

PROGETTO ESECUTIVO
Nuovo polo sportivo di atletica
a servizio delle scuole di via Raffaello Sanzio
I Lotto CUP:C71B21006690005
Empoli - Firenze

Proprietà: Comune di Empoli

Il RUP

Ing. Roberta Scardigli

Progettista architettonico

Coordinatore della sicurezza in fase di progettazione

Ing. Sara Malatesti - Ufficio Tecnico Comunale

Via G. del Papa 41, Empoli

Progettista strutturale

Ing. Giuseppe Lorenzo

Via R. Sanzio, 190, Empoli

Progettista impianti e antincendio

INRES s.c.

Via Tevere 60, 50019 Sesto Fiorentino

OGGETTO

LOTTO OPERE PRINCIPALI

Relazione scariche atmosferiche corpo tribune

TAV. IE-RTA3.LOP		Data Settembre 2022		Timbro e firma progettista
Scala /		Disegnato P.Caroli	Verificato	
	Data	Note		Timbro e firma Amministrazione Comunale
0	Settembre 2022	Emissione		
1				
2				
3				
Nota bene: Tutte le misure devono essere controllate dallo esecutore del lavoro prima della sua realizzazione. Le eventuali modifiche derivanti, devono essere comunicate ed approvate dal Progettista e D.LL..				

RELAZIONE TECNICA

Protezione contro i fulmini

Valutazione del rischio e scelta delle misure di protezione

Committente:

Committente: POLO ATLETICA EMPOLI - STRUTTURA MULTIF
Descrizione struttura: POLO ATLETICA EMPOLI - STRUTTURA MULTIF
Indirizzo: VIA RAFFAELLO SANZIO
Comune: EMPOLI
Provincia: FI

SOMMARIO

1. CONTENUTO DEL DOCUMENTO
2. NORME TECNICHE DI RIFERIMENTO
3. INDIVIDUAZIONE DELLA STRUTTURA DA PROTEGGERE
4. DATI INIZIALI
 - 4.1 Densità annua di fulmini a terra
 - 4.2 Dati relativi alla struttura
 - 4.3 Dati relativi alle linee esterne
 - 4.4 Definizione e caratteristiche delle zone
5. CALCOLO DELLE AREE DI RACCOLTA DELLA STRUTTURA E DELLE LINEE ELETTRICHE ESTERNE
6. VALUTAZIONE DEI RISCHI
 - 6.1 Rischio R_1 di perdita di vite umane
 - 6.1.1 Calcolo del rischio R_1
 - 6.1.2 Analisi del rischio R_1
7. SCELTA DELLE MISURE DI PROTEZIONE
8. CONCLUSIONI
9. APPENDICI
10. ALLEGATI
 - 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"
Maggio 2020;
- CEI EN IEC 62858
"Densità di fulminazione. Reti di localizzazione fulmini (LLS) - Principi generali"
Maggio 2020.

3. INDIVIDUAZIONE DELLA STRUTTURA DA PROTEGGERE

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

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

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

4. DATI INIZIALI

4.1 Densità annua di fulmini a terra

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

$$N_g = 3,23 \text{ fulmini/anno km}^2$$

VALORE DI N_G

(CEI EN 62305 - CEI EN IEC 62858)

$$N_G = 3,23 \text{ fulmini / (anno km}^2\text{)}$$

POSIZIONE

Latitudine: **43,713685° N**

Longitudine: **10,923167° 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 2027.

Data 02/12/2022

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: pubblico spettacolo

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.

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

La struttura presenta tutte le parti metalliche collegate fra loro in modo da realizzare una rete di equipotenzialità conforme a quella richiesta dalla norma CEI EN 62305-4.

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 Telecom

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: TRIBUNA

Z2: LOCALI ATLETI E PERSONALE

Z3: esterni

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 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: TRIBUNA

RA: 2,54E-07

RB: 0,00E+00

RU(Impianto elettrico): 2,78E-09

RV(Impianto elettrico): 0,00E+00

Totale: 2,57E-07

Z2: LOCALI ATLETI E PERSONALE

RA: 6,22E-08

RB: 3,11E-08

RU(Impianto elettrico): 6,81E-10

RV(Impianto elettrico): 3,40E-10

Totale: 9,43E-08

Z3: esterni

RA: 1,67E-08

Totale: 1,67E-08

Valore totale del rischio R1 per la struttura: 3,68E-07

6.1.2 Analisi del rischio R1

Il rischio complessivo R1 = 3,68E-07 è inferiore a quello tollerato RT = 1E-05

7. SCELTA DELLE MISURE DI PROTEZIONE

Poiché il rischio complessivo R1 = 3,68E-07 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

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) $Ng = 3,23$

APPENDICE - Caratteristiche delle linee elettriche

Caratteristiche della linea: Linea BT
La linea ha caratteristiche uniformi lungo l'intero percorso
Tipo di linea: energia - interrata con trasformatore MT/BT
Lunghezza (m) $L = 100$
Resistività (ohm x m) $r = 400$
Coefficiente ambientale (CE): urbano
Dimensioni della struttura da cui proviene la linea: A (m): 7 B (m): 2,5 H (m): 3
Coefficiente di posizione della struttura da cui proviene la linea (Cd): in area con oggetti di altezza uguale o inferiore

Caratteristiche della linea: Linea Telecom
La linea ha caratteristiche uniformi lungo l'intero percorso
Tipo di linea: segnale - interrata
Lunghezza (m) $L = 400$
Resistività (ohm x m) $r = 400$
Coefficiente ambientale (CE): urbano

APPENDICE - Caratteristiche delle zone

Caratteristiche della zona: TRIBUNA
Tipo di zona: interna
Tipo di pavimentazione: cemento ($rt = 0,01$)
Rischio di incendio: nessuno ($rf = 0$)
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: Impianto elettrico
Alimentato dalla linea Linea BT
Tipo di circuito: Cond. attivi e PE con stesso percorso (spire fino a $10 m^2$) ($Ks3 = 0,2$)
Tensione di tenuta: 1,5 kV
Sistema di SPD - livello: Assente ($PSPD = 1$)
Frequenza di danno tollerabile: 0,1

Valori medi delle perdite per la zona: TRIBUNA
Rischio 1
Numero di persone nella zona: 1514
Numero totale di persone nella struttura: 1700
Tempo per il quale le persone sono presenti nella zona (ore all'anno): 1000
Perdita per tensioni di contatto e di passo (relativa a R1) $LA = LU = 1,02E-05$
Perdita per danno fisico (relativa a R1) $LB = LV = 0,00E+00$

Rischio 4

Valore dei muri (€): 400000

Valore del contenuto (€): 100000

Valore degli impianti interni inclusa l'attività (€): 120000

Valore totale della struttura (€): 700000

Perdita per avaria di impianti interni (relativa a R4) $LC = LM = LW = LZ = 1,71E-04$

Perdita per danno fisico (relativa a R4) $LB = LV = 0,00E+00$

Rischi e componenti di rischio presenti nella zona: TRIBUNA

Rischio 1: Ra Rb Ru Rv

Rischio 4: Rb Rc Rm Rv Rw Rz

Caratteristiche della zona: LOCALI ATLETI E PERSONALE

Tipo di zona: interna

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

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

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

Protezioni antincendio: automatiche ($rp = 0,2$) manuali ($rp = 0,5$)

Schermatura di zona: assente

Protezioni contro le tensioni di contatto e di passo: nessuna

Impianto interno: Impianto elettrico

Alimentato dalla linea Linea BT

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

Tensione di tenuta: 1,5 kV

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

Frequenza di danno tollerabile: 0,1

Valori medi delle perdite per la zona: LOCALI ATLETI E PERSONALE

Rischio 1

Numero di persone nella zona: 186

Numero totale di persone nella struttura: 1700

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

Perdita per tensioni di contatto e di passo (relativa a R1) $LA = LU = 2,50E-06$

Perdita per danno fisico (relativa a R1) $LB = LV = 1,25E-06$

Rischio 4

Valore dei muri (€): 1000000

Valore del contenuto (€): 200000

Valore degli impianti interni inclusa l'attività (€): 250000

Valore totale della struttura (€): 1500000

Perdita per avaria di impianti interni (relativa a R4) $LC = LM = LW = LZ = 1,67E-04$

Perdita per danno fisico (relativa a R4) $LB = LV = 3,86E-04$

Rischi e componenti di rischio presenti nella zona: LOCALI ATLETI E PERSONALE

Rischio 1: Ra Rb Ru Rv

Rischio 4: Rb Rc Rm Rv Rw Rz

Caratteristiche della zona: esterni

Tipo di zona: esterna

Tipo di suolo: erba ($rt = 0,01$)

Protezioni contro le tensioni di contatto e di passo: nessuna

Valori medi delle perdite per la zona: esterni

Numero di persone nella zona: 50

Numero totale di persone nella struttura: 1700
Tempo per il quale le persone sono presenti nella zona (ore all'anno): 2000
Perdita per tensioni di contatto e di passo (relativa a R1) LA = 6,72E-07

Rischi e componenti di rischio presenti nella zona: esterni
Rischio 1: Ra

APPENDICE - Frequenza di danno

Impianto interno 1
Zona: TRIBUNA
Linea: Linea BT
Circuito: Impianto elettrico
FS Totale: 0,033
Frequenza di danno tollerabile: 0,1
Circuito protetto: SI

Impianto interno 2
Zona: LOCALI ATLETICI E PERSONALE
Linea: Linea BT
Circuito: Impianto elettrico
FS Totale: 0,033
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 = 1,54E-02 km²
Area di raccolta per fulminazione indiretta della struttura AM = 4,51E-01 km²
Numero di eventi pericolosi per fulminazione diretta della struttura ND = 2,49E-02
Numero di eventi pericolosi per fulminazione indiretta della struttura NM = 1,46E+00

Linee elettriche

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

Linea BT
AL = 0,004000 km²
AI = 0,400000 km²

Linea Telecom
AL = 0,016000 km²
AI = 1,600000 km²

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

Linea BT
NL = 0,000129
NI = 0,012920

Linea Telecom

NL = 0,002584
NI = 0,258400

APPENDICE - Valori delle probabilità P per la struttura non protetta

Zona Z1: TRIBUNA

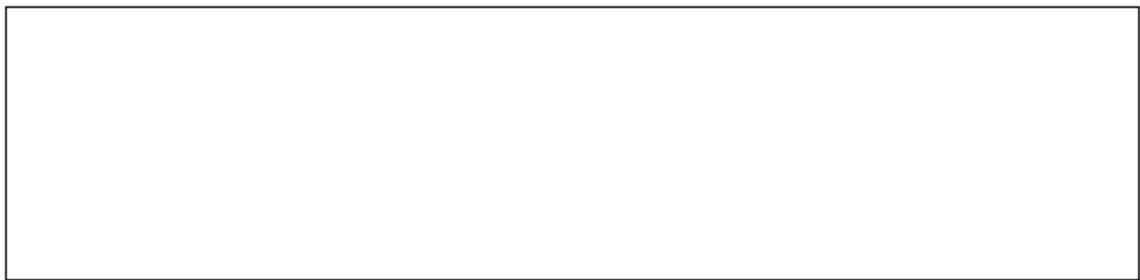
PA = 1,00E+00
PB = 1,0
PC (Impianto elettrico) = 1,00E+00
PC = 1,00E+00
PM (Impianto elettrico) = 1,78E-02
PM = 1,78E-02
PU (Impianto elettrico) = 1,00E+00
PV (Impianto elettrico) = 1,00E+00
PW (Impianto elettrico) = 1,00E+00
PZ (Impianto elettrico) = 6,00E-01

Zona Z2: LOCALI ATLETI E PERSONALE

PA = 1,00E+00
PB = 1,0
PC (Impianto elettrico) = 1,00E+00
PC = 1,00E+00
PM (Impianto elettrico) = 1,78E-02
PM = 1,78E-02
PU (Impianto elettrico) = 1,00E+00
PV (Impianto elettrico) = 1,00E+00
PW (Impianto elettrico) = 1,00E+00
PZ (Impianto elettrico) = 6,00E-01

Zona Z3: esterni

PA = 1,00E+00
PB = 1,0
PC = 0,00E+00
PM = 0,00E+00

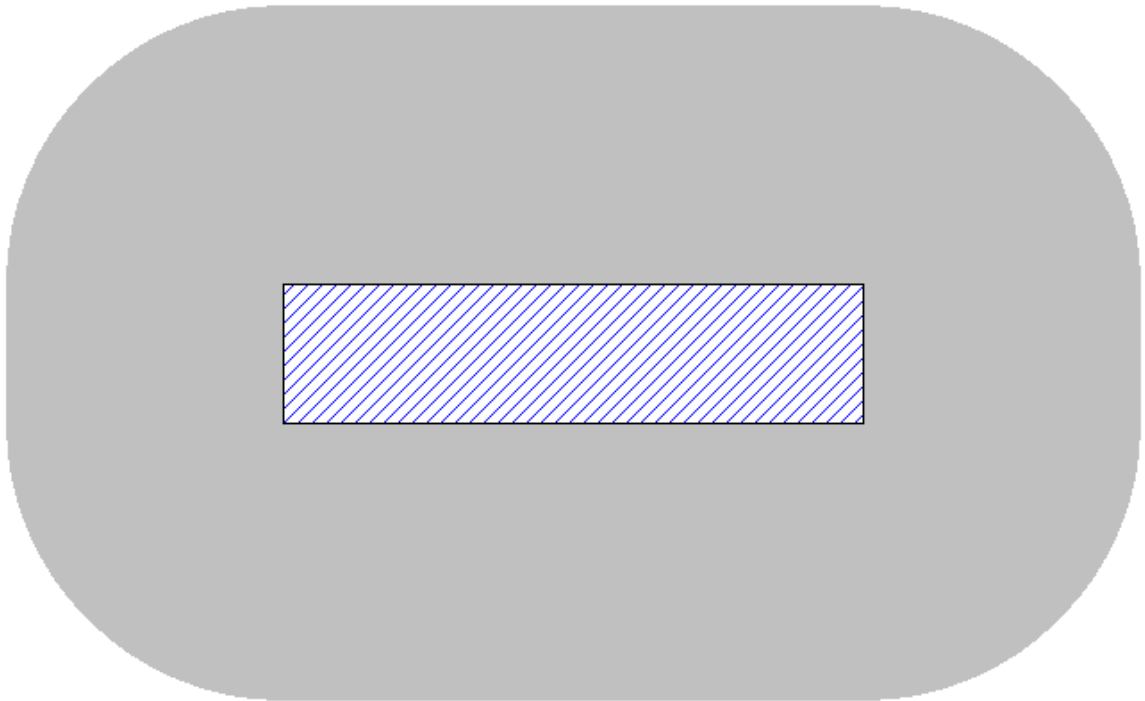


Scala: 5 m

Hmax: 13,54 m

Allegato - Disegno della struttura

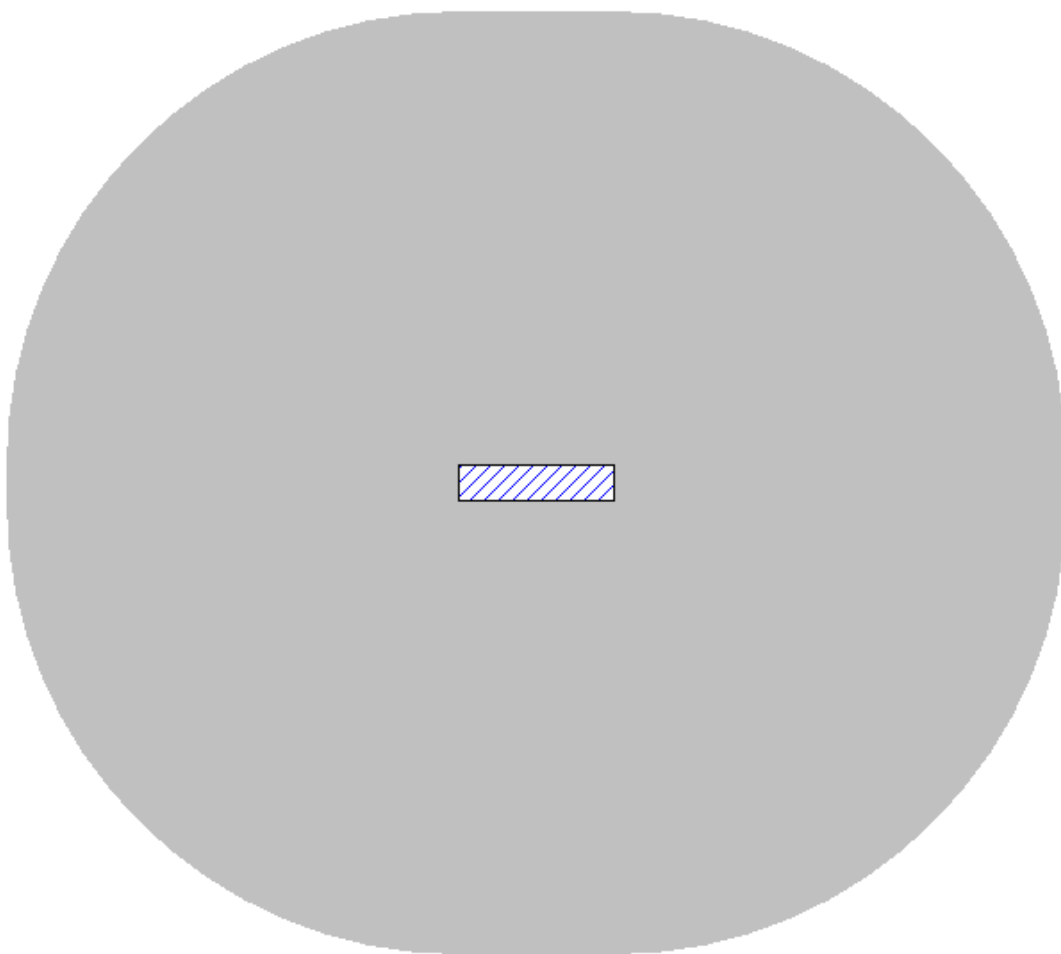
Committente: POLO ATLETICA EMPOLI - STRUTTURA MULTIF
Descrizione struttura: POLO ATLETICA EMPOLI - STRUTTURA MULTIF
Indirizzo: VIA RAFFAELLO SANZIO
Comune: EMPOLI
Provincia: FI



Allegato - Area di raccolta per fulminazione diretta AD

Area di raccolta AD (km²) = 1,54E-02

Committente: POLO ATLETICA EMPOLI - STRUTTURA MULTIF
Descrizione struttura: POLO ATLETICA EMPOLI - STRUTTURA MULTIF
Indirizzo: VIA RAFFAELLO SANZIO
Comune: EMPOLI
Provincia: FI



Allegato - Area di raccolta per fulminazione indiretta AM

Area di raccolta AM (km²) = 4,51E-01

Committente: POLO ATLETICA EMPOLI - STRUTTURA MULTIF
Descrizione struttura: POLO ATLETICA EMPOLI - STRUTTURA MULTIF
Indirizzo: VIA RAFFAELLO SANZIO
Comune: EMPOLI
Provincia: FI