICAZIONI) = 8,00E-01  
PW (LINEA TELECOMUNICAZIONI) = 8,00E-01  
PZ (LINEA TELECOMUNICAZIONI) = 0,00E+00  
PU (DORSALE 1KV ) = 6,00E-02  
PV (DORSALE 1KV ) = 6,00E-01  
PW (DORSALE 1KV ) = 6,00E-01  
PZ (DORSALE 1KV ) = 0,00E+00  
PU (ALIMENTAZIONE MT ENEL) = 1,00E-02  
PV (ALIMENTAZIONE MT ENEL) = 1,00E-01  
PW (ALIMENTAZIONE MT ENEL) = 1,00E-01  
PZ (ALIMENTAZIONE MT ENEL) = 0,00E+00

## 13 ALLEGATI

### 13.1 Posizione geografica PPACC Mantova

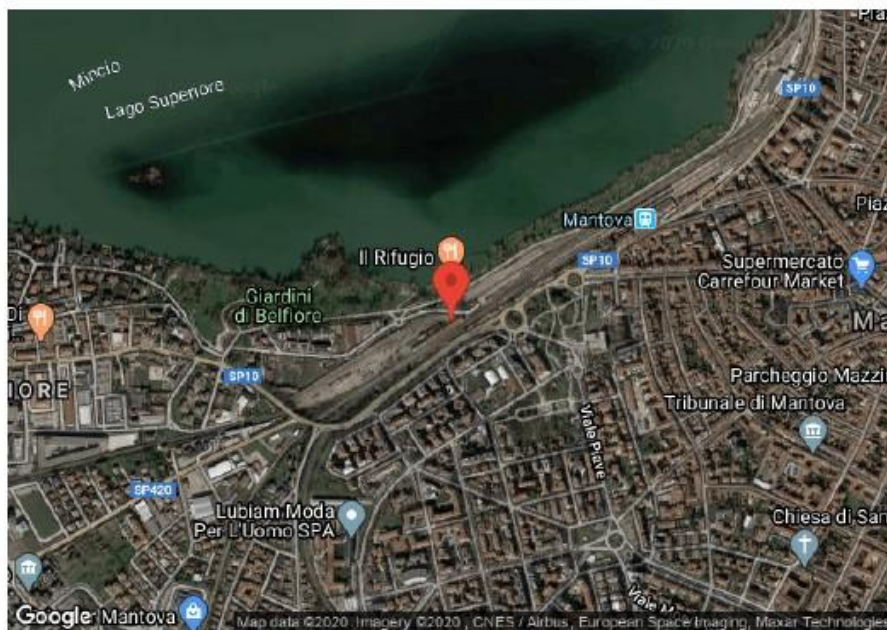


#### Coordinate in formato decimale (WGS84)

Indirizzo: Viale Luigi Martini, 2, 46100 Mantova MN, Italia

Latitudine: 45.156406

Longitudine: 10.777250



## 13.2 Valore di $N_G$



### VALORE DI $N_G$

(CEI EN 62305 - CEI 81-30)

$$N_G = 2,88 \text{ fulmini / (anno km}^2\text{)}$$

#### POSIZIONE

Latitudine: **45,156406° N**

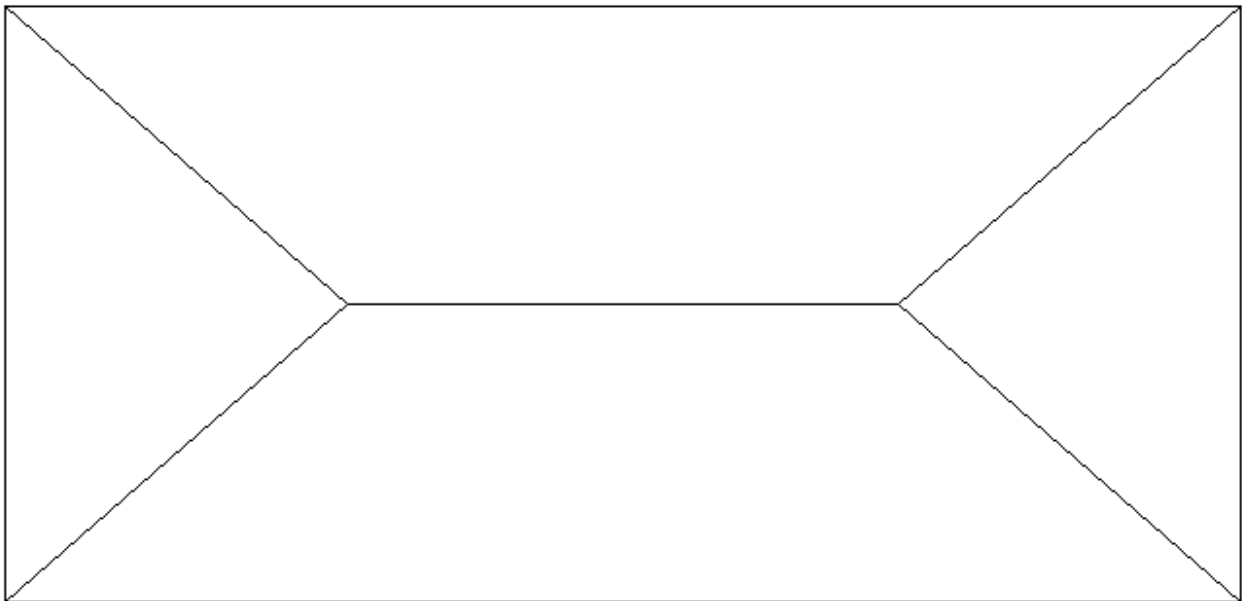
Longitudine: **10,77725° E**


#### 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  $N_G$ .
- I valori di  $N_G$  inferiori ad 1 sono stati arrotondati ad uno non essendo significativi valori inferiori all'unità (CEI 81-30, art. 6.5).
- Piccole variazioni delle coordinate possono portare a valori diversi di  $N_G$  a causa della natura discreta della mappa cartografica.
- I dati forniti da TNE srl possiedono le caratteristiche indicate dalla guida CEI 81-30 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.

Data, 05 maggio 2020

### 13.3 Dimensioni struttura



  
Scala: 2 m

Hmax: 9,8 m

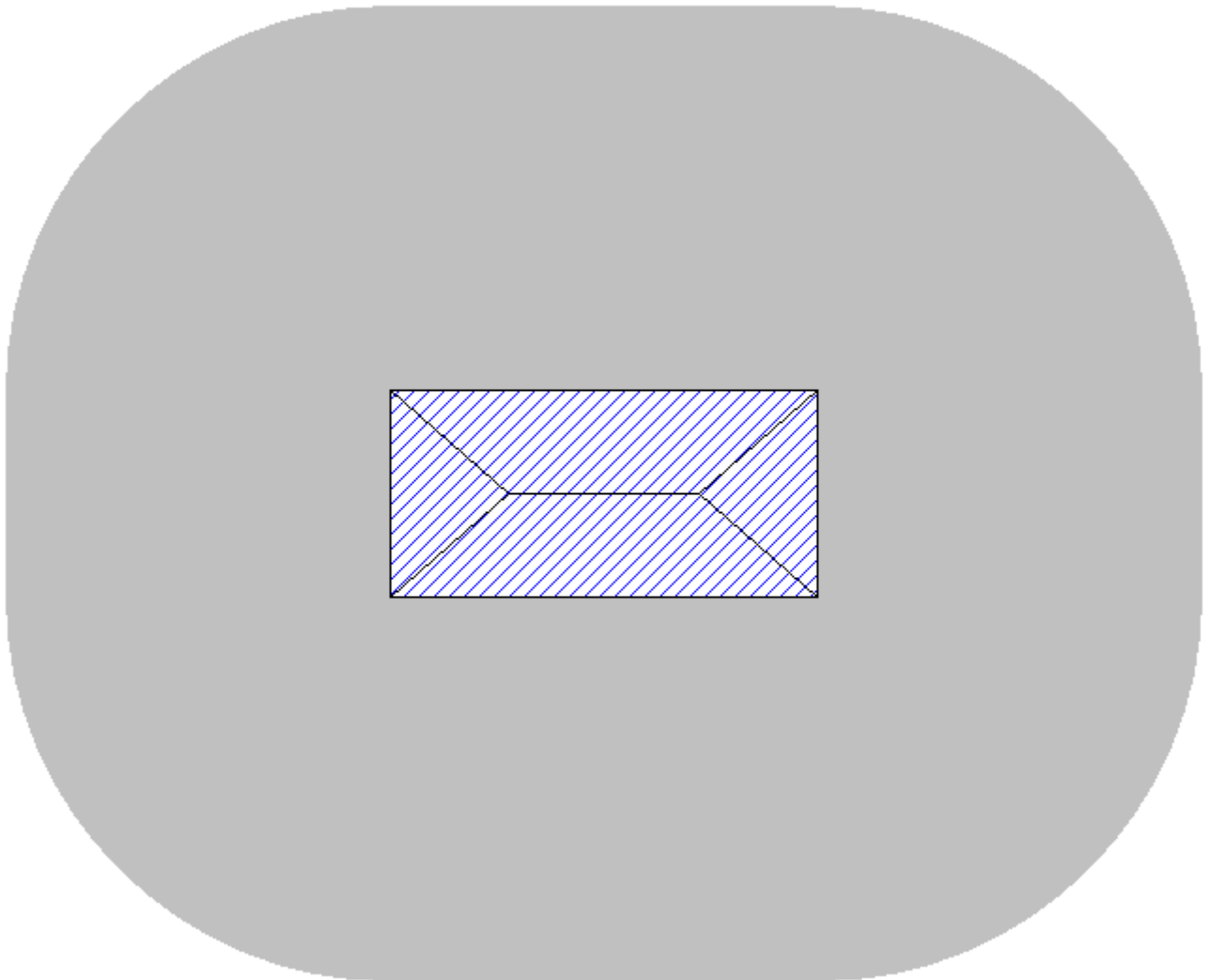
Lunghezza 27m

Larghezza 13m

Altezza colmo 8.1m

Altezza falda più lata 9.8m

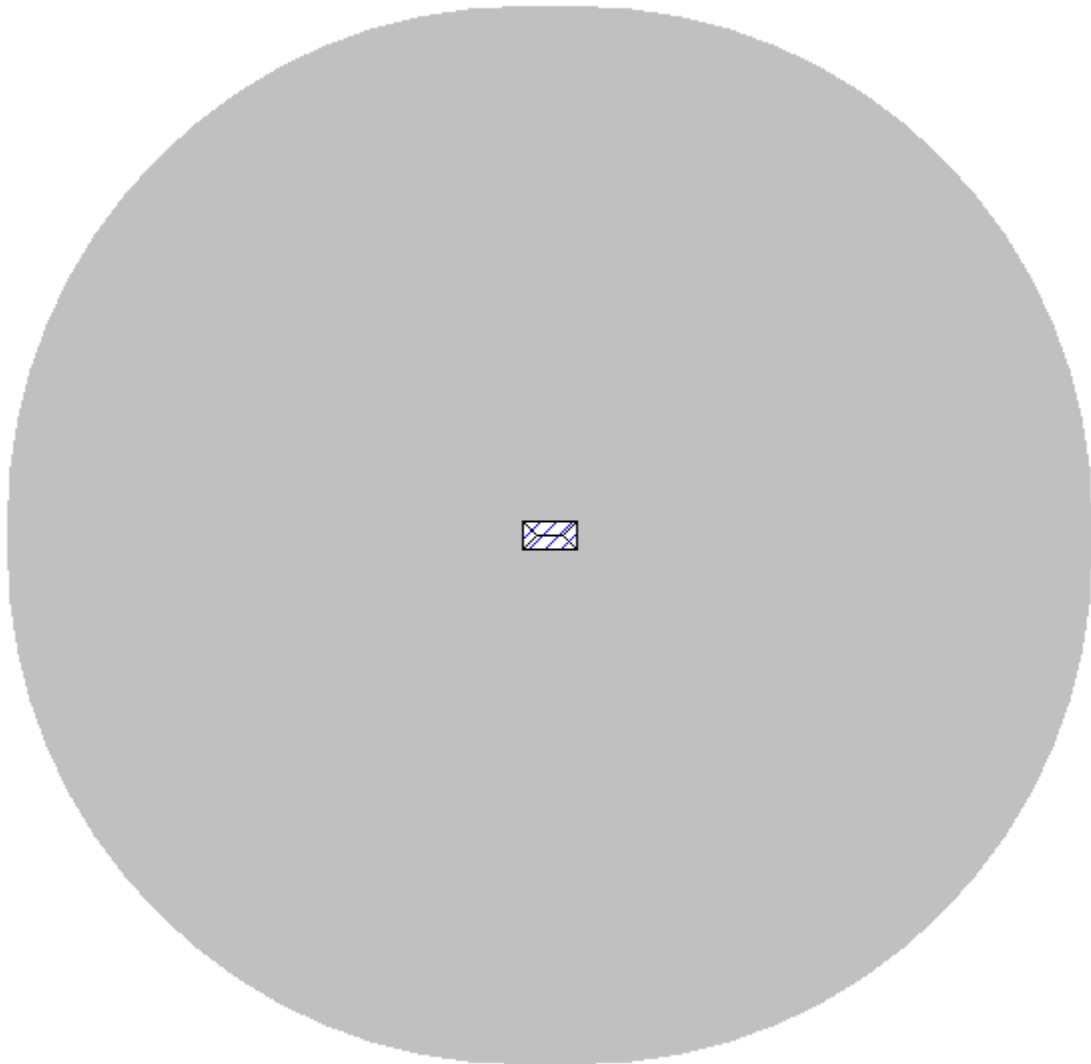
### 13.4 Area di raccolta AD



#### Allegato - Area di raccolta per fulminazione diretta AD

Area di raccolta AD (km<sup>2</sup>) = 4,16E-03

Area di raccolta AM



**Allegato - Area di raccolta per fulminazione indiretta AM**

Area di raccolta AM (km<sup>2</sup>) = 4,05E-01