

COMMITTENTE:



PROGETTAZIONE:



U.O. ENERGIA E TRAZIONE ELETTRICA

PROGETTO DEFINITIVO

ADEGUAMENTO E POTENZIAMENTO IMPIANTO DI VADO LIGURE ZONA INDUSTRIALE

2^A FASE - PRG CON MODULO 750 m DI UN BINARIO; ACC CON
IMPLEMENTAZIONE IN APPARATO DI SEGNALAMENTO ALTO DA
TRENO

IMPIANTI LFM

Fabbricato tecnologico - Relazione di calcolo scariche atmosferiche

SCALA:

-

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

I V 0 H 0 2 D 1 8 C L L F 0 0 0 0 0 0 1 A

Rev.	Descrizione	Redatto	Data	Verificato	Data	Approvato	Data	Autorizzato Data
A	Emissione esecutiva	A. Bovio 	Marzo 2022	L. Giorgini 	Marzo 2022	G.Fadda 	Marzo 2022	G. Guidi Buffarini Marzo 2022 ITALFERR S.p.A. U.O. Tecnico Centro Ing. Guido Guidi Buffarini Ordine Ingegneri Provincia di Roma n° 17812

File: IV0H02D18CLLF0000002A.DOC

n. Elab.:

INDICE

1	PREMESSA	3
2	METODO DI VALUTAZIONE DEL RISCHIO DI FULMINAZIONE	4
3	VALUTAZIONE DEL RISCHIO FULMINAZIONE.....	9
4	NORME TECNICHE DI RIFERIMENTO.....	14
5	DATI INIZIALI	15
5.1	DENSITÀ ANNUA DI FULMINI A TERRA.....	15
5.2	DATI RELATIVI ALLA STRUTTURA	15
5.3	DATI RELATIVI ALLE LINEE ELETTRICHE ESTERNE	16
5.4	DEFINIZIONE E CARATTERISTICHE DELLE ZONE	16
5.5	CALCOLO DELLE AREE DI RACCOLTA DELLA STRUTTURA E DELLE LINEE ELETTRICHE ESTERNE	17
6	VALUTAZIONE DEI RISCHI	18
6.1	RISCHIO R1: PERDITA DI VITE UMANE	18
6.1.1	Calcolo del rischio R1.....	18
6.1.2	Analisi del rischio R1.....	18
6.2	RISCHIO R2: PERDITA DI SERVIZI PUBBLICI ESSENZIALI.....	18
6.2.1	Calcolo del rischio R2.....	18
6.2.2	Analisi del rischio R2.....	19
7	SCELTA DELLE MISURE DI PROTEZIONE.....	20
8	CONCLUSIONI	20
8.1	RISCHI CHE NON SUPERANO IL VALORE TOLLERABILE: R1 R2	20
9	APPENDICI.....	21
9.1	APPENDICE - CARATTERISTICHE DELLA STRUTTURA	21
9.2	APPENDICE - CARATTERISTICHE DELLE LINEE ELETTRICHE	21
9.3	APPENDICE - CARATTERISTICHE DELLE ZONE	22
9.4	APPENDICE - FREQUENZA DI DANNO	24
9.5	APPENDICE - AREE DI RACCOLTA E NUMERO ANNUO DI EVENTI PERICOLOSI	25
9.6	APPENDICE - VALORI DELLE PROBABILITÀ P PER LA STRUTTURA NON PROTETTA	26
10	ALLEGATI	27
10.1	POSIZIONE GEOGRAFICA FABBRICATO TECNOLOGICO VADO LIGURE	27
10.2	DIMENSIONI DELLA STRUTTURA.....	28
10.3	AREA DI RACCOLTA PER FULMINAZIONE DIRETTA AD.....	30
10.4	AREA DI RACCOLTA PER FULMINAZIONE DIRETTA AM.....	31
10.5	VALORE NG	33

1 PREMESSA

Oggetto della presente relazione è la valutazione dei rischi dovuti ai fulmini, relativa all'area dove sarà realizzato il nuovo fabbricato tecnologico a servizio del fascio binari di Vado Ligure.

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 "8 CONCLUSIONI", sono riepilogati i risultati dello studio. Mentre nel successivo capitolo "9 APPENDICI ALLA VALUTAZIONE DEL RISCHIO", sono riportati i valori utilizzati e le diverse caratteristiche elettriche ipotizzate per il calcolo; e "10 ALLEGATI", dove si riportano gli elaborati grafici (area AD e AM in particolare), utilizzati per il calcolo.

2 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.

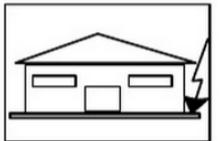
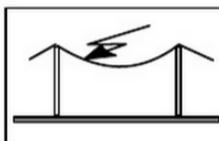
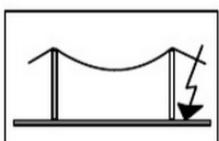
Tipo di perdita (L)

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 ^(a) L1, L2, L3, L4 L1 ^(b) , L2, L4
	S2	D3	L1 ^(b) , L2, L4
	S3	D1 D2 D3	L1, L4 ^(a) L1, L2, L3, L4 L1 ^(b) , L2, L4
	S4	D3	L1 ^(b) , L2, L4

(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.

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:

$$RX = NX * PX * LX$$

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
Componente di rischio								
Rischio per ciascun tipo di perdita								
R_1	*	*	* ^(a)	* ^(a)	*	*	* ^(a)	* ^(a)
R_2		*	*	*		*	*	*
R_3		*				*		
R_4	* ^(b)	*	*	*	* ^(b)	**	*	*

(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 = 10⁻⁵ anni⁻¹);
- Rischio tollerabile per perdita di servizio pubblico (RT = 10⁻³ anni⁻¹);
- Rischio tollerabile per perdita di patrimonio culturale insostituibile (RT = 10⁻⁴ anni⁻¹).

3 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.

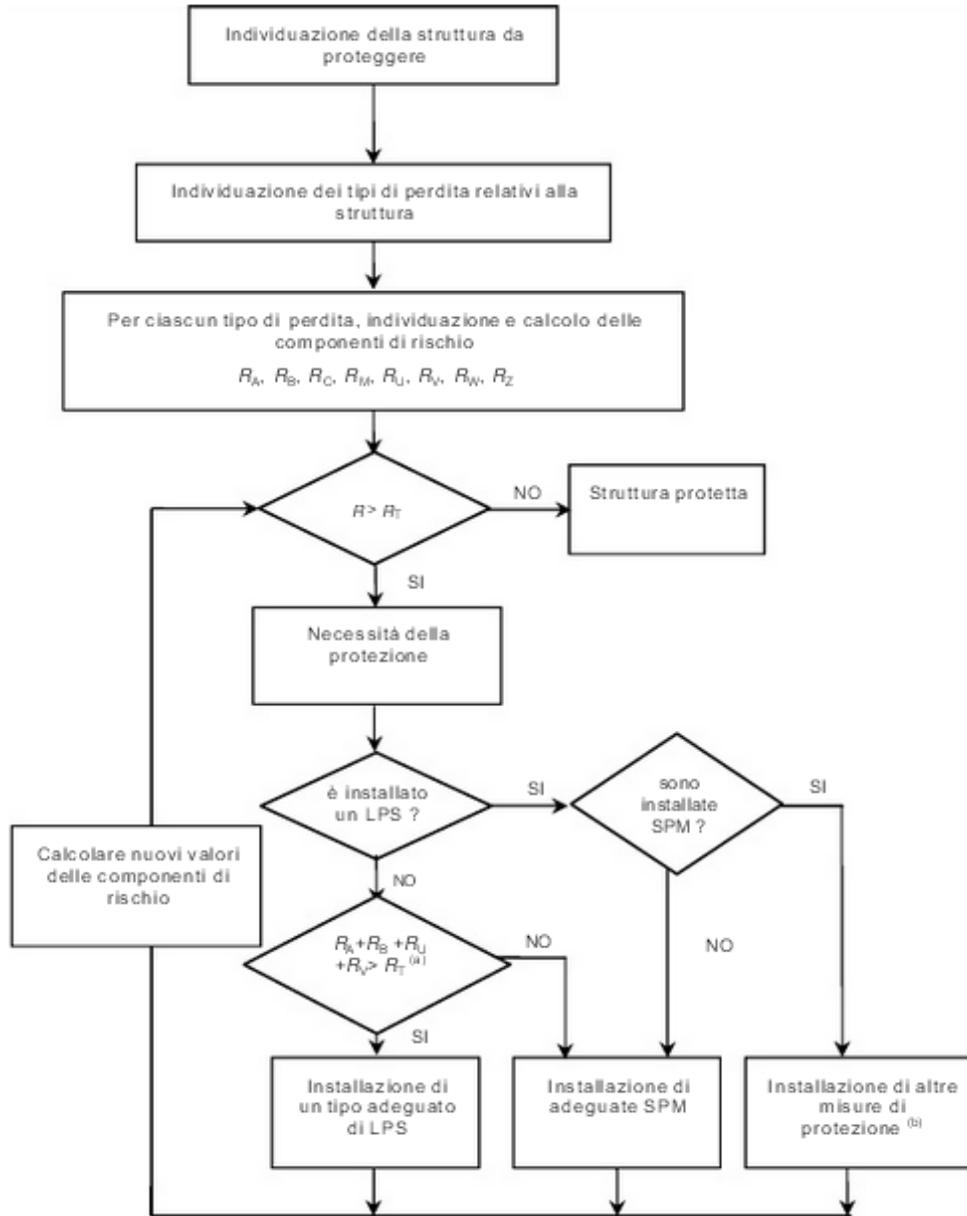


Figura 1 - procedura individuata dalla Norma UNI EN 62305 per effettuare la valutazione del rischio

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 ^(a)	X ^(b)	X ^(b)		
Equipotenzializzazione con SPD	X	X			X	X		
Interfacce di separazione			X ^(c)	X ^(c)	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

Nei 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 equipotenziali, 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.

4 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.

5 DATI INIZIALI

5.1 Densità annua di fulmini a terra

Il valore di densità annua di fulmini a terra (**NG**), per il sito in oggetto è stato ricavato, utilizzando i seguenti dati:

- Posizione geografica del sito (coordinate geografiche);
- Rilevazioni ed elaborazioni effettuate secondo lo stato dell'arte della tecnologia, ricavati da banca dati fornita dal programma di calcolo ZEUS di TNE srl.

Il valore di NG, utilizzato per il calcolo è pari a:

$$\mathbf{NG = 2,68 \text{ fulmini}/(\text{anno km}^2)}$$

Nel paragrafo "10.5 Valore NG", è riportata la stampa del valore stesso.

5.2 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 - ELETTRICITÀ**

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

5.3 Dati relativi alle linee elettriche esterne

La struttura è servita dalle seguenti linee elettriche:

- **Linea di energia: ENERGIA MT**
- **Linea di energia: ENERGIA BT**
- **Linea di segnale: TLC**

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

5.4 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: ESTERNO

Z2: INTERNO

	ADEGUAMENTO E POTENZIAMENTO IMPIANTO DI VADO LIGURE ZONA INDUSTRIALE 2^ FASE – PRG CON MODULO 750 m DI UN BINARIO; ACC CON IMPLEMENTAZIONE IN APPARATO DI SEGNALAMENTO ALTO DA TRENO					
IMPIANTI LFM - Fabbricato tecnologico - Relazione di calcolo scariche atmosferiche	COMMESSA IV0H	LOTTO 02 D 18	CODIFICA CL	DOCUMENTO LF0000 002	REV. A	FOGLIO 17 di 34

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*.

5.5 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: ESTERNO

RA: 9,49E-12

Totale: 9,49E-12

Z2: INTERNO

RA: 9,49E-10

RB: 9,49E-11

RU(MT INGRESSO): 2,43E-15

RV(MT INGRESSO): 2,43E-13

RU(BT USCITA): 3,67E-14

RV(BT USCITA): 3,67E-12

RU(TLC INGRESSO): 0,00E+00

RV(TLC INGRESSO): 0,00E+00

Totale: 1,05E-09

Valore totale del rischio R1 per la struttura: 1,06E-09

6.1.2 *Analisi del rischio R1*

Il rischio complessivo R1 = 1,06E-09 è inferiore a quello tollerato RT = 1E-05

6.2 *Rischio R2: perdita di servizi pubblici essenziali*

6.2.1 *Calcolo del rischio R2*

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

Z2: INTERNO

RB: 6,93E-08

RC: 1,39E-05

RM: 2,32E-07

RV(MT INGRESSO): 1,78E-10

RW(MT INGRESSO): 3,56E-08
 RZ(MT INGRESSO): 0,00E+00
 RV(BT USCITA): 2,68E-09
 RW(BT USCITA): 5,36E-07
 RZ(BT USCITA): 1,61E-05
 RV(TLC INGRESSO): 0,00E+00
 RW(TLC INGRESSO): 0,00E+00
 RZ(TLC INGRESSO): 0,00E+00
 Totale: 3,09E-05

Valore totale del rischio R2 per la struttura: 3,09E-05

6.2.2 Analisi del rischio R2

Il rischio complessivo R2 = 3,09E-05 è inferiore a quello tollerato RT = 1E-03

7 SCELTA DELLE MISURE DI PROTEZIONE

Poiché il rischio complessivo $R1 = 1,06E-09$ è inferiore a quello tollerato $RT = 1E-05$, non occorre adottare alcuna misura di protezione per ridurlo.

Poiché il rischio complessivo $R2 = 3,09E-05$ è inferiore a quello tollerato $RT = 1E-03$, non occorre adottare alcuna misura di protezione per ridurlo.

8 CONCLUSIONI

8.1 *Rischi che non superano il valore tollerabile: R1 R2*

SECONDO LA NORMA CEI EN 62305-2 LA STRUTTURA È PROTETTA CONTRO LE FULMINAZIONI.

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.

9 APPENDICI

9.1 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) $Ng = 2,68$

9.2 APPENDICE - Caratteristiche delle linee elettriche

Caratteristiche della linea: ENERGIA MT

La linea ha caratteristiche uniformi lungo l'intero percorso

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

Lunghezza (m) $L = 120$

Resistività (ohm x m) $\rho = 400$

Coefficiente ambientale (CE): urbano

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

Dimensioni della struttura da cui proviene la linea: A (m): 3 B (m): 12 H (m): 4

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

Caratteristiche della linea: ENERGIA BT

La linea ha caratteristiche uniformi lungo l'intero percorso

Tipo di linea: energia - interrata

Lunghezza (m) $L = 1000$

Resistività (ohm x m) $\rho = 400$

Coefficiente ambientale (CE): urbano

SPD ad arrivo linea: livello II ($PEB = 0,02$)

Caratteristiche della linea: TLC

La linea ha caratteristiche uniformi lungo l'intero percorso

Tipo di linea: segnale - interrata

Lunghezza (m) $L = 3000$

Resistività (ohm x m) $\rho = 400$

Coefficiente ambientale (CE): urbano

Interfaccia isolante

9.3 APPENDICE - Caratteristiche delle zone

Caratteristiche della zona: ESTERNO

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: ESTERNO

Numero di persone nella zona: 10

Numero totale di persone nella struttura: 100

Tempo per il quale le persone sono presenti nella zona (ore all'anno): 3000

Perdita per tensioni di contatto e di passo (relativa a R1) $LA = 3,42E-09$

Rischi e componenti di rischio presenti nella zona: ESTERNO

Rischio 1: Ra

Caratteristiche della zona: INTERNO

Tipo di zona: interna

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

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

Impianto interno: MT INGRESSO

Alimentato dalla linea ENERGIA MT

Tipo di circuito: Cavo schermato o canale metallico ($Ks3 = 0,0001$)

Tensione di tenuta: 6,0 kV

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

Frequenza di danno tollerabile: 0,1

Impianto interno: BT USCITA

Alimentato dalla linea ENERGIA BT

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: II (PSPD = 0,02)

Frequenza di danno tollerabile: 0,1

Impianto interno: TLC INGRESSO

Alimentato dalla linea TLC

Tipo di circuito: Cond. attivi e PE nello stesso cavo (spire fino a 0,5 m²) ($Ks3 = 0,01$)

Tensione di tenuta: 1,5 kV

Interfaccia isolante

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

Frequenza di danno tollerabile: 0,1

Valori medi delle perdite per la zona: INTERNO

Rischio 1

Numero di persone nella zona: 10

Numero totale di persone nella struttura: 100

Tempo per il quale le persone sono presenti nella zona (ore all'anno): 3000

Perdita per tensioni di contatto e di passo (relativa a R1) $LA = LU = 3,42E-07$

Perdita per danno fisico (relativa a R1) $LB = LV = 3,42E-08$

Rischio 2

Numero di utenti serviti dalla zona: 5000

Numero totale di utenti serviti dalla struttura: 10000

Perdita per danno fisico (relativa a R4) $LB = LV = 2,50E-05$

Perdita per avaria di impianti interni (relativa a R2) $LC = LM = LW = LZ = 5,00E-03$

Rischio 4

Valore dei muri (€): 500000

Valore del contenuto (€): 5000000

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) $LB = LV = 5,15E-05$

Rischi e componenti di rischio presenti nella zona: INTERNO

Rischio 1: Ra Rb Ru Rv

Rischio 2: Rb Rc Rm Rv Rw Rz

Rischio 4: Rb Rc Rm Rv Rw Rz

9.4 APPENDICE - Frequenza di danno

Impianto interno 1

Zona: INTERNO

Linea: ENERGIA MT

Circuito: MT INGRESSO

FS Totale: 0,0028

Frequenza di danno tollerabile: 0,1

Circuito protetto: SI

Impianto interno 2

Zona: INTERNO

Linea: ENERGIA BT

Circuito: BT USCITA

FS Totale: 0,0034

Frequenza di danno tollerabile: 0,1

Circuito protetto: SI

Impianto interno 3
Zona: INTERNO
Linea: TLC
Circuito: TLC INGRESSO
FS Totale: 0,0028
Frequenza di danno tollerabile: 0,1
Circuito protetto: SI

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

Struttura

Area di raccolta per fulminazione diretta della struttura AD = 2,07E-03 km²
Area di raccolta per fulminazione indiretta della struttura AM = 3,86E-01 km²
Numero di eventi pericolosi per fulminazione diretta della struttura ND = 2,77E-03
Numero di eventi pericolosi per fulminazione indiretta della struttura NM = 1,03E+00

Linee elettriche

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

ENERGIA MT
AL = 0,004800 km²
AI = 0,480000 km²

ENERGIA BT
AL = 0,040000 km²
AI = 4,000000 km²

TLC
AL = 0,120000 km²
AI = 12,000000 km²

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

ENERGIA MT
NL = 0,000129
NI = 0,012864

ENERGIA BT
NL = 0,005360
NI = 0,536000

TLC

NL = 0,016080

NI = 1,608000

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

Zona Z1: ESTERNO

PA = 1,00E+00

PB = 1,0

PC = 0,00E+00

PM = 0,00E+00

Zona Z2: INTERNO

PA = 1,00E+00

PB = 1,0

PC (MT INGRESSO) = 1,00E+00

PC (BT USCITA) = 2,00E-02

PC (TLC INGRESSO) = 1,00E+00

PC = 1,00E+00

PM (MT INGRESSO) = 2,78E-10

PM (BT USCITA) = 3,20E-07

PM (TLC INGRESSO) = 4,44E-05

PM = 4,48E-05

PU (MT INGRESSO) = 2,00E-05

PV (MT INGRESSO) = 2,00E-02

PW (MT INGRESSO) = 2,00E-02

PZ (MT INGRESSO) = 0,00E+00

PU (BT USCITA) = 2,00E-05

PV (BT USCITA) = 2,00E-02

PW (BT USCITA) = 2,00E-02

PZ (BT USCITA) = 6,00E-03

PU (TLC INGRESSO) = 0,00E+00

PV (TLC INGRESSO) = 0,00E+00

PW (TLC INGRESSO) = 0,00E+00

PZ (TLC INGRESSO) = 0,00E+00

10 ALLEGATI

10.1 Posizione geografica **FABBRICATO TECNOLOGICO VADO LIGURE**

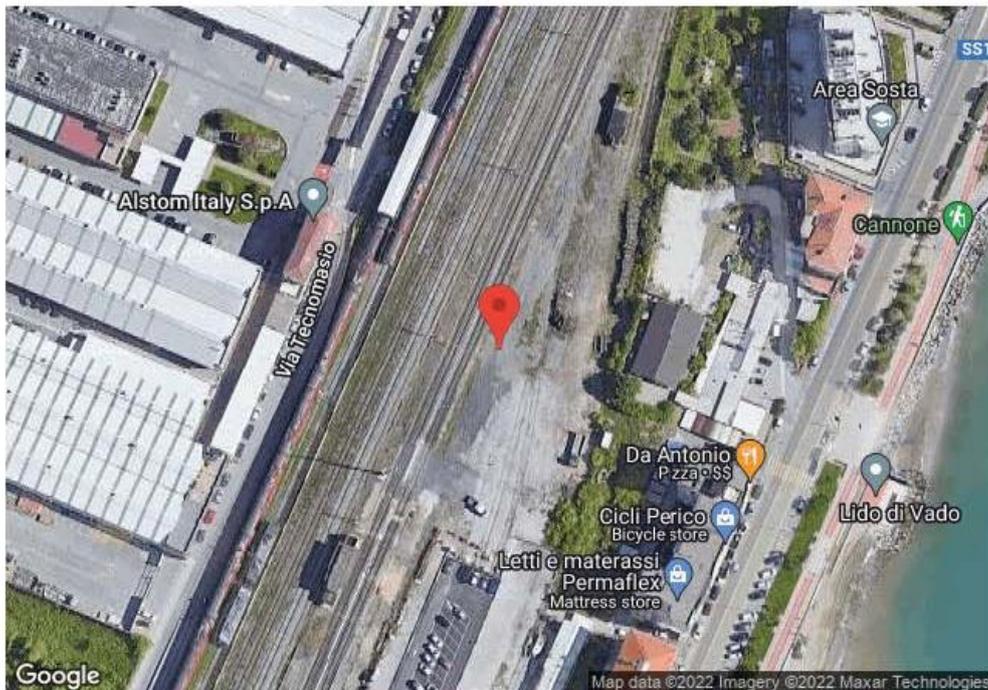


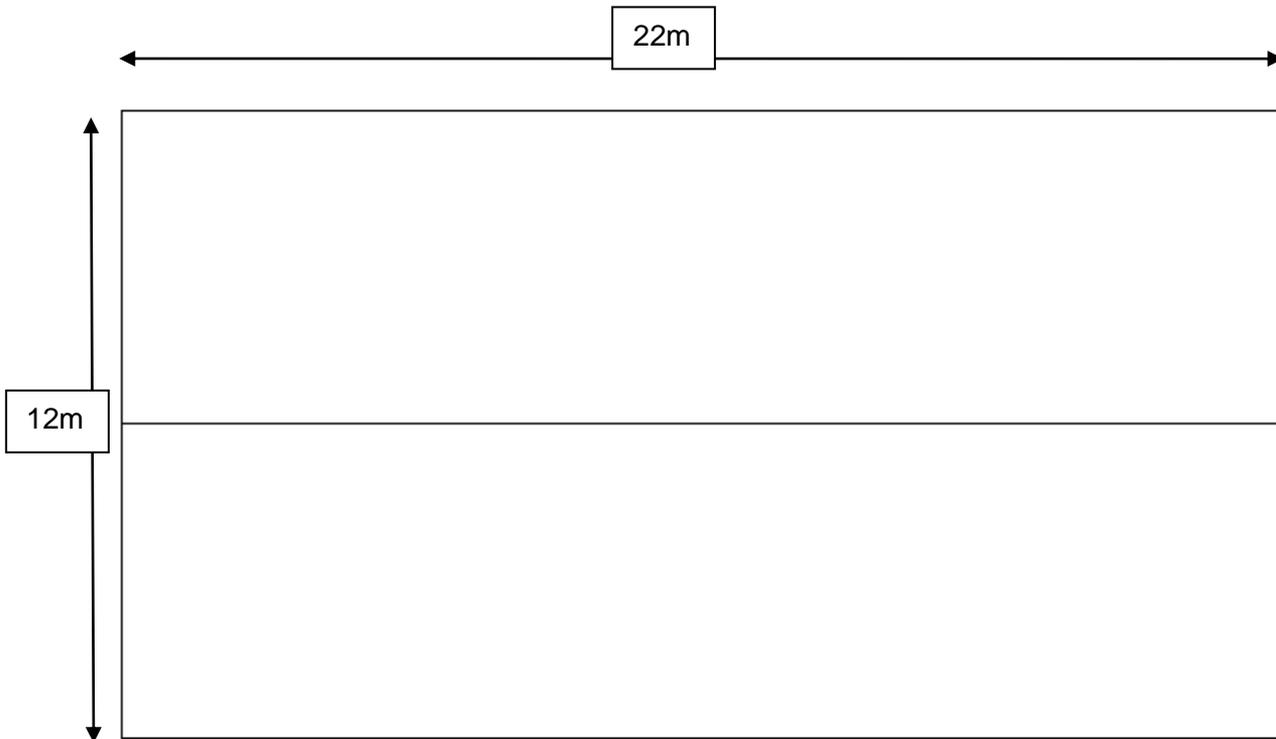
Coordinate in formato decimale (WGS84)

Indirizzo: Coordinate manuali

Latitudine: 44,276578

Longitudine: 8,439689





Scala: 2 m

Hmax: 6 m

Allegato - Disegno della struttura

Committente: ITALFERR SPA- FABB. TECN. VADO LIGURE

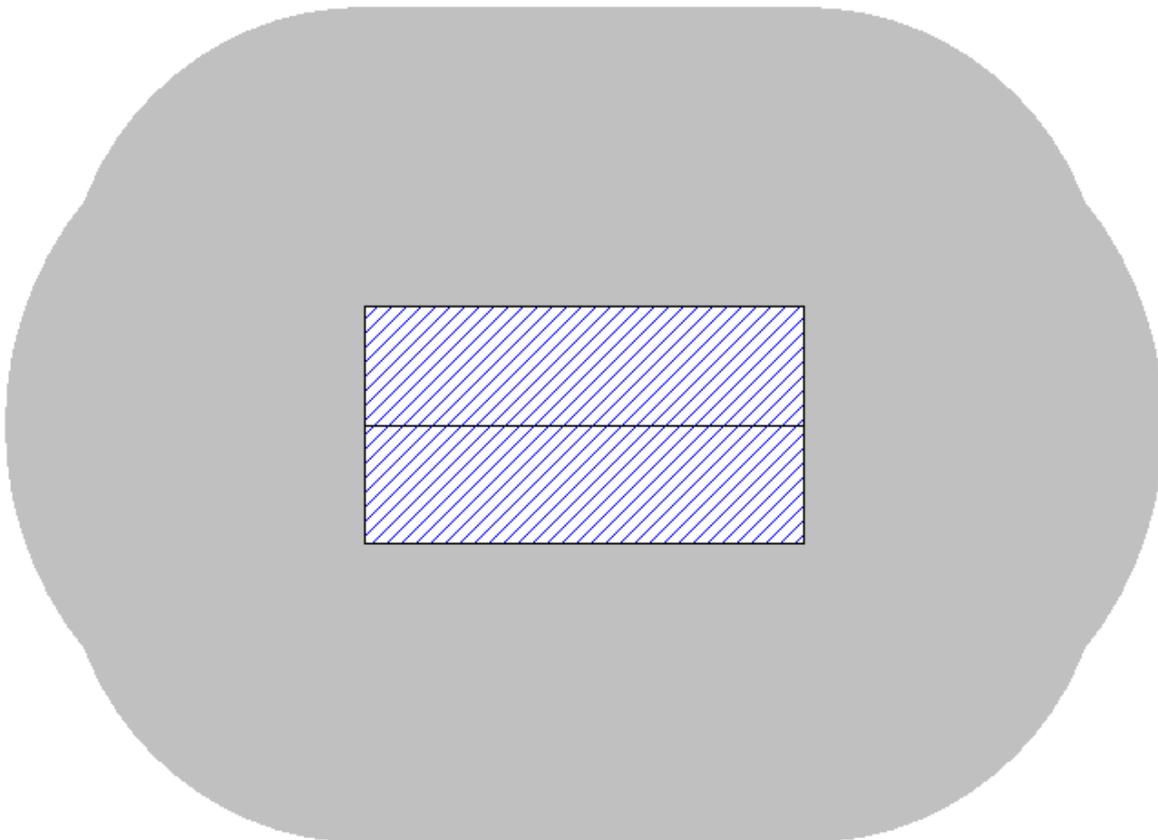
Descrizione struttura: ITALFERR SPA- FABB. TECN. VADO LIGURE

Indirizzo:

Comune: VADO LIGURE

Provincia: SV

10.3 Area di raccolta per fulminazione diretta AD



Allegato - Area di raccolta per fulminazione diretta AD

Area di raccolta AD (km²) = 2,07E-03

Committente: ITALFERR SPA- FABB. TECN. VADO LIGURE

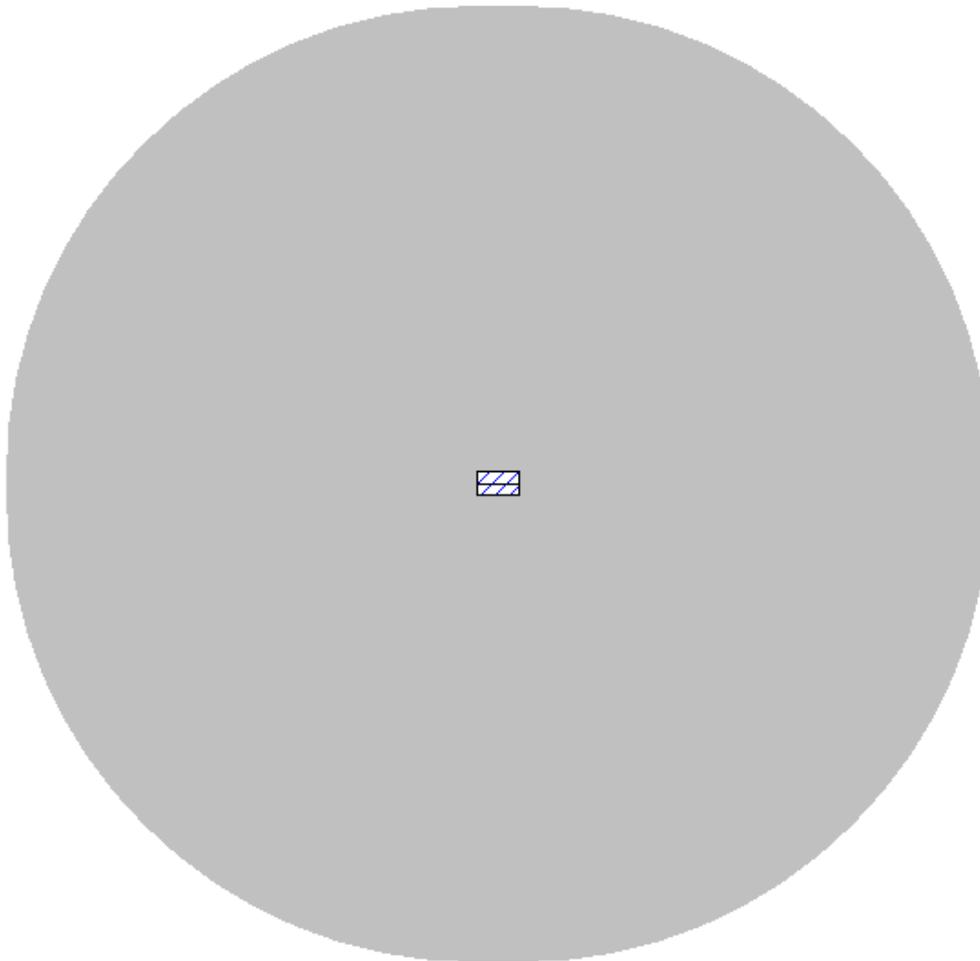
Descrizione struttura: ITALFERR SPA- FABB. TECN. VADO LIGURE

Indirizzo:

Comune: VADO LIGURE

Provincia: SV

10.4 Area di raccolta per fulminazione diretta AM



Allegato - Area di raccolta per fulminazione indiretta AM

Area di raccolta AM (km²) = 3,86E-01

Committente: ITALFERR SPA- FABB. TECN. VADO LIGURE

Descrizione struttura: ITALFERR SPA- FABB. TECN. VADO LIGURE

Indirizzo:

Comune: VADO LIGURE

Provincia: SV

10.5 Valore NG



VALORE DI N_G

(CEI EN 62305 - CEI EN IEC 62858)

$$N_G = 2,68 \text{ fulmini / (anno km}^2\text{)}$$

POSIZIONE

Latitudine: **44,276578° N**

Longitudine: **8,439689° 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 ceramica.
- 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 23/03/2022