

## AREA EDILIZIA E SOSTENIBILITA'

PROGETTO DI MESSA A NORMA ANTINCENDIO  
EDIFICIO EX CHIESA S. LUCIA  
VIA CASTIGLIONE, 36 – BOLOGNA

PROPRIETA' EDIFICIO  
COMUNE DI BOLOGNA

FABBRICATO N.  
17

CUP  
J34H16000950005

TICKET N.  
29490

DIRIGENTE AREA EDILIZIA E LOGISTICA  
ing. ANDREA BRASCHI

RESPONSABILE UNICO DEL PROCEDIMENTO  
arch. CARMEN CARRERA

### PROFESSIONISTI INCARICATI

PROGETTO ARCHITETTONICO

arch. FEDERICO SCAGLIARINI

PROGETTO IMPIANTI MECCANICI

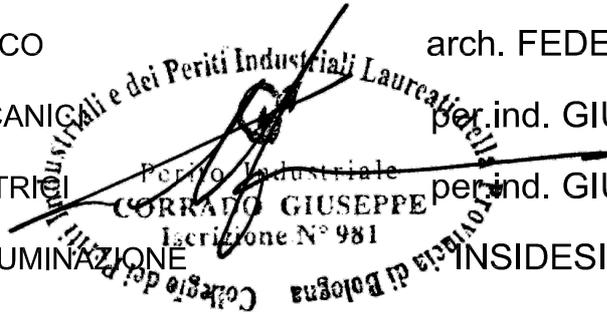
per ind. GIUSEPPE CORRADO

PROGETTO IMPIANTI ELETTRICI

per ind. GIUSEPPE CORRADO

CONSULENZA IMPIANTI ILLUMINAZIONE

INSIDESIGN STUDIOSTORE



LIVELLO DELLA PROGETTAZIONE: PRELIMINARE  DEFINITIVO  ESECUTIVO  AS-BUILT

OGGETTO TAVOLA:

PROGETTO IMPIANTI ELETTRICI  
VERIFICA PROTEZIONE CONTRO  
I FULMINI

SCALA: -----

DATA 19/06/2019

REV. x DATA x

TAVOLA N°:

**IE\_00.5**

# RELAZIONE TECNICA

## Protezione contro i fulmini

### Valutazione del rischio e scelta delle misure di protezione

#### Dati del progettista :

Ragione sociale: Per. Ind. Giuseppe Corrado  
Indirizzo: Via s. Donato 46/A  
Città: Bologna  
CAP: 40127  
Provincia: BO  
Albo professionale: Periti Industriali della Provincia di Bologna  
Numero di iscrizione all'albo: 981  
Partita Iva: 01974301200  
Codice Fiscale: CRRGPP55E09G110G



#### Committente:

Committente: Università degli Studi di Bologna  
Descrizione struttura: Aula Magna S. Lucia  
Indirizzo: Via Castiglione 36  
Comune: Bologna  
Provincia: BO

## SOMMARIO

1. CONTENUTO DEL DOCUMENTO
2. NORME TECNICHE DI RIFERIMENTO
3. INDIVIDUAZIONE DELLA STRUTTURA DA PROTEGGERE
4. DATI INIZIALI
  - 4.1 Densità annua di fulmini a terra
  - 4.2 Dati relativi alla struttura
  - 4.3 Dati relativi alle linee esterne
  - 4.4 Definizione e caratteristiche delle zone
5. CALCOLO DELLE AREE DI RACCOLTA DELLA STRUTTURA E DELLE LINEE ELETTRICHE ESTERNE
6. VALUTAZIONE DEI RISCHI
  - 6.1 Rischio  $R_1$  di perdita di vite umane
    - 6.1.1 Calcolo del rischio  $R_1$
    - 6.1.2 Analisi del rischio  $R_1$
7. SCELTA DELLE MISURE DI PROTEZIONE
  - 7.1 Analisi della convenienza economica
8. CONCLUSIONI
9. APPENDICI
10. ALLEGATI
  - Disegno della struttura
  - Grafico area di raccolta AD
  - Grafico area di raccolta AM

## **1. CONTENUTO DEL DOCUMENTO**

Questo documento contiene:

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

## **2. NORME TECNICHE DI RIFERIMENTO**

Questo documento è stato elaborato con riferimento alle seguenti norme:

- CEI EN 62305-1  
"Protezione contro i fulmini. Parte 1: Principi generali"  
Febbraio 2013;
- CEI EN 62305-2  
"Protezione contro i fulmini. Parte 2: Valutazione del rischio"  
Febbraio 2013;
- CEI EN 62305-3  
"Protezione contro i fulmini. Parte 3: Danno materiale alle strutture e pericolo per le persone"  
Febbraio 2013;
- CEI EN 62305-4  
"Protezione contro i fulmini. Parte 4: Impianti elettrici ed elettronici nelle strutture"  
Febbraio 2013;
- CEI 81-29  
"Linee guida per l'applicazione delle norme CEI EN 62305"  
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.

## **3. INDIVIDUAZIONE DELLA STRUTTURA DA PROTEGGERE**

L'individuazione della struttura da proteggere è essenziale per definire le dimensioni e le

caratteristiche da utilizzare per la valutazione dell'area di raccolta.

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

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

#### **4. DATI INIZIALI**

##### **4.1 Densità annua di fulmini a terra**

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

$$N_g = 1,07 \text{ fulmini/anno km}^2$$

##### **4.2 Dati relativi alla struttura**

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

La destinazione d'uso prevalente della struttura è: scolastico

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;

Per valutare la convenienza economica ad adottare le misure di protezione, è necessario calcolare il rischio R4.

##### **4.3 Dati relativi alle linee elettriche esterne**

La struttura è servita dalle seguenti linee elettriche:

- Linea di energia: Impianto Elettrico
- Linea di segnale: Telefono-Dati

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

##### **4.4 Definizione e caratteristiche delle zone**

Tenuto conto di:

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

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

sono state definite le seguenti zone:

Z1: Complesso S.Lucia

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*.

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

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

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

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

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

## **6. VALUTAZIONE DEI RISCHI**

### **6.1 Rischio R1: perdita di vite umane**

#### **6.1.1 Calcolo del rischio R1**

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

Z1: Complesso S.Lucia

RA: 2,57E-08

RB: 2,60E-04

RU(Elettrico): 0,00E+00

RV(Elettrico): 0,00E+00

RU(dati): 0,00E+00

RV(dati): 0,00E+00

Totale: 2,60E-04

Valore totale del rischio R1 per la struttura: 2,60E-04

### 6.1.2 Analisi del rischio R1

Il rischio complessivo  $R1 = 2,60E-04$  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 di seguito indicata.

Z1 - Complesso S.Lucia

RD = 100 %

RI = 0 %

Totale = 100 %

RS = 0,0099 %

RF = 99,9901 %

RO = 0 %

Totale = 100 %

dove:

- RD = RA + RB + RC

- RI = RM + RU + RV + RW + RZ

- RS = RA + RU

- RF = RB + RV

- RO = RM + RC + RW + RZ

essendo:

- RD il rischio dovuto alla fulminazione diretta della struttura
- RI il rischio dovuto alla fulminazione indiretta della struttura
- RS il rischio connesso alla perdita di esseri viventi
- RF il rischio connesso al danno fisico
- RO il rischio connesso all'avaria degli impianti interni.

I dati sopra indicati, evidenziano che il rischio R1 per la struttura si verifica essenzialmente nelle seguenti zone:

Z1 - Complesso S.Lucia (100 %)

- in gran parte per danno fisico

- a causa principalmente della fulminazione diretta della struttura

- il contributo principale al valore del rischio R1 nella zona è dato dalle seguenti componenti di rischio:

RB = 99,9901 %

Danno fisico per fulminazione diretta della struttura

## 7. SCELTA DELLE MISURE DI PROTEZIONE

Per ridurre il rischio R1 a valori non superiori a quello tollerabile  $RT = 1E-05$ , è necessario agire sulle seguenti componenti:

- RB nelle zone:

Z1 - Complesso S.Lucia

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

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 I ( $P_b = 0,02$ )

- Sulla Linea L1 - Impianto Elettrico:

- SPD arrivo linea - livello: I

- Sulla Linea L2 - Telefono-Dati:

- 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 Z1: Complesso S.Lucia

PA = 0,00E+00

PB = 0,02

PC (Elettrico) = 1,00E+00

PC (dati) = 1,00E+00

PC = 1,00E+00

PM (Elettrico) = 1,11E-03

PM (dati) = 1,00E-04

PM = 1,21E-03

PU (Elettrico) = 0,00E+00

PV (Elettrico) = 0,00E+00

PW (Elettrico) = 0,00E+00

PZ (Elettrico) = 0,00E+00

PU (dati) = 0,00E+00

PV (dati) = 0,00E+00

PW (dati) = 0,00E+00

PZ (dati) = 0,00E+00

$rt = 0,00001$   
 $rp = 0,5$   
 $rf = 0,001$   
 $h = 2$

Rischio R1: perdita di vite umane

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

Z1: Complesso S.Lucia  
RA: 0,00E+00  
RB: 5,20E-06  
RU(Elettrico): 0,00E+00  
RV(Elettrico): 0,00E+00  
RU(dati): 0,00E+00  
RV(dati): 0,00E+00  
Totale: 5,20E-06

Valore totale del rischio R1 per la struttura: 5,20E-06

### **7.1 Analisi della convenienza economica**

L'analisi della convenienza economica della protezione è stata condotta come indicato dalla norma CEI EN 62305-2 calcolando il risparmio annuo, in termini di perdite economiche, che ogni soluzione permette di ottenere, al fine di individuare la più conveniente.

I valori economici relativi alla struttura sono indicati nell'Appendice *Caratteristiche delle zone*.

Il costo delle misure di protezione è di seguito indicato.

Costo delle misure di protezione globali (LPS + SPD arrivo linea): € 10 000,00

I valori assunti per il tasso di interesse, ammortamento e manutenzione delle misure di protezione è di seguito indicato:

- Interesse: 1 %
- Ammortamento: 5 anni
- Manutenzione: 1 %

Il valore delle componenti del rischio R4 per la struttura non protetta è di seguito indicato:

Z1: Complesso S.Lucia  
RB: 2,82E-04  
RC: 1,34E-04  
RM: 1,62E-06  
RV(Elettrico): 0,00E+00  
RW(Elettrico): 0,00E+00  
RZ(Elettrico): 0,00E+00  
RV(dati): 0,00E+00  
RW(dati): 0,00E+00  
RZ(dati): 0,00E+00

Il valore delle perdite residue CRL è stato calcolato in conformità all'appendice D della norma CEI EN 62305-2 sulla base dei nuovi valori che le componenti del rischio R4 assumono una volta adottate le misure di protezione previste nelle soluzioni individuate. Il valore delle perdite CL per la struttura non protetta e quello delle perdite residue CRL per la struttura protetta secondo le varie soluzioni individuate è di seguito indicato.

Zona Z1 - Complesso S.Lucia

Perdite senza protezioni: € 8 770,02  
Perdite con protezioni: € 2 966,46  
Costo delle misure di protezione: € 0,00  
Risparmio: € 5 803,56

Costo LPS e SPD ad arrivo linea: € 2 200,00

Totale perdite senza protezioni: € 8 770,02  
Totale perdite con protezioni: € 2 966,46  
Totale costo delle misure di protezione: € 2 200,00  
Totale risparmio: € 3 603,56

## 8. CONCLUSIONI

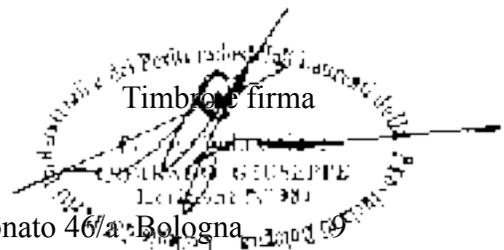
A seguito dell'adozione delle misure di protezione (che devono essere correttamente dimensionate) vale quanto segue.

Rischi che non superano il valore tollerabile: R1

**SECONDO LA NORMA CEI EN 62305-2 LA STRUTTURA E' PROTETTA CONTRO LE FULMINAZIONI.**

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

Data 15/05/2019



Studio Tecnico Per. Ind. Giuseppe Corrado Via S. Donato 46/a Bologna

## 9. APPENDICI

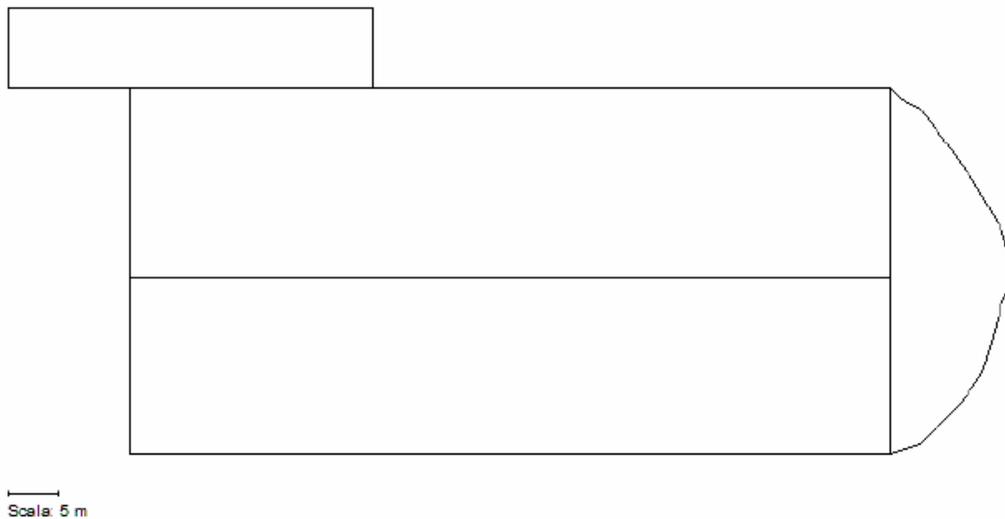
### APPENDICE - Caratteristiche della struttura

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  $\text{km}^2$ )  $N_g = 1,07$



### **APPENDICE - Caratteristiche delle linee elettriche**

Caratteristiche della linea: Impianto Elettrico

La linea ha caratteristiche uniformi lungo l'intero percorso

Tipo di linea: energia - interrata

Lunghezza (m)  $L = 50$

Resistività (ohm x m)  $\rho = 500$

Coefficiente ambientale (CE): urbano con edifici alti ( $> 20$  m)

Linea in tubo o canale metallico

Caratteristiche della linea: Telefono-Dati

La linea ha caratteristiche uniformi lungo l'intero percorso

Tipo di linea: segnale - interrata

Lunghezza (m)  $L = 50$

Resistività (ohm x m)  $\rho = 500$

Coefficiente ambientale (CE): urbano con edifici alti ( $> 20$  m)

Linea in tubo o canale metallico

### **APPENDICE - Caratteristiche delle zone**

Caratteristiche della zona: Complesso S.Lucia

Tipo di zona: interna

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

Rischio di incendio: ridotto ( $r_f = 0,001$ )

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 isolamento barriere

Impianto interno: Elettrico

Alimentato dalla linea Impianto Elettrico

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

Tensione di tenuta: 6,0 kV

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

Impianto interno: dati

Alimentato dalla linea Telefono-Dati

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: 1,0 kV

Interfaccia isolante

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

Valori medi delle perdite per la zona: Complesso S.Lucia

Rischio 1

Tempo per il quale le persone sono presenti nella struttura (ore all'anno): 800

Numero di persone danneggiate a causa di danni fisici all'esterno della struttura (%): 10

Tempo di permanenza nella zona pericolosa all'esterno (ore all'anno): 8

Perdita per tensioni di contatto e di passo (relativa a R1)  $LA = LU = 9,13E-09$

Perdita per danno fisico (relativa a R1)  $LB = LV = 9,22E-05$

Rischio 4

Valore dei muri (€): 10000000

Valore del contenuto (€): 10000000

Valore degli impianti interni inclusa l'attività (€): 1000000

Valore totale della struttura (€): 21000000

Perdita per avaria di impianti interni (relativa a R4)  $LC = LM = LW = LZ = 4,76E-05$

Perdita per danno fisico (relativa a R4)  $LB = LV = 1,00E-04$

Rischi e componenti di rischio presenti nella zona: Complesso S.Lucia

Rischio 1: Ra Rb Ru Rv

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  $r_f$  alla probabilità di danno PEB e PB: no

Applicazione del coefficiente  $r_t$  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: Complesso S.Lucia

FS1: 2,82E+00

FS2: 3,41E-02

FS3: 0,00E+00

FS4: 0,00E+00

Totale: 2,85E+00

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

Zona

Z1: Complesso S.Lucia

FS1: 2,82E+00

FS2: 3,41E-02

FS3: 0,00E+00

FS4: 0,00E+00

Totale: 2,85E+00

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

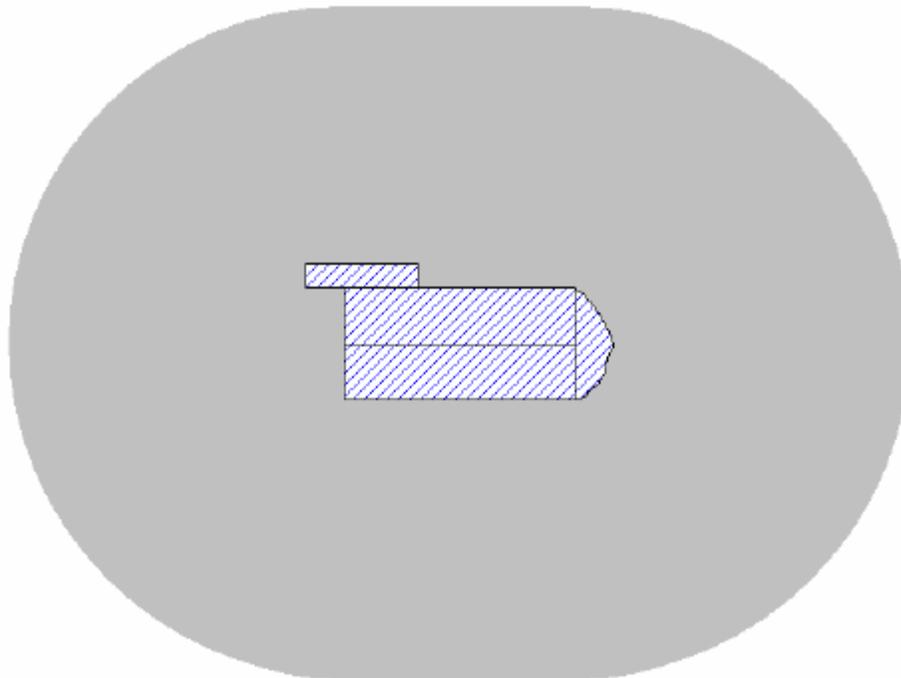
Struttura

Area di raccolta per fulminazione diretta della struttura  $AD = 5,27E+00 \text{ km}^2$

Area di raccolta per fulminazione indiretta della struttura  $AM = 2,63E+01 \text{ km}^2$

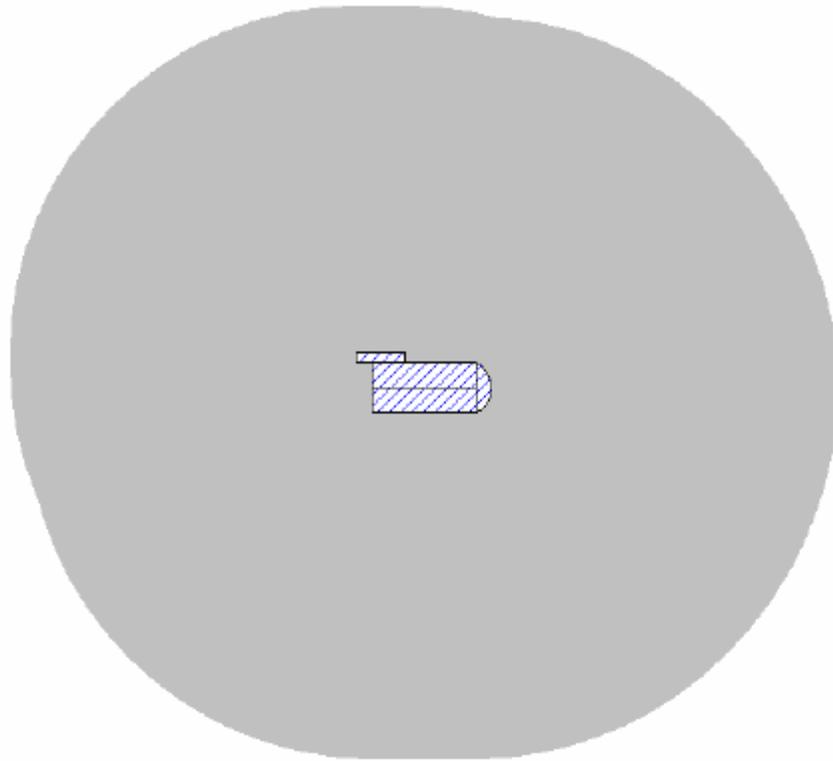
Numero di eventi pericolosi per fulminazione diretta della struttura  $ND = 2,82E+00$

Numero di eventi pericolosi per fulminazione indiretta della struttura  $NM = 2,81E+01$



**Allegato - Area di raccolta per fulminazione diretta Ad**

Area di raccolta Ad (km<sup>2</sup>) = 5,27E-02



**Allegato - Area di raccolta per fulminazione indiretta  $A_m$**

Area di raccolta  $A_m$  (km<sup>2</sup>) = 2,63E-01

Linee elettriche

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

Impianto Elettrico

AL = 0,002000 km<sup>2</sup>

AI = 0,200000 km<sup>2</sup>

Telefono-Dati

AL = 0,002000 km<sup>2</sup>

AI = 0,200000 km<sup>2</sup>

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

Impianto Elettrico

NL = 0,000012

NI = 0,001070

Telefono-Dati

NL = 0,000012

NI = 0,001070

### **APPENDICE - Valori delle probabilità P per la struttura non protetta**

Zona Z1: Complesso S.Lucia

PA = 1,00E+00

PB = 1,0

PC (Elettrico) = 1,00E+00

PC (dati) = 1,00E+00

PC = 1,00E+00

PM (Elettrico) = 1,11E-03

PM (dati) = 1,00E-04

PM = 1,21E-03

PU (Elettrico) = 0,00E+00

PV (Elettrico) = 0,00E+00

PW (Elettrico) = 0,00E+00

PZ (Elettrico) = 0,00E+00

PU (dati) = 0,00E+00

PV (dati) = 0,00E+00

PW (dati) = 0,00E+00

PZ (dati) = 0,00E+00