



TCL s.r.l.
Società tra professionisti
Progettazione impianti elettrici e sistemi fotovoltaici



PROTEZIONE CONTRO I FULMINI

COMUNE DI SORMANO
PROVINCIA DI COMO

Progetto ASTRONETILO
cofinanziato dal Programma di cooperazione interreg V-A Italia-Svizzera 2014-2020

Progettazione definitiva, esecutiva, direzione lavori, contabilità e redazione del certificato di regolare esecuzione relativamente ai lavori di
“Realizzazione di un nuovo planetario in località Colma”
CIG ZB92CEA50E – CUP I83J19000090009

PROTEZIONE CONTRO I FULMINI
VALUTAZIONE DEL RISCHIO E SCELTA DELLE MISURE DI PROTEZIONE
RELAZIONE TECNICA

Dati del progettista:

Ragione sociale: TCL s.r.l.
Partita Iva: 03566260133
Indirizzo: Via Nuova Vallassina n°8
Città: 22046 Merone (Co)
Professionista: Luca Gaffuri
Albo professionale: Collegio periti industriali di Como
Numero di iscrizione all'albo: 1754
Powered by: Zeus Plus versione 2.8.0

Merone, 01 luglio 2020





TCL s.r.l.
Società tra professionisti
 Progettazione impianti elettrici e sistemi fotovoltaici



INDICE

| | | |
|------|---|----|
| 1 | CONTENUTO DEL DOCUMENTO | 3 |
| 2 | NORME TECNICHE DI RIFERIMENTO..... | 3 |
| 3 | INDIVIDUAZIONE DELLA STRUTTURA DA PROTEGGERE | 4 |
| 4 | DATI INIZIALI | 5 |
| 4.1 | Densità annua di fulmini a terra | 5 |
| 4.2 | Dati relativi alla struttura..... | 5 |
| 4.3 | Dati relativi alle linee elettriche esterne | 6 |
| 4.4 | Definizione e caratteristiche delle zone..... | 6 |
| 5 | CALCOLO DELLE AREE DI RACCOLTA DELLA STRUTTURA E DELLE LINEE ELETTRICHE ESTERNE.... | 7 |
| 5.1 | Area di raccolta AD..... | 7 |
| 5.2 | Area di raccolta AM..... | 7 |
| 5.3 | Area di raccolta AL e AI..... | 7 |
| 5.4 | Valori calcolati delle aree di raccolta (A)..... | 7 |
| 5.5 | Valori probabilità di danno (P)..... | 7 |
| 6 | VALUTAZIONE DEI RISCHI..... | 8 |
| 6.1 | Calcolo del rischio R1 | 8 |
| 6.2 | Analisi del rischio R1 | 8 |
| 7 | SCELTA DELLE MISURE DI PROTEZIONE | 9 |
| 7.1 | Grafici delle componenti del rischio R1..... | 9 |
| 8 | CONCLUSIONI | 10 |
| 9 | APPENDICI..... | 11 |
| 9.1 | APPENDICE - Caratteristiche della struttura | 11 |
| 9.2 | APPENDICE - Caratteristiche delle linee elettriche | 11 |
| 9.3 | APPENDICE - Caratteristiche delle zone | 11 |
| 9.4 | APPENDICE - Frequenza di danno | 12 |
| 9.5 | APPENDICE - Aree di raccolta e numero annuo di eventi pericolosi | 13 |
| 9.6 | APPENDICE - Valori delle probabilità P per la struttura non protetta | 14 |
| 10 | ALLEGATI..... | 15 |
| 10.1 | ALLEGATO - Disegno della struttura..... | 15 |
| 10.2 | ALLEGATO – Grafico area di raccolta per fulminazione diretta Ad | 16 |
| 10.3 | ALLEGATO – Grafico area di raccolta per fulminazione indiretta Am..... | 17 |
| 10.4 | Individuazione del valore Ng..... | 18 |



TCL s.r.l.
Società tra professionisti
Progettazione impianti elettrici e sistemi fotovoltaici



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.
- Guida Tecnica 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.



TCL s.r.l.
Società tra professionisti
Progettazione impianti elettrici e sistemi fotovoltaici



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.



TCL s.r.l.
Società tra professionisti
Progettazione impianti elettrici e sistemi fotovoltaici



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 " *Individuazione del valore Ng*), vale:

$$N_g = 7,32 \text{ fulmini/anno km}^2$$

4.2 Dati relativi alla struttura

I dati utilizzati per eseguire i calcoli riportati nella presente relazione sono i seguenti:

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

L'edificio è inserito a mezza costa nel pendio della montagna e rimane per buona parte ipogeo con gli affacci rivolti ad est sui monti Resegone e Grigna

Le dimensioni considerate sono le seguenti:

- Cupola per telescopio: diametro 6 m altezza 12 m
- Cupola per planetario: diametro 9 m altezza 12 m
- Corpo principale che raccorda le due cupole: lunghezza 17 m circa; altezza 8 m
- Corpo secondario con servizi: lunghezza 9 m circa; altezza 9 m

Attività svolta: osservatorio astronomico. La struttura verrà utilizzata dai soci del Gruppo Astrofili Brianza, che lo gestiranno, e potranno, come per l'osservatorio attuale, salire in determinati giorni e ore per la visione del cielo e ricevere su prenotazione la visita dei bambini che avviene solitamente la mattina con la contemporaneità di massimo due classi (50 bambini) per poter entrare tutti nel planetario (50 posti).

L'orientamento dell'edificio segue le curve di livello esistente da sud verso nord con una conformazione allungata che pone ai due estremi i due volumi delle funzioni principali: l'osservatorio astronomico con il telescopio ed il planetario, e si sviluppa su due piani.

Il piano con l'ingresso principale che introduce ad un atrio con biglietteria e bancone dal quale si accede ad un'unica grande sala polivalente che collega le due funzioni principali con i servizi igienici ed un locale di servizio concentrati nella zona retrostante al bancone di ingresso.

Il piano interrato collegato con una scala al piano terra con un piccolo appartamento per il custode e delle stanze ed un soggiorno per accogliere gli astrofili che in alcune occasioni si fermano a dormire.

Persone presenti: si considera la presenza massima di circa 60 persone

Carico di incendio: inferiore a 450 MJ

Classificazione delle aree: ambiente ordinario. Non vi sono zone classificate che determinano l'applicazione di provvedimenti specifici.

Pericolo di esplosione per gas: Non vi sono aree classificate zona 1 o zona 0 (Rif. Cei 31-87)

Pericolo di esplosione per polveri: Non vi sono aree classificate zona 21 o zona 20 (Rif. Cei 31-88).

La destinazione d'uso prevalente della struttura è assimilabile, ai fini del presente documento, ad un uso scolastico.

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

- perdita di vite umane



TCL s.r.l.
Società tra professionisti
Progettazione impianti elettrici e sistemi fotovoltaici



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 energia
- Linea di segnale: Linea telefonica

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: Aree interne
Z2: Aree esterne

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*.



TCL s.r.l.
Società tra professionisti
Progettazione impianti elettrici e sistemi fotovoltaici



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

5.1 Area di raccolta AD

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*).

5.2 Area di raccolta AM

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*).

5.3 Area di raccolta AL e AI

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.

5.4 Valori calcolati delle aree di raccolta (A)

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*.

5.5 Valori probabilità di danno (P)

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*.



TCL s.r.l.
Società tra professionisti
Progettazione impianti elettrici e sistemi fotovoltaici



6 VALUTAZIONE DEI RISCHI

6.1 Calcolo del rischio R1

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

Z1: Aree interne

RA: 4,76E-06

RB: 2,38E-07

RU(Impianto elettrico): 1,16E-07

RV(Impianto elettrico): 5,79E-09

RU(Impianti elettronici): 1,34E-07

RV(Impianti elettronici): 6,69E-09

RU(Impianto rivelazione fumi): 1,16E-07

RV(Impianto rivelazione fumi): 5,79E-09

Totale: 5,38E-06

Z2: Aree esterne

RA: 2,38E-06

Totale: 2,38E-06

Valore totale del rischio R1 per la struttura: 7,76E-06

6.2 Analisi del rischio R1

Il rischio complessivo R1 = 7,76E-06 è inferiore a quello tollerato RT = 1E-05



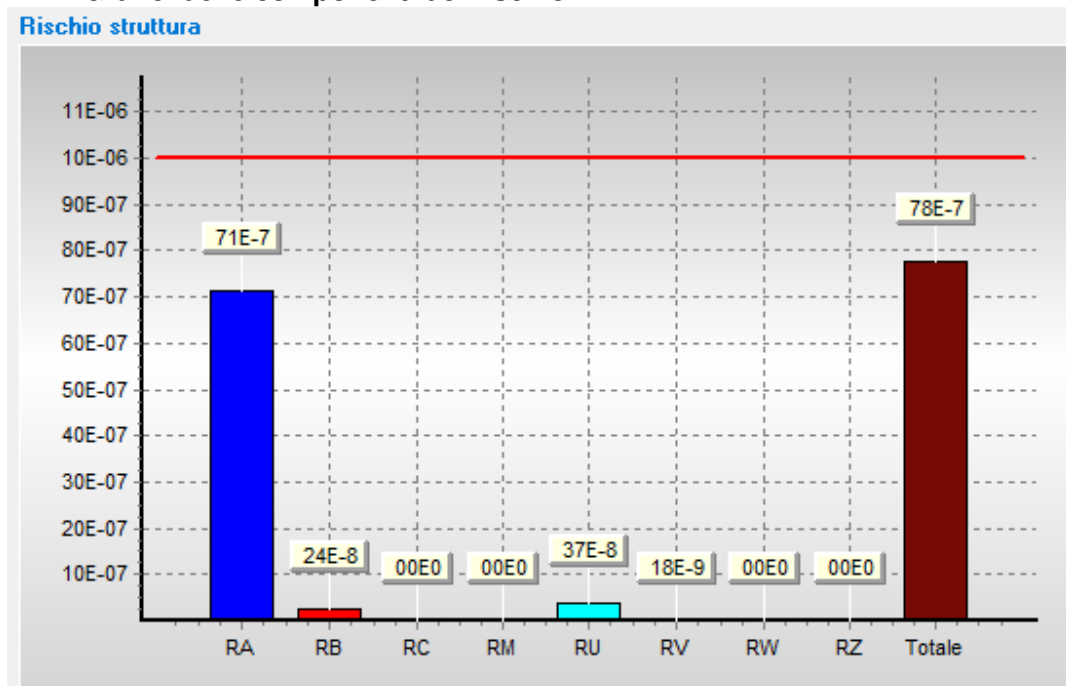
TCL s.r.l.
Società tra professionisti
 Progettazione impianti elettrici e sistemi fotovoltaici



7 SCELTA DELLE MISURE DI PROTEZIONE

Poiché il rischio complessivo $R1 = 7,76E-06$ è inferiore a quello tollerato $RT = 1E-05$, non occorre adottare alcuna misura di protezione per ridurlo.

7.1 Grafici delle componenti del rischio R1



Note:

- La linea rossa orizzontale rappresenta il limite del rischio tollerato RT.
- Le barre colorate rappresentano le componenti di rischio prese in considerazione.

Legenda:

| | |
|----|---|
| RA | Componente di rischio (danno ad esseri viventi – fulminazione sulla struttura) |
| RB | Componente di rischio (danno materiale alla struttura – fulminazione sulla struttura) |
| RC | Componente di rischio (guasto di impianti interni – fulminazione sulla struttura) |
| RM | Componente di rischio (guasto di impianti interni – fulminazione in prossimità della struttura) |
| RU | Componente di rischio (danno ad esseri viventi – fulminazione sulla linea connessa) |
| RV | Componente di rischio (danno materiale alla struttura – fulminazione sulla linea connessa) |
| RW | Componente di rischio (danno agli impianti – fulminazione sulla linea connessa) |
| RZ | Componente di rischio (guasto di impianti interni – fulminazione in prossimità di una linea) |
| RT | Rischio tollerabile totale |



TCL s.r.l.
Società tra professionisti
Progettazione impianti elettrici e sistemi fotovoltaici



8 CONCLUSIONI

Rischi che non superano il valore tollerabile: R1

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.



TCL s.r.l.
Società tra professionisti
Progettazione impianti elettrici e sistemi fotovoltaici



9 APPENDICI

9.1 APPENDICE - Caratteristiche della struttura

I dati utilizzati per eseguire i calcoli riportati nella presente relazione sono i seguenti:

Dimensioni: vedi paragrafo 4.2 “dati relativi alla struttura”
Coefficiente di posizione: isolata in cima ad un collina (CD = 2)
Schermo esterno alla struttura: assente
Densità di fulmini a terra (fulmini/anno km²) Ng = 7,32

9.2 APPENDICE - Caratteristiche delle linee elettriche

Caratteristiche della linea: Linea energia
La linea ha caratteristiche uniformi lungo l'intero percorso
Tipo di linea: energia - interrata
Lunghezza (m) L = 1000
Resistività (ohm x m) $\rho = 300$
Coefficiente ambientale (CE): rurale
SPD ad arrivo linea: livello II (PEB = 0,02)

Caratteristiche della linea: Linea telefonica
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): rurale
SPD ad arrivo linea: livello II (PEB = 0,02)

9.3 APPENDICE - Caratteristiche delle zone

Caratteristiche della zona: Aree interne
Tipo di zona: interna
Tipo di pavimentazione: cemento (rt = 0,01)
Rischio di incendio: ridotto (rf = 0,001)
Pericoli particolari: medio rischio di panico (h = 5)
Protezioni antincendio: nessuna (rp = 1)
Schermatura di zona: assente
Protezioni contro le tensioni di contatto e di passo: nessuna

Impianto interno: Impianto elettrico

Alimentato dalla linea Linea energia
Tipo di circuito: Cond. attivi e PE nello stesso cavo (spire fino a 0,5 m²) (Ks3 = 0,01)
Tensione di tenuta: 2,5 kV
Sistema di SPD - livello: Assente (PSPD = 1)

Impianto interno: Impianti elettronici

Alimentato dalla linea Linea telefonica



TCL s.r.l.
Società tra professionisti
Progettazione impianti elettrici e sistemi fotovoltaici



Tipo di circuito: Cond. attivi e PE nello stesso cavo (spire fino a 0,5 m²) (Ks3 = 0,01)
Tensione di tenuta: 1,0 kV
Sistema di SPD - livello: Assente (PSPD =1)

Impianto interno: Impianto rivelazione fumi
Alimentato dalla linea Linea energia
Tipo di circuito: Cond. attivi e PE nello stesso cavo (spire fino a 0,5 m²) (Ks3 = 0,01)
Tensione di tenuta: 1,0 kV
Sistema di SPD - livello: Assente (PSPD =1)

Valori medi delle perdite per la zona: Aree interne
Rischio 1
Numero di persone nella zona: 99
Numero totale di persone nella struttura: 99
Tempo per il quale le persone sono presenti nella zona (ore all'anno): 4000
Perdita per tensioni di contatto e di passo (relativa a R1) LA = LU = 4,57E-05
Perdita per danno fisico (relativa a R1) LB = LV = 2,29E-06

Rischi e componenti di rischio presenti nella zona: Aree interne
Rischio 1: Ra Rb Ru Rv

Caratteristiche della zona: Aree esterne
Tipo di zona: esterna
Tipo di suolo: cemento (rt = 0,01)
Protezioni contro le tensioni di contatto e di passo: nessuna

Valori medi delle perdite per la zona: Aree esterne
Numero di persone nella zona: 99
Numero totale di persone nella struttura: 99
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 = 2,28E-05

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

9.4 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



TCL s.r.l.
Società tra professionisti
Progettazione impianti elettrici e sistemi fotovoltaici



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: Aree interne

FS1: 1,04E-01

FS2: 6,43E-04

FS3: 4,00E-01

FS4: 3,37E+01

Totale: 3,42E+01

Z2: Aree esterne

FS1: 1,04E-01

FS2: 0,00E+00

FS3: 0,00E+00

FS4: 0,00E+00

Totale: 1,04E-01

9.5 APPENDICE - Aree di raccolta e numero annuo di eventi pericolosi.

Struttura

Area di raccolta per fulminazione diretta della struttura AD = 7,12E-03 km²

Area di raccolta per fulminazione indiretta della struttura AM = 4,07E-01 km²

Numero di eventi pericolosi per fulminazione diretta della struttura ND = 1,04E-01

Numero di eventi pericolosi per fulminazione indiretta della struttura NM = 2,98E+00

Linee elettriche

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

Linea energia

AL = 0,040000 km²

AI = 4,000000 km²

Linea telefonica

AL = 0,040000 km²

AI = 4,000000 km²

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

Linea energia

NL = 0,126786



TCL s.r.l.
Società tra professionisti
Progettazione impianti elettrici e sistemi fotovoltaici



NI = 14,640000

Linea telefonica
NL = 0,146400
NI = 14,640000

9.6 APPENDICE - Valori delle probabilità P per la struttura non protetta

Zona Z1: Aree interne

PA = 1,00E+00

PB = 1,0

PC (Impianto elettrico) = 1,00E+00

PC (Impianti elettronici) = 1,00E+00

PC (Impianto rivelazione fumi) = 1,00E+00

PC = 1,00E+00

PM (Impianto elettrico) = 1,60E-05

PM (Impianti elettronici) = 1,00E-04

PM (Impianto rivelazione fumi) = 1,00E-04

PM = 2,16E-04

PU (Impianto elettrico) = 2,00E-02

PV (Impianto elettrico) = 2,00E-02

PW (Impianto elettrico) = 1,00E+00

PZ (Impianto elettrico) = 3,00E-01

PU (Impianti elettronici) = 2,00E-02

PV (Impianti elettronici) = 2,00E-02

PW (Impianti elettronici) = 1,00E+00

PZ (Impianti elettronici) = 1,00E+00

PU (Impianto rivelazione fumi) = 2,00E-02

PV (Impianto rivelazione fumi) = 2,00E-02

PW (Impianto rivelazione fumi) = 1,00E+00

PZ (Impianto rivelazione fumi) = 1,00E+00

Zona Z2: Aree esterne

PA = 1,00E+00

PB = 1,0

PC = 0,00E+00

PM = 0,00E+00



TCL s.r.l.
Società tra professionisti
Progettazione impianti elettrici e sistemi fotovoltaici



10 ALLEGATI

10.1 ALLEGATO - Disegno della struttura

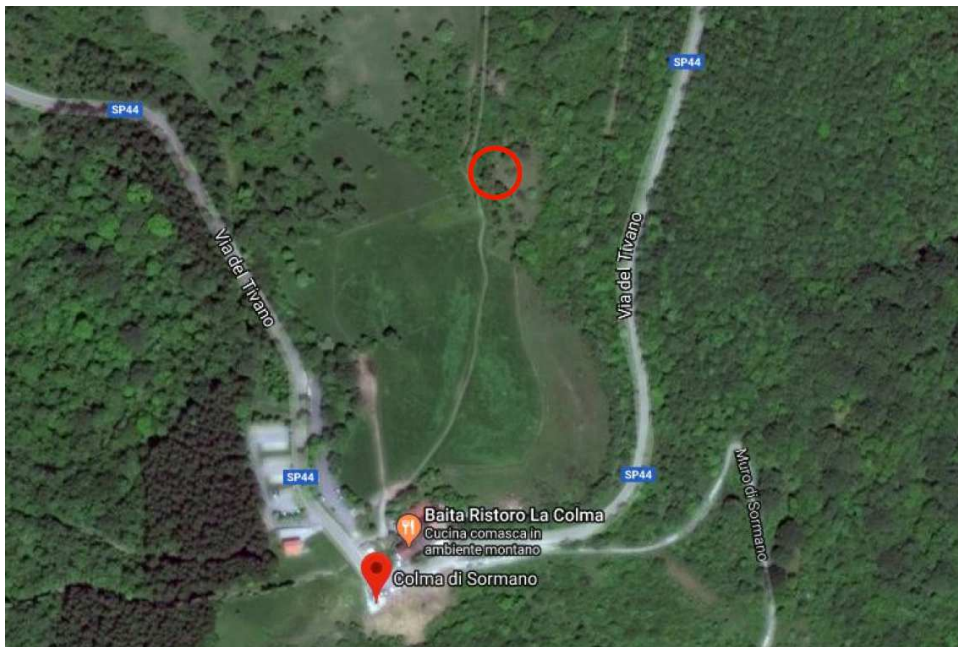
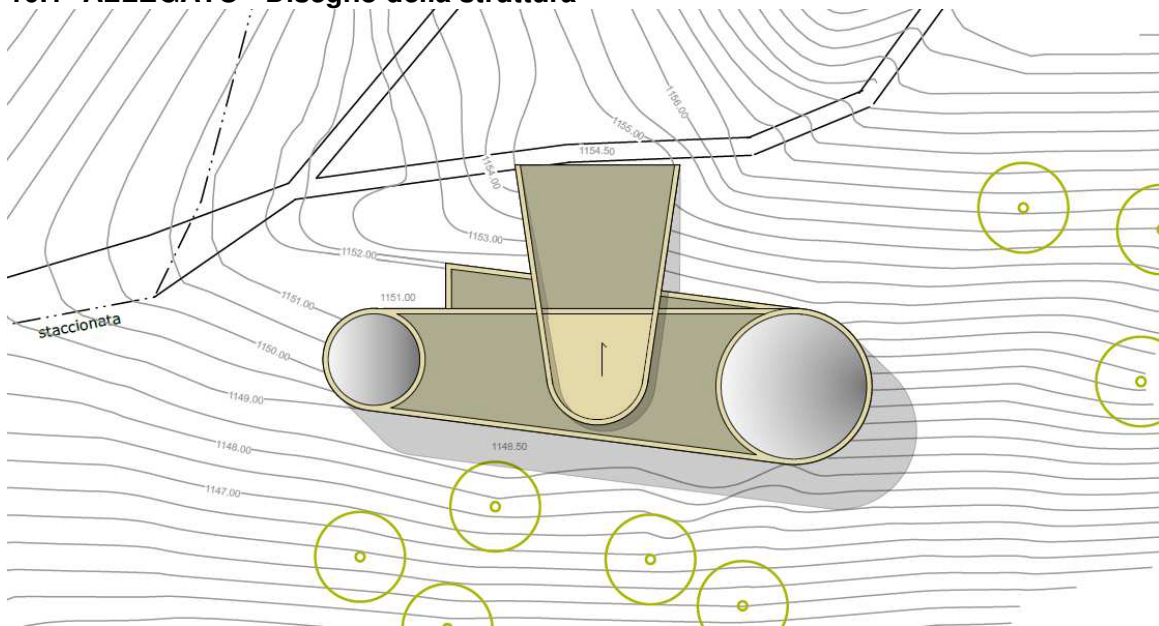


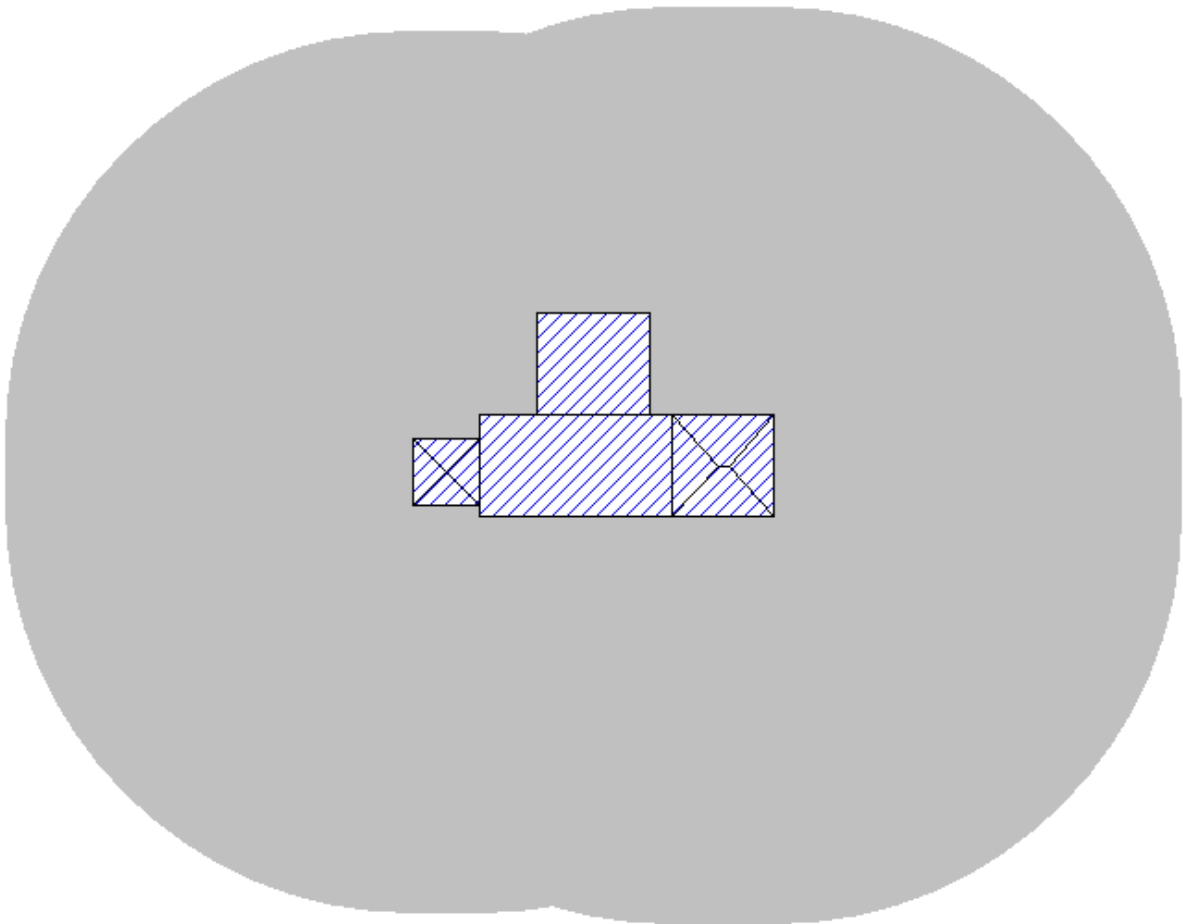
Immagine satellitare della struttura



TCL s.r.l.
Società tra professionisti
Progettazione impianti elettrici e sistemi fotovoltaici



10.2 ALLEGATO – Grafico area di raccolta per fulminazione diretta Ad

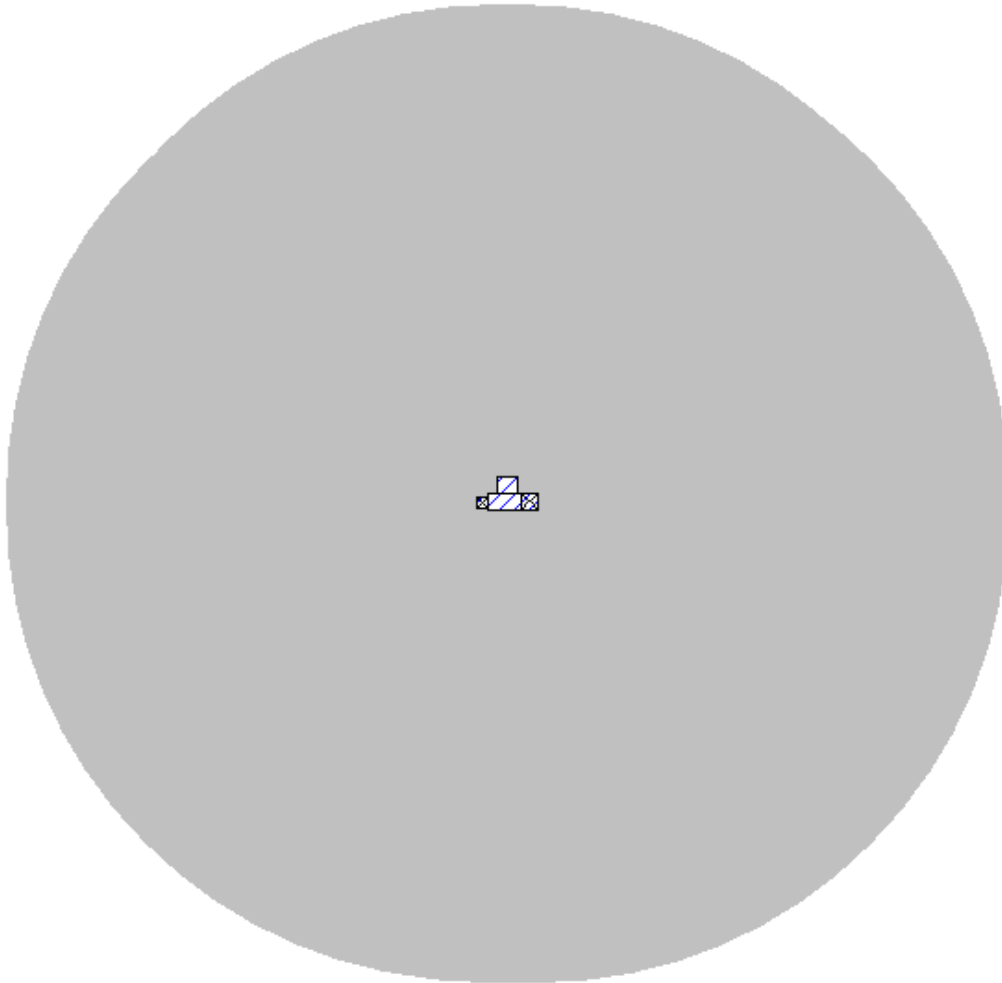




TCL s.r.l.
Società tra professionisti
Progettazione impianti elettrici e sistemi fotovoltaici



10.3 ALLEGATO – Grafico area di raccolta per fulminazione indiretta Am





TCL s.r.l.
Società tra professionisti
Progettazione impianti elettrici e sistemi fotovoltaici



10.4 Individuazione del valore N_G



VALORE DI N_G
(CEI EN 62305 - CEI 81-30)

$$N_G = 7,32 \text{ fulmini / (anno km}^2\text{)}$$

POSIZIONE

Latitudine: **45,885275° N**

Longitudine: **9,230295° 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.