



COMUNE DI DOSOLO

REGIONE LOMBARDIA - PROVINCIA DI MANTOVA
PIAZZA GARIBALDI, 3
46030 - DOSOLO (MN)

ADEGUAMENTO IMPIANTI ELETTRICI SCUOLA PRIMARIA, SECONDARIA DI I GRADO, PALESTRA SCOLASTICA E CENTRALE TERMICA

IL PROFESSIONISTA



**PER. IND.
ENRICO TAINO**

PROGETTAZIONE E CONSULENZE
ELETTRICHE ED ILLUMINOTECNICHE

VIA MASCAGNI, N. 10 - 46031 BAGNOLO SAN VITO (MN)
CELL: 346-7282169 - MAIL: ENRICO.TAINO@VIRGILIO.IT

REGIONE LOMBARDIA

PROVINCIA DI MANTOVA

COMUNE DI DOSOLO

ELABORATO

**VALUTAZIONE DELLA
PROBABILITA' DI FULMINAZIONE
SECONDO CEI EN 62305
SCUOLE MEDIE**

TAVOLA N.

08

COMMITTENTE

COMUNE DI DOSOLO

PIAZZA GARIBALDI, 3
46030 DOSOLO (MN)

IL RESPONSABILE DEL PROCEDIMENTO

ARCH. RICCARDO BELFANTI

COMUNE DI DOSOLO
AREA TECNICA
LAVORI PUBBLICI, DEMANIO E PATRIMONIO

DATA

LUGLIO 2019

SCALA



PROTEZIONE CONTRO I FULMINI

VALUTAZIONE DEL RISCHIO

elaborata secondo norma internazionale:
IEC 62305-2:2010-12

considerando le note nazionali del paese:
CEI EN 62305-2 (CEI 81-10/2):2013

1. CONTENUTO DEL DOCUMENTO

Questo documento contiene:

- la relazione sulla valutazione dei rischi dovuti al fulmine della scuola secondaria di Dosolo (MN);
- 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 N_g (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 vale:

$$N_g = 4 \text{ fulmini/anno km}^2$$

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;

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

4.3 DATI RELATIVI ALLE LINEE ELETTRICHE ESTERNE

La struttura è servita dalle seguenti linee elettriche:

- Linea di energia: linea BT
- Linea di segnale: linea TF

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: interna

Z2: esterna

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

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

L'area di raccolta AD dei fulmini diretti sulla struttura è stata valutata 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

PER. IND. ENRICO TAINO

PROGETTAZIONI E CONSULENZE
ELETTRICHE ED ILLUMINOTECNICHE

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: interna

RA: 1,17E-07

RB: 2,93E-06

RU (linea piano secondo): 4,11E-11

RV (linea piano secondo): 1,03E-09

RU (linea TF): 4,11E-09

RV (linea TF): 1,03E-07

RU (linea FM): 4,11E-11

RV (linea FM): 1,03E-09

RU (linea illuminazione): 4,11E-11

RV (linea illuminazione): 1,03E-09

RU (linea piano primo): 4,11E-11

RV (linea piano primo): 1,03E-09

Totale: 3,16E-06

Z2: esterna

RA: 1,04E-07

Totale: 1,04E-07

Valore totale del rischio R1 per la struttura: 3,26E-06

6.1.2 ANALISI DEL RISCHIO R1

Il rischio complessivo $R1 = 3,26E-06$ è inferiore a quello tollerato $RT = 1E-05$

7. SCELTA DELLE MISURE DI PROTEZIONE

Poiché il rischio complessivo $R1 = 3,26E-06$ è inferiore a quello tollerato $RT = 1E-05$, non occorre adottare alcuna misura di protezione per ridurlo.

8. CONCLUSIONI

Rischi che non superano il valore tollerabile: R1

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

9. APPENDICI

APPENDICE - CARATTERISTICHE DELLA STRUTTURA

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

Schermo esterno alla struttura: assente

Densità di fulmini a terra (fulmini/anno km^2) $Ng = 4$

APPENDICE - CARATTERISTICHE DELLE LINEE ELETTRICHE

Caratteristiche della linea: linea BT

La linea ha caratteristiche uniformi lungo l'intero percorso

Tipo di linea: energia - interrata

Lunghezza (m) $L = 100$

Resistività (ohm x m) $\rho = 400$

Coefficiente ambientale (CE): urbano

SPD ad arrivo linea: livello I ($PEB = 0,01$)

Caratteristiche della linea: linea TF

La linea ha caratteristiche uniformi lungo l'intero percorso

Tipo di linea: segnale - interrata

Lunghezza (m) $L = 100$

Resistività (ohm x m) $\rho = 400$

Coefficiente ambientale (CE): urbano

APPENDICE - CARATTERISTICHE DELLE ZONE

Caratteristiche della zona: interna

Tipo di zona: interna

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

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

Pericoli particolari: medio rischio di panico ($h = 5$)

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

Schermatura di zona: assente

Protezioni contro le tensioni di contatto e di passo: nessuna

Impianto interno: linea piano secondo

Alimentato dalla linea linea BT

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

Tensione di tenuta: $1,0 kV$

Sistema di SPD - livello: I ($PSPD = 0,01$)

Impianto interno: linea TF

Alimentato dalla linea linea TF

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

Tensione di tenuta: $1,0 kV$

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

Impianto interno: linea FM

Alimentato dalla linea linea BT

PER. IND. ENRICO TAINO

PROGETTAZIONI E CONSULENZE
ELETTRICHE ED ILLUMINOTECNICHE

Tipo di circuito: Cond. attivi e PE nello stesso cavo (spire fino a 0,5 m²) ($K_{s3} = 0,01$)

Tensione di tenuta: 1,0 kV

Sistema di SPD - livello: I ($PSPD = 0,01$)

Impianto interno: linea illuminazione

Alimentato dalla linea BT

Tipo di circuito: Cond. attivi e PE nello stesso cavo (spire fino a 0,5 m²) ($K_{s3} = 0,01$)

Tensione di tenuta: 1,0 kV

Sistema di SPD - livello: I ($PSPD = 0,01$)

Impianto interno: linea piano primo

Alimentato dalla linea BT

Tipo di circuito: Cond. attivi e PE nello stesso cavo (spire fino a 0,5 m²) ($K_{s3} = 0,01$)

Tensione di tenuta: 1,0 kV

Sistema di SPD - livello: I ($PSPD = 0,01$)

Valori medi delle perdite per la zona: interna

Rischio 1

Numero di persone nella zona: 200

Numero totale di persone nella struttura: 200

Tempo per il quale le persone sono presenti nella zona (ore all'anno): 4500

Perdita per tensioni di contatto e di passo (relativa a R1) $LA = LU = 5,14E-06$

Perdita per danno fisico (relativa a R1) $LB = LV = 1,29E-04$

Rischio 4

Valore dei muri (€): 400000

Valore del contenuto (€): 150000

Valore degli impianti interni inclusa l'attività (€): 150000

Valore totale della struttura (€): 700000

Perdita per avaria di impianti interni (relativa a R4) $LC = LM = LW = LZ = 2,14E-04$

Perdita per danno fisico (relativa a R4) $LB = LV = 1,00E-03$

Rischi e componenti di rischio presenti nella zona: interna

Rischio 1: R_a R_b R_u R_v

Rischio 4: R_b R_c R_m R_v R_w R_z

Caratteristiche della zona: esterna

Tipo di zona: esterna

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

Protezioni contro le tensioni di contatto e di passo: nessuna

Valori medi delle perdite per la zona: esterna

Numero di persone nella zona: 200

Numero totale di persone nella struttura: 200

Tempo per il quale le persone sono presenti nella zona (ore all'anno): 400

Perdita per tensioni di contatto e di passo (relativa a R1) $LA = 4,57E-06$

Rischi e componenti di rischio presenti nella zona: esterna

Rischio 1: R_a

PER. IND. ENRICO TAINO

PROGETTAZIONI E CONSULENZE
ELETTRICHE ED ILLUMINOTECNICHE

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: interna

FS1: 2,28E-02

FS2: 1,77E-04

FS3: 8,64E-04

FS4: 8,32E-02

Totale: 1,07E-01

Z2: esterna

FS1: 2,28E-02

FS2: 0,00E+00

FS3: 0,00E+00

FS4: 0,00E+00

Totale: 2,28E-02

APPENDICE - AREE DI RACCOLTA E NUMERO ANNUO DI EVENTI PERICOLOSI

Struttura

Area di raccolta per fulminazione diretta della struttura $AD = 1,14E-02 \text{ km}^2$

Area di raccolta per fulminazione indiretta della struttura $AM = 4,26E-01 \text{ km}^2$

Numero di eventi pericolosi per fulminazione diretta della struttura $ND = 2,28E-02$

Numero di eventi pericolosi per fulminazione indiretta della struttura $NM = 1,70E+00$

Linee elettriche

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

linea BT

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

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

linea TF

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

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

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

PER. IND. ENRICO TAINO

PROGETTAZIONI E CONSULENZE
ELETTRICHE ED ILLUMINOTECNICHE

linea BT

NL = 0,000800

NI = 0,080000

linea TF

NL = 0,000800

NI = 0,080000

APPENDICE - VALORI DELLE PROBABILITÀ P PER LA STRUTTURA NON PROTETTA

Zona Z1: interna

PA = 1,00E+00

PB = 1,0

PC (linea piano secondo) = 1,00E+00

PC (linea TF) = 1,00E+00

PC (linea FM) = 1,00E+00

PC (linea illuminazione) = 1,00E+00

PC (linea piano primo) = 1,00E+00

PC = 1,00E+00

PM (linea piano secondo) = 1,00E-06

PM (linea TF) = 1,00E-04

PM (linea FM) = 1,00E-06

PM (linea illuminazione) = 1,00E-06

PM (linea piano primo) = 1,00E-06

PM = 1,04E-04

PU (linea piano secondo) = 1,00E-02

PV (linea piano secondo) = 1,00E-02

PW (linea piano secondo) = 1,00E-02

PZ (linea piano secondo) = 1,00E-02

PU (linea TF) = 1,00E+00

PV (linea TF) = 1,00E+00

PW (linea TF) = 1,00E+00

PZ (linea TF) = 1,00E+00

PU (linea FM) = 1,00E-02

PV (linea FM) = 1,00E-02

PW (linea FM) = 1,00E-02

PZ (linea FM) = 1,00E-02

PU (linea illuminazione) = 1,00E-02

PV (linea illuminazione) = 1,00E-02

PW (linea illuminazione) = 1,00E-02

PZ (linea illuminazione) = 1,00E-02

PU (linea piano primo) = 1,00E-02

PV (linea piano primo) = 1,00E-02

PW (linea piano primo) = 1,00E-02

PZ (linea piano primo) = 1,00E-02

Zona Z2: esterna

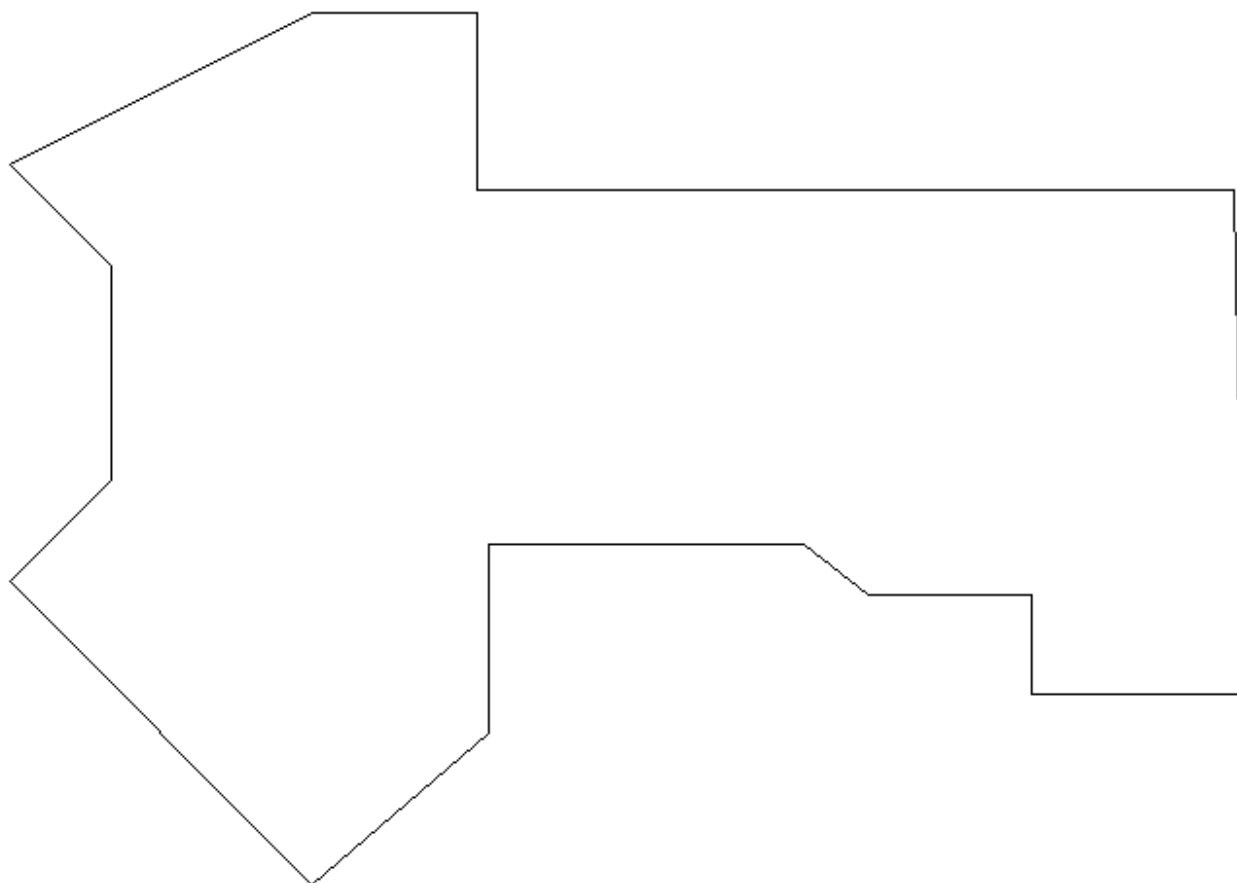
PA = 1,00E+00

PB = 1,0

PC = 0,00E+00

PM = 0,00E+00

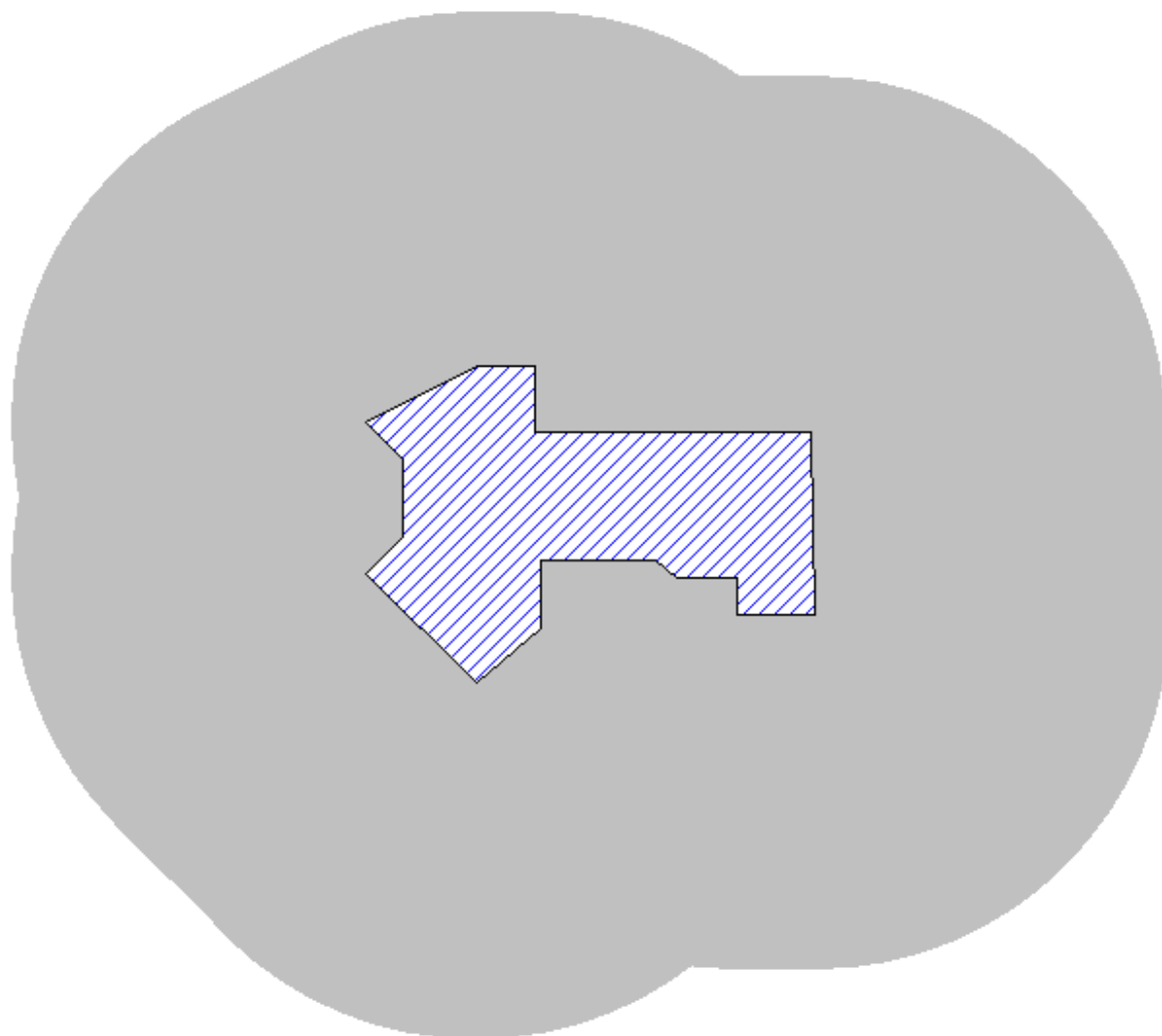
10. DISEGNO DELLA STRUTTURA



Scale: 2 m

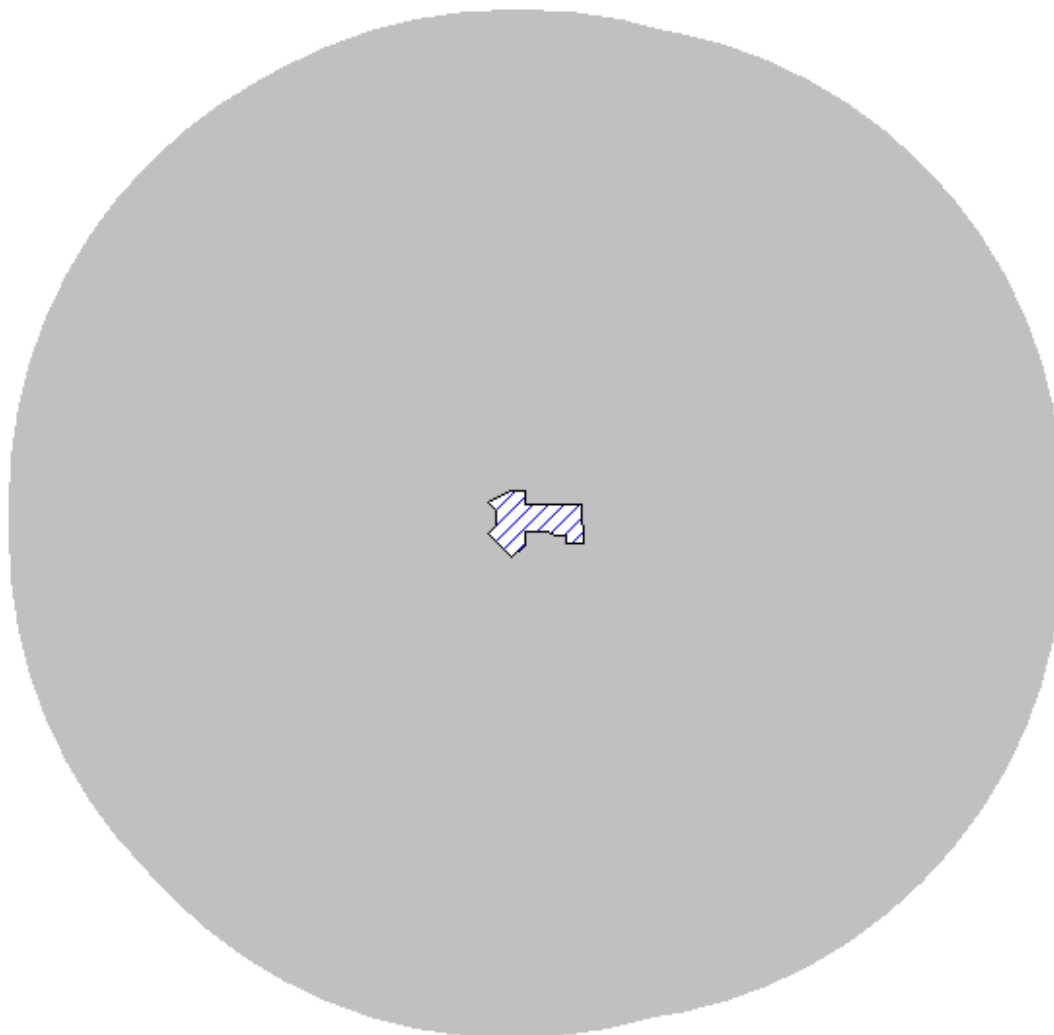
Hmax: 12,55 m

11. AREA DI RACCOLTA PER FULMINAZIONE DIRETTA



Area di raccolta AD (km²) = 1,14E-02

12. AREA DI RACCOLTA PER FULMINAZIONE INDIRETTA



Area di raccolta AM (km²) = 4,26E-01

San Biagio di Bagnolo San Vito (MN), luglio 2019

Il Professionista

Per. Ind. Enrico Taino