

AUTOSTRADA VALDASTICO

A31 NORD

1° LOTTO

Piovene Rocchette - Valle dell'Astico

PROGETTO DEFINITIVO

CUP G21B1 30006 60005
WBS B25.A31N.L1
COMMESSA J16L1

COMMITTENTE



S.p.A. AUTOSTRADA BRESCIA VERONA VICENZA PADOVA
Area Costruzioni Autostradali

CAPO COMMESSA
PER LA PROGETTAZIONE
Dott. Ing. Gabriella Costantini

PRESTATORE DI SERVIZI:
CONSORZIO RAETIA



RAPPRESENTANTE: Dott. Ing. Alberto Scotti

PROGETTAZIONE:
ITALCONSULT

RESPONSABILE DELL'INTERAZIONE
TRA LE PROGETTAZIONI SPECIALISTICHE:
Technital S.p.A. - Dott. Ing. Andrea Renzo



ELABORATO: IMPIANTI
RELAZIONI
IMPIANTI ELETTRICI
CABINE ELETTRICHE - VALUTAZIONE DEL RISCHIO DI FULMINAZIONE DELLA STRUTTURA

Progressivo Rev.
12 01 02 006 02

Rev.	Data	Descrizione	Redazione	Controllo	Approvazione	SCALA: -
00	MARZO 2017	PRIMA EMISSIONE	ITALCONSULT - CUGINI	A. MOSI	G. MONDELLO	NOME FILE: J16L1_12_01_02_006_0101_OPD_02.doc
01	GIUGNO 2017	REVISIONE PER VERIFICA	ITALCONSULT - CUGINI	A. MOSI	G. MONDELLO	CM. PROGR. FG. LIV. REV.
02	LUGLIO 2017	RECEPIMENTO OSSERVAZIONI	ITALCONSULT - CUGINI	A. MOSI	G. MONDELLO	J16L1_12_01_02_006_0101_OPD_02

AUTOSTRADA VALDASTICO A31 NORD
1° LOTTO
PIOVENE ROCCHETTE – VALLE DELL’ASTICO

Committente:



Progettazione:

CONSORZIO RAETIA



PROGETTO DEFINITIVO

CABINE ELETTRICHE - VALUTAZIONE DEL RISCHIO DI FULMINAZIONE DELLA STRUTTURA

I N D I C E

1	GENERALITA'	5
2	NORMATIVA DI RIFERIMENTO	6
3	CABINA PIOVENE	7
3.1	INDIVIDUAZIONE DELLA STRUTTURA DA PROTEGGERE	7
3.2	DATI INIZIALI	8
3.2.1	<i>Densità annua di fulmini a terra</i>	8
3.2.2	<i>Dati relativi alla struttura</i>	8
3.2.3	<i>Tipi di danno, perdite e misure di protezione</i>	8
3.2.4	<i>Dati relativi alle linee elettriche esterne</i>	9
3.2.5	<i>Definizione e caratteristiche delle zone</i>	9
3.3	CALCOLO DELLE AREE DI RACCOLTA DELLA STRUTTURA E DELLE LINEE ELETTRICHE ESTERNE	9
3.4	VALUTAZIONE DEI RISCHI	10
3.4.1	<i>Calcolo del rischio R1: perdita di vite umane</i>	10
3.4.2	<i>Analisi del rischio R1</i>	10
3.4.3	<i>Calcolo del rischio R2: perdita di servizi pubblici essenziali</i>	10
3.4.4	<i>Analisi del rischio R2</i>	11
3.4.5	<i>Scelta delle misure di protezione</i>	11
3.4.6	<i>Analisi della convenienza economica</i>	12
3.5	CONCLUSIONI	13
3.6	APPENDICI	14
3.6.1	<i>Caratteristiche della struttura</i>	14
3.6.2	<i>Caratteristiche delle linee elettriche</i>	14
3.6.3	<i>Caratteristiche delle Zone</i>	14
3.6.4	<i>Frequenza di danno</i>	15
3.6.5	<i>Aree di raccolta e numero annuo di eventi pericolosi</i>	16
3.6.6	<i>Valori delle probabilità P per la struttura non protetta</i>	16
4	CABINA COGOLLO SUD	18
4.1	INDIVIDUAZIONE DELLA STRUTTURA DA PROTEGGERE	18
4.2	DATI INIZIALI	19
4.2.1	<i>Densità annua di fulmini a terra</i>	19
4.2.2	<i>Dati relativi alla struttura</i>	19
4.2.3	<i>Tipi di danno, perdite e misure di protezione</i>	19
4.2.4	<i>Dati relativi alle linee elettriche esterne</i>	20

4.2.5	<i>Definizione e caratteristiche delle zone</i>	20
4.3	CALCOLO DELLE AREE DI RACCOLTA DELLA STRUTTURA E DELLE LINEE ELETTRICHE ESTERNE	20
4.4	VALUTAZIONE DEI RISCHI	21
4.4.1	<i>Calcolo del rischio R1: perdita di vite umane</i>	21
4.4.2	<i>Analisi del rischio R1</i>	21
4.4.3	<i>Scelta delle misure di protezione</i>	21
4.4.4	<i>Calcolo del rischio R2: perdita di servizi pubblici essenziali</i>	22
4.4.5	<i>Analisi del rischio R2</i>	22
4.4.6	<i>Scelta delle misure di protezione</i>	22
4.4.7	<i>Analisi della convenienza economica</i>	23
4.5	CONCLUSIONI	25
4.6	APPENDICI	25
4.6.1	<i>Caratteristiche della struttura</i>	25
4.6.2	<i>Caratteristiche delle linee elettriche</i>	25
4.6.3	<i>Caratteristiche delle Zone</i>	25
4.6.4	<i>Frequenza di danno</i>	26
4.6.5	<i>Aree di raccolta e numero annuo di eventi pericolosi</i>	27
4.6.6	<i>Valori delle probabilità P per la struttura non protetta</i>	28
5	CABINA PEDESCALA SUD	29
5.1	INDIVIDUAZIONE DELLA STRUTTURA DA PROTEGGERE	29
5.2	DATI INIZIALI	30
5.2.1	<i>Densità annua di fulmini a terra</i>	30
5.2.2	<i>Dati relativi alla struttura</i>	30
5.2.3	<i>Tipi di danno, perdite e misure di protezione</i>	30
5.2.4	<i>Dati relativi alle linee elettriche esterne</i>	31
5.2.5	<i>Definizione e caratteristiche delle zone</i>	31
5.3	CALCOLO DELLE AREE DI RACCOLTA DELLA STRUTTURA E DELLE LINEE ELETTRICHE ESTERNE	31
5.4	VALUTAZIONE DEI RISCHI	32
5.4.1	<i>Calcolo del rischio R1: perdita di vite umane</i>	32
5.4.2	<i>Analisi del rischio R1</i>	32
5.4.3	<i>Calcolo del rischio R2: perdita di servizi pubblici essenziali</i>	32
5.4.4	<i>Analisi del rischio R2</i>	33
5.4.5	<i>Scelta delle misure di protezione</i>	33
5.4.6	<i>Analisi della convenienza economica</i>	34
5.5	CONCLUSIONI	35
5.6	APPENDICI	36
5.6.1	<i>Caratteristiche della struttura</i>	36

5.6.2	<i>Caratteristiche delle linee elettriche</i>	36
5.6.3	<i>Caratteristiche delle Zone</i>	36
5.6.4	<i>Frequenza di danno</i>	37
5.6.5	<i>Aree di raccolta e numero annuo di eventi pericolosi</i>	38
5.6.6	<i>Valori delle probabilità P per la struttura non protetta</i>	38
6	CABINA S.PIETRO NORD	40
6.1	INDIVIDUAZIONE DELLA STRUTTURA DA PROTEGGERE	40
6.2	DATI INIZIALI	41
6.2.1	<i>Densità annua di fulmini a terra</i>	41
6.2.2	<i>Dati relativi alla struttura</i>	41
6.2.3	<i>Tipi di danno, perdite e misure di protezione</i>	41
6.2.4	<i>Dati relativi alle linee elettriche esterne</i>	42
6.2.5	<i>Definizione e caratteristiche delle zone</i>	42
6.3	CALCOLO DELLE AREE DI RACCOLTA DELLA STRUTTURA E DELLE LINEE ELETTRICHE ESTERNE	42
6.4	VALUTAZIONE DEI RISCHI	43
6.4.1	<i>Calcolo del rischio R1: perdita di vite umane</i>	43
6.4.2	<i>Analisi del rischio R1</i>	43
6.4.3	<i>Calcolo del rischio R2: perdita di servizi pubblici essenziali</i>	43
6.4.4	<i>Analisi del rischio R2</i>	44
6.4.5	<i>Scelta delle misure di protezione</i>	44
6.4.6	<i>Analisi della convenienza economica</i>	45
6.5	CONCLUSIONI	46
6.6	APPENDICI	47
6.6.1	<i>Caratteristiche della struttura</i>	47
6.6.2	<i>Caratteristiche delle linee elettriche</i>	47
6.6.3	<i>Caratteristiche delle Zone</i>	47
6.6.4	<i>Frequenza di danno</i>	48
6.6.5	<i>Aree di raccolta e numero annuo di eventi pericolosi</i>	49
6.6.6	<i>Valori delle probabilità P per la struttura non protetta</i>	49
7	ALLEGATI	51
7.1	ALLEGATO 1: CABINA PIOVENE	51
7.2	ALLEGATO 2: CABINA COGOLLO SUD	52
7.3	ALLEGATO 3: CABINA PEDESCALA SUD	52
7.4	ALLEGATO 4: CABINA S. PIETRO NORD	53

1 GENERALITA'

Il presente documento, allegato alla documentazione di Progetto Definitivo, ha per oggetto la valutazione del rischio di fulminazione delle cabine elettriche relative al sistema di alimentazione MT/BT dell’Autostrada A 31 Nord Trento Rovigo – Tronco Trento - Valdastico – Piovene Rocchette.

La valutazione riguarda le cabine "tipologiche" ovvero quelle ritenute più rappresentative in merito alle caratteristiche dimensionali ed all'ubicazione lungo la tratta. Si intende che i risultati della valutazione sono applicabili, per analogia, alle altre cabine di tratta aventi le medesime caratteristiche.

Le cabine oggetto di valutazione sono quindi le seguenti:

- Cabina Piovene
- Cabina Cogollo Sud
- Cabina Pedescala Sud
- Cabina S.Pietro Nord

2 NORMATIVA DI RIFERIMENTO

Il calcolo 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)
- Norma CEI 81-27 Guida d'applicazione all'utilizzo di limitatori di sovratensioni all'arrivo della linea di alimentazione degli impianti elettrici utilizzatori di bassa tensione
- Norma CEI 81-29 Linee guida per l'applicazione delle Norme CEI EN 62305 (Febbraio 2014)
- Norma 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)

3 CABINA PIOVENE

3.1 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.

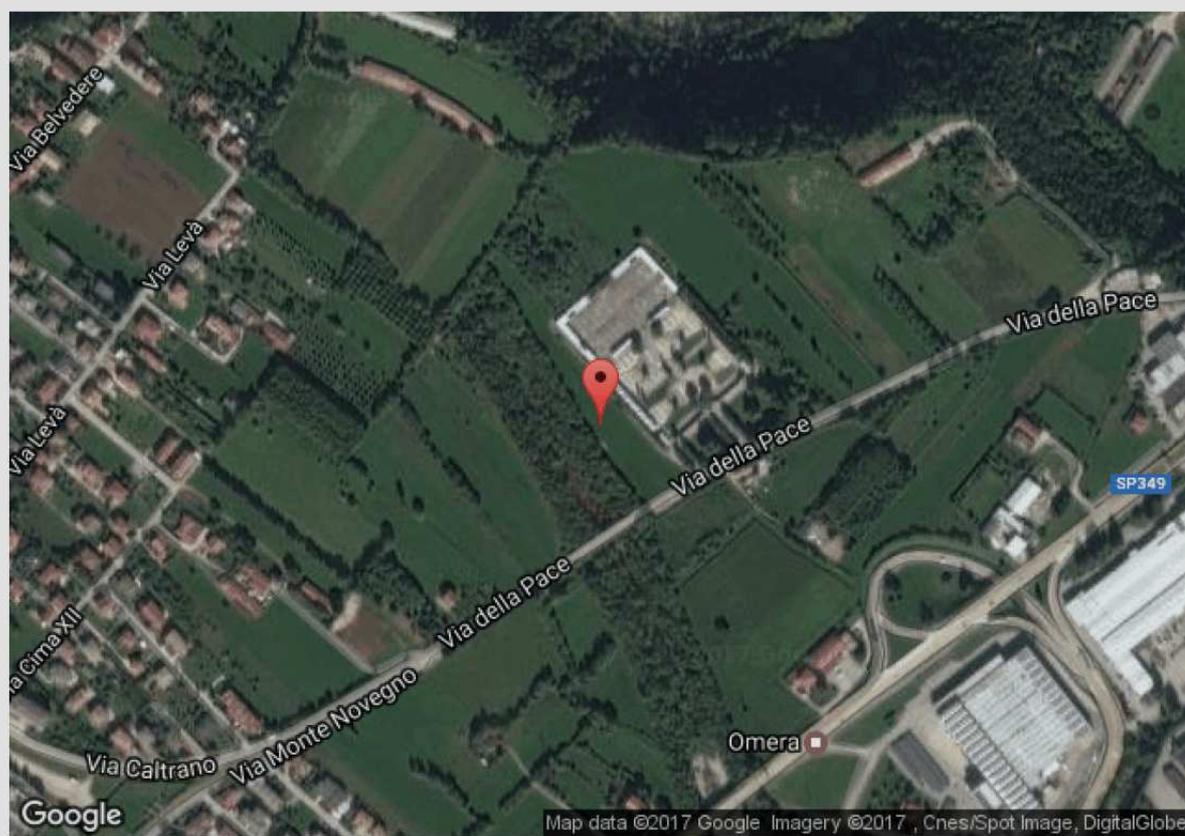
Pertanto, ai sensi dell'art. A.2.2 della norma CEI EN 62305-2, le dimensioni e le caratteristiche della struttura da considerare sono quelle dell'edificio stesso.

Coordinate in formato decimale (WGS84)

Indirizzo: Via della Pace, 6, 36010 Chiuppano VI, Italia

Latitudine: 45.764746

Longitudine: 11.444348



3.2 DATI INIZIALI

3.2.1 Densità annua di fulmini a terra

Come rilevabile dalla Norma CEI EN62305 - CEI 81-30 “Protezione contro i fulmini - Reti di localizzazione fulmini (LLS)”, la densità annua di fulmini a terra del sito nel quale è situata la struttura vale (vedasi allegato n.1):

- $N_g = 6,23$ fulmini/(anno km^2)

3.2.2 Dati relativi alla struttura

Le dimensioni massime della struttura sono:

- A (m): 13
- B (m): 10
- H (m): 3,8
- Hmax (m): 4,5

La destinazione d'uso prevalente della struttura è: CABINA ELETTRICA.

3.2.3 Tipi di danno, perdite e misure di protezione

La fulminazione produce sempre dei danni, ai quali sono associate delle perdite. Poiché è impossibile difendersi in modo assoluto dagli effetti della fulminazione, si determina il “danno accettabile” ed, in definitiva, il tipo di impianto di protezione adeguato.

Ciascun tipo di danno, da solo o in combinazione con altri, può produrre differenti tipi di perdite, ovvero:

- perdita di vite umane (rischio R1)
- perdita di servizio pubblico (rischio R2)
- perdita di patrimonio culturale insostituibile (rischio R3)
- perdita economica (struttura e suo contenuto, servizi e interruzione dell’attività) (rischio R4).

Al fine di valutare se la protezione sia o meno necessaria, deve essere effettuata la valutazione del rischio in accordo con la procedura indicata nella norma CEI 62305-2, in modo che il rischio risultante R, che è funzione di R1, R2 e R3, sia minore del rischio tollerabile RT.

I valori del rischio tollerabile RT sono i seguenti:

- per il rischio R1: $1E-5$
- per il rischio R2: $1E-3$
- per il rischio R3: $1E-4$

La struttura, stante la sua destinazione d’uso, può essere soggetta ai seguenti rischi:

- rischio R1 (perdita di vite umane, in caso di fulminazione della struttura durante la presenza del personale di manutenzione)
- rischio R2 (perdita di servizio pubblico, in particolare inteso come possibile perdita di fruizione della viabilità autostradale in caso di fuori servizio della cabina dovuto a fulminazione).

Il rischio R3 non è applicabile in quanto trattasi di nuovo manufatto ad uso prettamente tecnologico.

Inoltre si rende necessario calcolare il rischio R4 ai fini di valutare la convenienza economica ad adottare eventuali misure di protezione, tenuto conto dell'aspetto, non trascurabile, dei costi indiretti per l'eventuale interruzione della fruibilità autostradale in caso di fuori servizio della cabina.

3.2.4 *Dati relativi alle linee elettriche esterne*

La struttura è servita dalle seguenti linee elettriche che possono introdurre potenziali pericoli per fulminazione indiretta:

- Linea di energia: L1 - linea MT ANELLO 20 KV (TIPICA)

La linea di segnale entrante nella cabina è costituita dall'anello in FIBRA OTTICA di tratta, che stante la sua natura, non può introdurre potenziale pericoloso e di conseguenza non viene considerata.

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

3.2.5 *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 ed in particolare il lay-out degli impianti interni e le misure di protezione esistenti,

è stata definita un'unica zona, corrispondente all'intera struttura.

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

3.3 *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 analiticamente come indicato nella norma CEI EN 62305-2, art. A.2. Il suo valore è il seguente:

Area di raccolta AD (km²) = 1,06E-03

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 analiticamente come indicato nella norma CEI EN 62305-2, art. A.3. Il suo valore è il seguente:

Area di raccolta AM (km²) = 4,01E-01

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.

3.4 VALUTAZIONE DEI RISCHI

3.4.1 Calcolo del rischio R1: perdita di vite umane

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

Z1: Struttura

- RA:	1,51E-09
- RB:	6,02E-12
- RU (Impianti elettrici):	9,05E-11
- RV (Impianti elettrici):	3,62E-13
- Totale:	1,61E-09
Valore totale del rischio R1 per la struttura:	1,61E-09

3.4.2 Analisi del rischio R1

Il rischio complessivo R1 = 1,61E-09 è inferiore a quello tollerato RT = 1E-05

3.4.3 Calcolo del rischio R2: perdita di servizi pubblici essenziali

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

Z1: Struttura

- RB:	1,32E-08
- RM:	3,20E-07
- RV (Impianti elettrici):	7,94E-10
- RW (Impianti elettrici):	7,94E-07
- RZ (Impianti elettrici):	0,00E+00
- Totale:	7,73E-06
Valore totale del rischio R2 per la struttura:	7,73E-06

3.4.4 Analisi del rischio R2

Il rischio complessivo R2 = 7,73E-06 è inferiore a quello tollerato RT = 1E-03

3.4.5 Scelta delle misure di protezione

Poiché il rischio complessivo R1 = 1,61E-09 è inferiore a quello tollerato RT = 1E-05, non occorre adottare alcuna misura di protezione per ridurlo.

Poiché il rischio complessivo R2 = 7,73E-06 è inferiore a quello tollerato RT = 1E-03, non occorre adottare alcuna misura di protezione per ridurlo.

Tenuto conto dell'importanza strategica della struttura, si è comunque ritenuto opportuno valutare l'adozione delle seguenti misure di protezione:

- dotare l'edificio di un LPS di classe II (Pb = 0,05)

L'adozione di tale misura di protezione modifica i parametri e le componenti di rischio.

I valori dei parametri per la struttura protetta sono di seguito indicati.

Zona Z1: Struttura

- PA = 5,00E-02
- PB = 0,05
- PC (Impianti elettrici) = 2,00E-02
- PC = 2,00E-02
- PM (Impianti elettrici) = 1,28E-04
- PM = 1,28E-04
- PU (Impianti elettrici) = 9,50E-03
- PV (Impianti elettrici) = 9,50E-03
- PW (Impianti elettrici) = 1,90E-02
- PZ (Impianti elettrici) = 0,00E+00
- rt = 0,01

- $rp = 0,2$
- $rf = 0,001$
- $h = 2$

Rischio R1: perdita di vite umane

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

- | | |
|----------------------------|----------|
| - RA: | 7,53E-11 |
| - RB: | 3,01E-13 |
| - RU (Impianti elettrici): | 9,05E-11 |
| - RV (Impianti elettrici): | 3,62E-13 |
| - Totale: | 1,66E-10 |

Valore totale del rischio R1 per la struttura: 1,66E-10

Rischio R2: perdita di servizi pubblici essenziali

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

- | | |
|----------------------------|----------|
| - RB: | 6,60E-10 |
| - RC: | 1,32E-07 |
| - RM: | 3,20E-07 |
| - RV (Impianti elettrici): | 7,94E-10 |
| - RW (Impianti elettrici): | 7,94E-07 |
| - RZ (Impianti elettrici): | 0,00E+00 |
| - Totale: | 1,25E-06 |

Valore totale del rischio R2 per la struttura: 1,25E-06

3.4.6 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): € 4.880,99

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

- Interesse: 2 %

- Ammortamento: 30 anni
- Manutenzione: 2 %

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

- RB: 1,32E-07
- RC: 5,90E-07
- RM: 2,86E-08
- RV (Impianti elettrici): 7,94E-09
- RW (Impianti elettrici): 7,09E-08
- RZ (Impianti elettrici): 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.

- Perdite senza protezioni: € 1,55
- Perdite con protezioni: € 0,23
- Costo delle misure di protezione: € 0,00
- Risparmio: € 1,32

Costo LPS e SPD ad arrivo linea: € 504,21

- Totale perdite senza protezioni: € 1,55
- Totale perdite con protezioni: € 0,23
- Totale costo delle misure di protezione: € 504,21
- **Totale risparmio: € -502,89**

Come si evince, l'adozione delle misure di protezione previste (LPS di II livello), determina un esborso economico, su base annua, pari a circa € 503 per la durata di vita presunta dell'impianto (30 anni). Tale valore non è economicamente giustificabile.

Viene quindi confermato quanto calcolato ovvero che non sono necessarie misure di protezione aggiuntive a quanto già previsto.

3.5 CONCLUSIONI

A seguito delle considerazioni di cui sopra vale quanto segue:

- Rischi che non superano il valore tollerabile: R1 e R2
- Sistema delle protezioni previste per il rischio R4: valutate ma economicamente non

convenienti

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

In forza della legge 1/3/1968 n.186 che individua nelle Norme CEI la regola dell'arte, si può ritenere assolto ogni obbligo giuridico, anche specifico, che richieda la protezione contro le scariche atmosferiche.

3.6 APPENDICI

3.6.1 Caratteristiche della struttura

- Dimensioni: A (m): 13 B (m): 10 H (m): 3,8 Hmax (m): 4,5
- Coefficiente di posizione: isolata (CD = 1)
- Schermo esterno alla struttura: assente
- Densità di fulmini a terra (fulmini/anno km²) Ng = 6,23

3.6.2 Caratteristiche delle linee elettriche

Caratteristiche della linea: L1

- La linea ha caratteristiche uniformi lungo l'intero percorso
- Tipo di linea: energia - interrata con trasformatore MT/BT
- Lunghezza (m) L = 1500
- Resistività (ohm x m) = 500 (stimata)
- Coefficiente ambientale (CE): rurale
- Schermo collegato alla stessa terra delle apparecchiature alimentate: $5 < R \leq 20$ ohm/km
- SPD ad arrivo linea: livello I (PEB = 0,01)

3.6.3 Caratteristiche delle Zone

Caratteristiche dell'intera struttura

- Tipo di zona: interna
- Tipo di pavimentazione: cemento (rt = 0,01)
- Rischio di incendio: ridotto (rf = 0,001)
- Pericoli particolari: ridotto rischio di panico (h = 2)
- Protezioni antincendio: automatiche (rp = 0,2)
- Schermatura di zona: assente

- Protezioni contro le tensioni di contatto e di passo: nessuna

Impianto interno: Impianti elettrici

- Alimentato dalla linea L1
- Tipo di circuito: Cond. attivi e PE con stesso percorso (spire fino a 10 m²) (Ks3 = 0,2)
- Tensione di tenuta: 2,5 kV
- Sistema di SPD - livello: II (PSPD = 0,02)

Valori medi delle perdite per la zona: Struttura

Rischio 1

- Tempo per il quale le persone sono presenti nella struttura (ore all'anno): 20
- Perdita per tensioni di contatto e di passo (relativa a R1) LA = LU = 2,28E-07
- Perdita per danno fisico (relativa a R1) LB = LV = 9,12E-10

Rischio 2

- Perdita per danno fisico (relativa a R4) LB = LV = 2,00E-06
- Perdita per avaria di impianti interni (relativa a R2) LC = LM = LW = LZ = 1,00E-03

Rischio 4

- Valore dei muri (€): 150.000 (stima)
- Valore del contenuto (€): 50.000 (stima)
- Valore degli impianti interni inclusa l'attività (€): 1.665.000 (stima)
- Valore totale della struttura (€): 1.865.000
- Perdita per avaria di impianti interni (relativa a R4) LC = LM = LW = LZ = 8,93E-05
- Perdita per danno fisico (relativa a R4) LB = LV = 2,00E-05

Rischi e componenti di rischio presenti nella struttura

- Rischio 1: Ra Rb Ru Rv
- Rischio 2: Rb Rc Rm Rv Rw Rz
- Rischio 4: Rb Rc Rm Rv Rw Rz

3.6.4 Frequenza di danno

- Frequenza di danno tollerabile FT = 0,10

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

- 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

Z1: Struttura

- FS1: 6,60E-03
- FS2: 3,20E-04
- FS3: 1,18E-03
- FS4: 0,00E+00
- Totale: 8,10E-03

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

- FS1: 4,56E-04
- FS2: 3,20E-04
- FS3: 1,18E-03
- FS4: 0,00E+00
- Totale: 1,96E-03

3.6.5 Aree di raccolta e numero annuo di eventi pericolosi

- Area di raccolta per fulminazione diretta della struttura $AD = 1,06E-03 \text{ km}^2$
- Area di raccolta per fulminazione indiretta della struttura $AM = 4,01E-01 \text{ km}^2$
- Numero di eventi pericolosi per fulminazione diretta della struttura $ND = 6,60E-03$
- Numero di eventi pericolosi per fulminazione indiretta della struttura $NM = 2,50E+00$

Linee elettriche

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

L1 - Linea elettrica

- $AL = 0,060000 \text{ km}^2$
- $AI = 6,000000 \text{ km}^2$

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

L1 - linea elettrica

- $NL = 0,041792$
- $NI = 3,738000$

3.6.6 Valori delle probabilità P per la struttura non protetta

Zona Z1: Struttura

- $PA = 1,00E+00$

- PB = 1,0
- PC (Impianti elettrici) = 1,00E+00
- PC = 1,00E+00
- PM (Impianti elettrici) = 1,28E-04
- PM = 1,28E-04
- PU (Impianti elettrici) = 9,50E-03
- PV (Impianti elettrici) = 9,50E-03
- PW (Impianti elettrici) = 1,90E-02
- PZ (Impianti elettrici) = 0,00E+00

4 CABINA COGOLLO SUD

4.1 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.

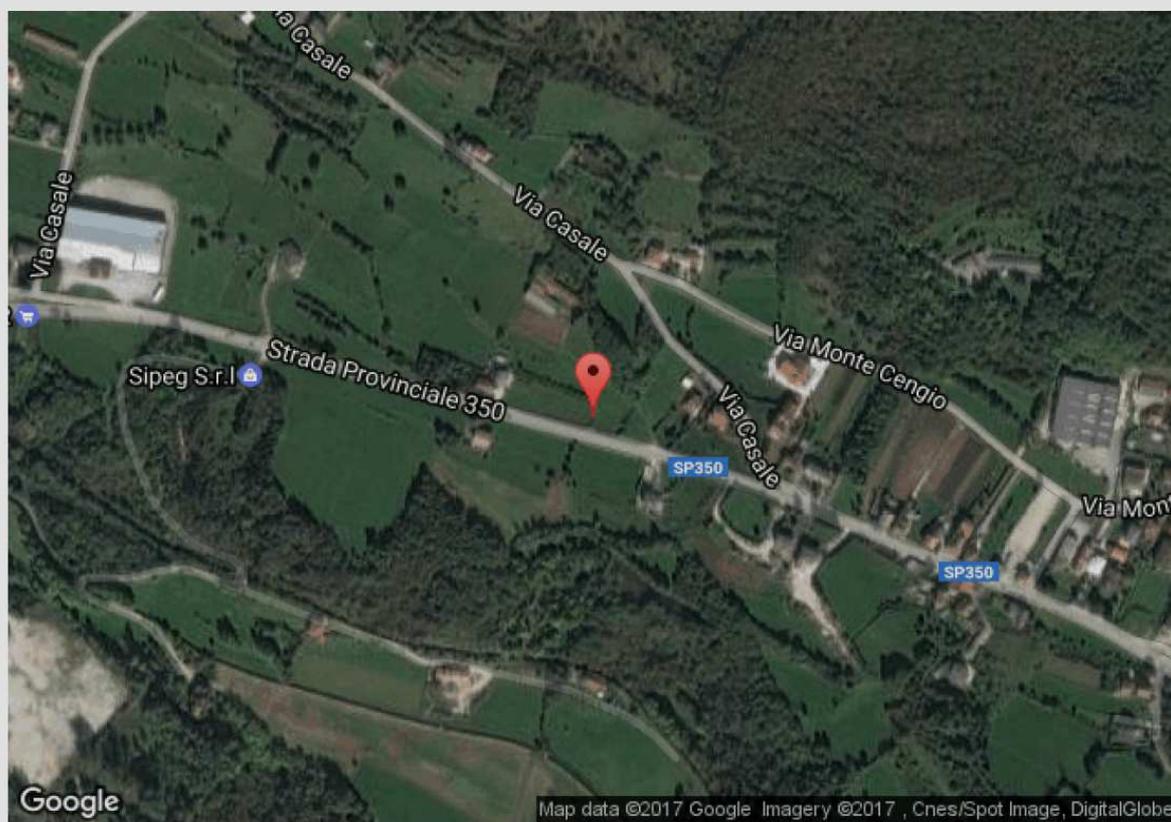
Pertanto, ai sensi dell'art. A.2.2 della norma CEI EN 62305-2, le dimensioni e le caratteristiche della struttura da considerare sono quelle dell'edificio stesso.

Coordinate in formato decimale (WGS84)

Indirizzo: SP350, 6, 36010 Cogollo del Cengio VI, Italia

Latitudine: 45.791811

Longitudine: 11.403377



4.2 DATI INIZIALI

4.2.1 Densità annua di fulmini a terra

Come rilevabile dalla Norma CEI EN62305 - CEI 81-30 “Protezione contro i fulmini - Reti di localizzazione fulmini (LLS)”, la densità annua di fulmini a terra del sito nel quale è situata la struttura vale (vedasi allegato n.2):

- $N_g = 6,44$ fulmini/(anno km^2)

4.2.2 Dati relativi alla struttura

Le dimensioni massime della struttura sono:

- A (m): 18
- B (m): 10
- H (m): 3,8
- Hmax (m): 4,5

La destinazione d'uso prevalente della struttura è: CABINA ELETTRICA.

4.2.3 Tipi di danno, perdite e misure di protezione

La fulminazione produce sempre dei danni, ai quali sono associate delle perdite. Poiché è impossibile difendersi in modo assoluto dagli effetti della fulminazione, si determina il “danno accettabile” ed, in definitiva, il tipo di impianto di protezione adeguato.

Ciascun tipo di danno, da solo o in combinazione con altri, può produrre differenti tipi di perdite, ovvero:

- perdita di vite umane (rischio R1)
- perdita di servizio pubblico (rischio R2)
- perdita di patrimonio culturale insostituibile (rischio R3)
- perdita economica (struttura e suo contenuto, servizi e interruzione dell’attività) (rischio R4).

Al fine di valutare se la protezione sia o meno necessaria, deve essere effettuata la valutazione del rischio in accordo con la procedura indicata nella norma CEI 62305-2, in modo che il rischio risultante R, che è funzione di R1, R2 e R3, sia minore del rischio tollerabile RT.

I valori del rischio tollerabile RT sono i seguenti:

- per il rischio R1: $1E-5$
- per il rischio R2: $1E-3$
- per il rischio R3: $1E-4$

La struttura, stante la sua destinazione d’uso, può essere soggetta ai seguenti rischi:

- rischio R1 (perdita di vite umane, in caso di fulminazione della struttura durante la presenza del personale di manutenzione)
- rischio R2 (perdita di servizio pubblico, in particolare inteso come possibile perdita di fruizione della viabilità autostradale in caso di fuori servizio della cabina dovuto a fulminazione).

Il rischio R3 non è applicabile in quanto trattasi di nuovo manufatto ad uso prettamente tecnologico.

Inoltre si rende necessario calcolare il rischio R4 ai fini di valutare la convenienza economica ad adottare eventuali misure di protezione, tenuto conto dell'aspetto, non trascurabile, dei costi indiretti per l'eventuale interruzione della fruibilità autostradale in caso di fuori servizio della cabina.

4.2.4 Dati relativi alle linee elettriche esterne

La struttura è servita dalle seguenti linee elettriche che possono introdurre potenziali pericoli per fulminazione indiretta:

- Linea di energia: L1 - linea MT ANELLO 20 KV (TIPICA)

La linea di segnale entrante nella cabina è costituita dall'anello in FIBRA OTTICA di tratta, che stante la sua natura, non può introdurre potenziale pericoloso e di conseguenza non viene considerata.

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

4.2.5 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 ed in particolare il lay-out degli impianti interni e le misure di protezione esistenti,

è stata definita un'unica zona, corrispondente all'intera struttura.

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

4.3 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 analiticamente come indicato nella norma CEI EN 62305-2, art. A.2. Il suo valore è il seguente:

Area di raccolta AD (km²) = 1,23E-03

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 analiticamente come indicato nella norma CEI EN 62305-2, art. A.3. Il suo valore è il seguente:

Area di raccolta AM (km²) = 4,04E-01

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.

4.4 VALUTAZIONE DEI RISCHI

4.4.1 Calcolo del rischio R1: perdita di vite umane

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

Z1: Struttura

- RA:	1,81E-09
- RB:	7,22E-12
- RU (Impianti elettrici):	9,36E-11
- RV (Impianti elettrici):	3,74E-13
- Totale:	1,91E-09
Valore totale del rischio R1 per la struttura:	1,91E-09

4.4.2 Analisi del rischio R1

Il rischio complessivo R1 = 1,91E-09 è inferiore a quello tollerato RT = 1E-05

4.4.3 Scelta delle misure di protezione

Poiché il rischio complessivo $R1 = 1,91E-09$ è inferiore a quello tollerato $RT = 1E-05$, non occorre adottare alcuna misura di protezione per ridurlo.

4.4.4 *Calcolo del rischio R2: perdita di servizi pubblici essenziali*

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

Z1: Struttura

- RB:	1,58E-08
- RC:	7,92E-06
- RM:	3,33E-07
- RV (Impianti elettrici):	8,21E-10
- RW (Impianti elettrici):	8,21E-07
- RZ (Impianti elettrici):	0,00E+00
- Totale:	9,09E-06
Valore totale del rischio R2 per la struttura:	9,09E-06

4.4.5 *Analisi del rischio R2*

Il rischio complessivo $R2 = 9,09E-06$ è inferiore a quello tollerato $RT = 1E-03$

4.4.6 *Scelta delle misure di protezione*

Poiché il rischio complessivo $R1 = 1,91E-09$ è inferiore a quello tollerato $RT = 1E-05$, non occorre adottare alcuna misura di protezione per ridurlo.

Poiché il rischio complessivo $R2 = 9,09E-06$ è inferiore a quello tollerato $RT = 1E-03$, non occorre adottare alcuna misura di protezione per ridurlo.

Tenuto conto dell'importanza strategica della struttura, si è comunque ritenuto opportuno valutare l'adozione delle seguenti misure di protezione:

- dotare l'edificio di un LPS di classe II ($P_b = 0,05$)

L'adozione di tale misura di protezione modifica i parametri e le componenti di rischio.

I valori dei parametri per la struttura protetta sono di seguito indicati.

Zona Z1: Struttura

- $PA = 5,00E-02$
- $PB = 0,05$
- PC (Impianti elettrici) = $2,00E-02$
- $PC = 2,00E-02$
- PM (Impianti elettrici) = $1,28E-04$
- $PM = 1,28E-04$

- PU (Impianti elettrici) = 9,50E-03
- PV (Impianti elettrici) = 9,50E-03
- PW (Impianti elettrici) = 1,90E-02
- PZ (Impianti elettrici) = 0,00E+00
- $r_t = 0,01$
- $r_p = 0,2$
- $r_f = 0,001$
- $h = 2$

Rischio R1: perdita di vite umane

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

- RA: 9,03E-11
- RB: 3,61E-13
- RU (Impianti elettrici): 9,36E-11
- RV (Impianti elettrici): 3,74E-13
- Totale: 1,85E-10

Valore totale del rischio R1 per la struttura: 1,85E-10

Rischio R2: perdita di servizi pubblici essenziali

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

- RB: 7,92E-10
- RC: 1,58E-07
- RM: 3,33E-07
- RV (Impianti elettrici): 8,21E-10
- RW (Impianti elettrici): 8,21E-07
- RZ (Impianti elettrici): 0,00E+00
- Totale: 1,31E-06

Valore totale del rischio R2 per la struttura: 1,31E-06

4.4.7 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): € 5.846,29

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

- Interesse: 2 %
- Ammortamento: 30 anni
- Manutenzione: 2 %

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

- RB: 1,58E-07
- RC: 7,68E-07
- RM: 3,23E-08
- RV (Impianti elettrici): 8,21E-09
- RW (Impianti elettrici): 7,95E-08
- RZ (Impianti elettrici): 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.

- Perdite senza protezioni: € 8,41
- Perdite con protezioni: € 1,15
- Costo delle misure di protezione: € 0,00
- Risparmio: € 7,26

Costo LPS e SPD ad arrivo linea: € 603,92

- Totale perdite senza protezioni: € 8,41
- Totale perdite con protezioni: € 1,15
- Totale costo delle misure di protezione: € 603,92
- **Totale risparmio: € -596,66**

Come si evince, l'adozione delle misure di protezione previste (LPS di II livello), determina un esborso economico, su base annua, pari a circa € 597 per la durata di vita presunta dell'impianto (30 anni). Tale valore non è economicamente giustificabile.

Viene quindi confermato quanto calcolato ovvero che non sono necessarie misure di protezione aggiuntive a quanto già previsto.

4.5 CONCLUSIONI

A seguito delle considerazioni di cui sopra vale quanto segue:

- Rischi che non superano il valore tollerabile: R1 e R2
- Sistema delle protezioni previste per il rischio R4: valutate ma economicamente non convenienti

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

In forza della legge 1/3/1968 n.186 che individua nelle Norme CEI la regola dell'arte, si può ritenere assolto ogni obbligo giuridico, anche specifico, che richieda la protezione contro le scariche atmosferiche.

4.6 APPENDICI

4.6.1 Caratteristiche della struttura

- Dimensioni: A (m): 18 B (m): 10 H (m): 3,8 Hmax (m): 4,5
- Coefficiente di posizione: isolata (CD = 1)
- Schermo esterno alla struttura: assente
- Densità di fulmini a terra (fulmini/anno km²) Ng = 6,44

4.6.2 Caratteristiche delle linee elettriche

Caratteristiche della linea: L1

- La linea ha caratteristiche uniformi lungo l'intero percorso
- Tipo di linea: energia - interrata con trasformatore MT/BT
- Lunghezza (m) L = 1500
- Resistività (ohm x m) = 500 (stimata)
- Coefficiente ambientale (CE): rurale
- Schermo collegato alla stessa terra delle apparecchiature alimentate: $5 < R \leq 20$ ohm/km
- SPD ad arrivo linea: livello I (PEB = 0,01)

4.6.3 Caratteristiche delle Zone

Caratteristiche dell'intera struttura

- Tipo di zona: interna
- Tipo di pavimentazione: cemento (rt = 0,01)

- Rischio di incendio: ridotto ($r_f = 0,001$)
- Pericoli particolari: ridotto rischio di panico ($h = 2$)
- Protezioni antincendio: automatiche ($r_p = 0,2$)
- Schermatura di zona: assente
- Protezioni contro le tensioni di contatto e di passo: nessuna

Impianto interno: Impianti elettrici

- Alimentato dalla linea L1
- Tipo di circuito: Cond. attivi e PE con stesso percorso (spire fino a 10 m^2) ($K_{s3} = 0,2$)
- Tensione di tenuta: 2,5 kV
- Sistema di SPD - livello: II ($PSPD = 0,02$)

Valori medi delle perdite per la zona: Struttura

Rischio 1

- Tempo per il quale le persone sono presenti nella struttura (ore all'anno): 20
- Perdita per tensioni di contatto e di passo (relativa a R1) $LA = LU = 2,28E-07$
- Perdita per danno fisico (relativa a R1) $LB = LV = 9,12E-10$

Rischio 2

- Perdita per danno fisico (relativa a R4) $LB = LV = 2,00E-06$
- Perdita per avaria di impianti interni (relativa a R2) $LC = LM = LW = LZ = 1,00E-03$

Rischio 4

- Valore dei muri (€): 200.000 (stima)
- Valore del contenuto (€): 50.000 (stima)
- Valore degli impianti interni inclusa l'attività (€): 7.793.000 (stima)
- Valore totale della struttura (€): 8.043.000
- Perdita per avaria di impianti interni (relativa a R4) $LC = LM = LW = LZ = 9,69E-05$
- Perdita per danno fisico (relativa a R4) $LB = LV = 2,00E-05$

Rischi e componenti di rischio presenti nella struttura

- Rischio 1: Ra Rb Ru Rv
- Rischio 2: Rb Rc Rm Rv Rw Rz
- Rischio 4: Rb Rc Rm Rv Rw Rz

4.6.4 Frequenza di danno

- Frequenza di danno tollerabile $FT = 0,10$

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

Z1: Struttura

- FS1: 7,92E-03
- FS2: 3,33E-04
- FS3: 1,22E-03
- FS4: 0,00E+00
- Totale: 9,47E-03

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

- FS1: 5,47E-04
- FS2: 3,33E-04
- FS3: 1,22E-03
- FS4: 0,00E+00
- Totale: 2,10E-03

4.6.5 Aree di raccolta e numero annuo di eventi pericolosi

- Area di raccolta per fulminazione diretta della struttura $AD = 1,23E-03 \text{ km}^2$
- Area di raccolta per fulminazione indiretta della struttura $AM = 4,04E-01 \text{ km}^2$
- Numero di eventi pericolosi per fulminazione diretta della struttura $ND = 7,92E-03$
- Numero di eventi pericolosi per fulminazione indiretta della struttura $NM = 2,60E+00$

Linee elettriche

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

L1 - Linea elettrica

- $AL = 0,060000 \text{ km}^2$
- $AI = 6,000000 \text{ km}^2$

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

L1 - linea elettrica

- $NL = 0,043201$

- NI = 3,864000

4.6.6 Valori delle probabilità *P* per la struttura non protetta

Zona Z1: Struttura

- PA = 1,00E+00
- PB = 1,0
- PC (Impianti elettrici) = 1,00E+00
- PC = 1,00E+00
- PM (Impianti elettrici) = 1,28E-04
- PM = 1,28E-04
- PU (Impianti elettrici) = 9,50E-03
- PV (Impianti elettrici) = 9,50E-03
- PW (Impianti elettrici) = 1,90E-02
- PZ (Impianti elettrici) = 0,00E+00

5 CABINA PEDESCALA SUD

5.1 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.

Coordinate in formato decimale (WGS84)

Indirizzo: Strada del Piovan, 36040 Valdastico VI, Italia

Latitudine: 45.846843

Longitudine: 11.375581



5.2 DATI INIZIALI

5.2.1 Densità annua di fulmini a terra

Come rilevabile dalla Norma CEI EN62305 - CEI 81-30 “Protezione contro i fulmini - Reti di localizzazione fulmini (LLS)”, la densità annua di fulmini a terra del sito nel quale è situata la struttura vale (vedasi allegato n.3):

- $N_g = 5,83$ fulmini/(anno km^2)

5.2.2 Dati relativi alla struttura

Le dimensioni massime della struttura sono:

- A (m): 12
- B (m): 10
- H (m): 3,8
- Hmax (m): 4,5

La destinazione d'uso prevalente della struttura è: CABINA ELETTRICA.

5.2.3 Tipi di danno, perdite e misure di protezione

La fulminazione produce sempre dei danni, ai quali sono associate delle perdite. Poiché è impossibile difendersi in modo assoluto dagli effetti della fulminazione, si determina il “danno accettabile” ed, in definitiva, il tipo di impianto di protezione adeguato.

Ciascun tipo di danno, da solo o in combinazione con altri, può produrre differenti tipi di perdite, ovvero:

- perdita di vite umane (rischio R1)
- perdita di servizio pubblico (rischio R2)
- perdita di patrimonio culturale insostituibile (rischio R3)
- perdita economica (struttura e suo contenuto, servizi e interruzione dell’attività) (rischio R4).

Al fine di valutare se la protezione sia o meno necessaria, deve essere effettuata la valutazione del rischio in accordo con la procedura indicata nella norma CEI 62305-2, in modo che il rischio risultante R, che è funzione di R1, R2 e R3, sia minore del rischio tollerabile RT.

I valori del rischio tollerabile RT sono i seguenti:

- per il rischio R1: $1E-5$
- per il rischio R2: $1E-3$
- per il rischio R3: $1E-4$

La struttura, stante la sua destinazione d’uso, può essere soggetta ai seguenti rischi:

- rischio R1 (perdita di vite umane, in caso di fulminazione della struttura durante la presenza del personale di manutenzione)
- rischio R2 (perdita di servizio pubblico, in particolare inteso come possibile perdita di fruizione della viabilità autostradale in caso di fuori servizio della cabina dovuto a fulminazione).

Il rischio R3 non è applicabile in quanto trattasi di nuovo manufatto ad uso prettamente tecnologico.

Inoltre si rende necessario calcolare il rischio R4 ai fini di valutare la convenienza economica ad adottare eventuali misure di protezione, tenuto conto dell'aspetto, non trascurabile, dei costi indiretti per l'eventuale interruzione della fruibilità autostradale in caso di fuori servizio della cabina.

5.2.4 *Dati relativi alle linee elettriche esterne*

La struttura è servita dalle seguenti linee elettriche che possono introdurre potenziali pericoli per fulminazione indiretta:

- Linea di energia: L1 - linea MT ANELLO 20 KV (TIPICA)

La linea di segnale entrante nella cabina è costituita dall'anello in FIBRA OTTICA di tratta, che stante la sua natura, non può introdurre potenziale pericoloso e di conseguenza non viene considerata.

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

5.2.5 *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 ed in particolare il lay-out degli impianti interni e le misure di protezione esistenti,

è stata definita un'unica zona, corrispondente all'intera struttura.

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

5.3 *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 analiticamente come indicato nella norma CEI EN 62305-2, art. A.2. Il suo valore è il seguente:

Area di raccolta AD (km²) = 1,03E-03

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 analiticamente come indicato nella norma CEI EN 62305-2, art. A.3. Il suo valore è il seguente:

Area di raccolta AM (km²) = 4,00E-01

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.

5.4 VALUTAZIONE DEI RISCHI

5.4.1 Calcolo del rischio R1: perdita di vite umane

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

Z1: Struttura

- RA:	2,74E-09
- RB:	1,10E-11
- RU (Impianti elettrici):	8,47E-11
- RV (Impianti elettrici):	3,39E-13
- Totale:	2,84E-09
Valore totale del rischio R1 per la struttura:	2,84E-09

5.4.2 Analisi del rischio R1

Il rischio complessivo R1 = 2,84E-09 è inferiore a quello tollerato RT = 1E-05

5.4.3 Calcolo del rischio R2: perdita di servizi pubblici essenziali

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

Z1: Struttura

- RB:	2,40E-08
- RC:	1,20E-05
- RM:	2,98E-07
- RV (Impianti elettrici):	7,43E-10
- RW (Impianti elettrici):	7,43E-07
- RZ (Impianti elettrici):	0,00E+00
- Totale:	1,31E-05
Valore totale del rischio R2 per la struttura:	1,31E-05

5.4.4 Analisi del rischio R2

Il rischio complessivo R2 = 1,31E-05 è inferiore a quello tollerato RT = 1E-03

5.4.5 Scelta delle misure di protezione

Poiché il rischio complessivo R1 = 2,84E-09 è inferiore a quello tollerato RT = 1E-05, non occorre adottare alcuna misura di protezione per ridurlo.

Poiché il rischio complessivo R2 = 1,31E-05 è inferiore a quello tollerato RT = 1E-03, non occorre adottare alcuna misura di protezione per ridurlo.

Tenuto conto dell'importanza strategica della struttura, si è comunque ritenuto opportuno valutare l'adozione delle seguenti misure di protezione:

- dotare l'edificio di un LPS di classe II (Pb = 0,05)

L'adozione di tale misura di protezione modifica i parametri e le componenti di rischio.

I valori dei parametri per la struttura protetta sono di seguito indicati.

Zona Z1: Struttura

- PA = 5,00E-02
- PB = 0,05
- PC (Impianti elettrici) = 2,00E-02
- PC = 2,00E-02
- PM (Impianti elettrici) = 1,28E-04
- PM = 1,28E-04
- PU (Impianti elettrici) = 9,50E-03
- PV (Impianti elettrici) = 9,50E-03
- PW (Impianti elettrici) = 1,90E-02
- PZ (Impianti elettrici) = 0,00E+00

- $rt = 0,01$
- $rp = 0,2$
- $rf = 0,001$
- $h = 2$

Rischio R1: perdita di vite umane

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

- RA: $1,37E-10$
- RB: $5,48E-13$
- RU (Impianti elettrici): $8,47E-11$
- RV (Impianti elettrici): $3,39E-13$
- Totale: $2,23E-10$

Valore totale del rischio R1 per la struttura: $2,23E-10$

Rischio R2: perdita di servizi pubblici essenziali

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

- RB: $1,20E-09$
- RC: $2,40E-07$
- RM: $2,98E-07$
- RV (Impianti elettrici): $7,43E-10$
- RW (Impianti elettrici): $7,43E-07$
- RZ (Impianti elettrici): $0,00E+00$
- Totale: $1,28E-06$

Valore totale del rischio R2 per la struttura: $1,28E-06$

5.4.6 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): € 4.739,53

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

- Interesse: 2 %
- Ammortamento: 30 anni
- Manutenzione: 2 %

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

- RB: 2,40E-07
- RC: 1,12E-06
- RM: 2,78E-08
- RV (Impianti elettrici): 7,43E-09
- RW (Impianti elettrici): 6,93E-08
- RZ (Impianti elettrici): 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.

- Perdite senza protezioni: € 4,32
- Perdite con protezioni: € 0,41
- Costo delle misure di protezione: € 0,00
- Risparmio: € 3,91

Costo LPS e SPD ad arrivo linea: € 489,59

- Totale perdite senza protezioni: € 4,32
- Totale perdite con protezioni: € 0,41
- Totale costo delle misure di protezione: € 489,59
- **Totale risparmio: € -485,68**

Come si evince, l'adozione delle misure di protezione previste (LPS di II livello), determina un esborso economico, su base annua, pari a circa € 486 per la durata di vita presunta dell'impianto (30 anni). Tale valore non è economicamente giustificabile.

Viene quindi confermato quanto calcolato ovvero che non sono necessarie misure di protezione aggiuntive a quanto già previsto.

5.5 CONCLUSIONI

A seguito delle considerazioni di cui sopra vale quanto segue:

- Rischi che non superano il valore tollerabile: R1 e R2

- Sistema delle protezioni previste per il rischio R4: valutate ma economicamente non convenienti

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

In forza della legge 1/3/1968 n.186 che individua nelle Norme CEI la regola dell'arte, si può ritenere assolto ogni obbligo giuridico, anche specifico, che richieda la protezione contro le scariche atmosferiche.

5.6 APPENDICI

5.6.1 Caratteristiche della struttura

- Dimensioni: A (m): 12 B (m): 10 H (m): 3,8 Hmax (m): 4,5
- 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 = 5,83

5.6.2 Caratteristiche delle linee elettriche

Caratteristiche della linea: L1

- La linea ha caratteristiche uniformi lungo l'intero percorso
- Tipo di linea: energia - interrata con trasformatore MT/BT
- Lunghezza (m) L = 1500
- Resistività (ohm x m) = 500 (stimata)
- Coefficiente ambientale (CE): rurale
- Schermo collegato alla stessa terra delle apparecchiature alimentate: $5 < R \leq 20$ ohm/km
- SPD ad arrivo linea: livello I (PEB = 0,01)

5.6.3 Caratteristiche delle Zone

Caratteristiche dell'intera struttura

- Tipo di zona: interna
- Tipo di pavimentazione: cemento (rt = 0,01)
- Rischio di incendio: ridotto (rf = 0,001)
- Pericoli particolari: ridotto rischio di panico (h = 2)
- Protezioni antincendio: automatiche (rp = 0,2)

- Schermatura di zona: assente
- Protezioni contro le tensioni di contatto e di passo: nessuna

Impianto interno: Impianti elettrici

- Alimentato dalla linea L1
- Tipo di circuito: Cond. attivi e PE con stesso percorso (spire fino a 10 m²) (Ks3 = 0,2)
- Tensione di tenuta: 2,5 kV
- Sistema di SPD - livello: II (PSPD = 0,02)

Valori medi delle perdite per la zona: Struttura

Rischio 1

- Tempo per il quale le persone sono presenti nella struttura (ore all'anno): 20
- Perdita per tensioni di contatto e di passo (relativa a R1) LA = LU = 2,28E-07
- Perdita per danno fisico (relativa a R1) LB = LV = 9,12E-10

Rischio 2

- Perdita per danno fisico (relativa a R4) LB = LV = 2,00E-06
- Perdita per avaria di impianti interni (relativa a R2) LC = LM = LW = LZ = 1,00E-03

Rischio 4

- Valore dei muri (€): 150.000 (stima)
- Valore del contenuto (€): 50.000 (stima)
- Valore degli impianti interni inclusa l'attività (€): 2.748.000 (stima)
- Valore totale della struttura (€): 2.948.000
- Perdita per avaria di impianti interni (relativa a R4) LC = LM = LW = LZ = 9,32E-05
- Perdita per danno fisico (relativa a R4) LB = LV = 2,00E-05

Rischi e componenti di rischio presenti nella struttura

- Rischio 1: Ra Rb Ru Rv
- Rischio 2: Rb Rc Rm Rv Rw Rz
- Rischio 4: Rb Rc Rm Rv Rw Rz

5.6.4 Frequenza di danno

- Frequenza di danno tollerabile FT = 0,10

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
- 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

Z1: Struttura

- FS1: 1,20E-02
- FS2: 2,98E-04
- FS3: 1,11E-03
- FS4: 0,00E+00
- Totale: 1,34E-02

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

- FS1: 8,29E-04
- FS2: 2,98E-04
- FS3: 1,11E-03
- FS4: 0,00E+00
- Totale: 2,24E-03

5.6.5 Aree di raccolta e numero annuo di eventi pericolosi

- Area di raccolta per fulminazione diretta della struttura $AD = 1,03E-03 \text{ km}^2$
- Area di raccolta per fulminazione indiretta della struttura $AM = 4,00E-01 \text{ km}^2$
- Numero di eventi pericolosi per fulminazione diretta della struttura $ND = 1,20E-02$
- Numero di eventi pericolosi per fulminazione indiretta della struttura $NM = 2,33E+00$

Linee elettriche

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

L1 - Linea elettrica

- $AL = 0,060000 \text{ km}^2$
- $AI = 6,000000 \text{ km}^2$

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

L1 - linea elettrica

- $NL = 0,039109$
- $NI = 3,498000$

5.6.6 Valori delle probabilità P per la struttura non protetta

Zona Z1: Struttura

- PA = 1,00E+00
- PB = 1,0
- PC (Impianti elettrici) = 1,00E+00
- PC = 1,00E+00
- PM (Impianti elettrici) = 1,28E-04
- PM = 1,28E-04
- PU (Impianti elettrici) = 9,50E-03
- PV (Impianti elettrici) = 9,50E-03
- PW (Impianti elettrici) = 1,90E-02
- PZ (Impianti elettrici) = 0,00E+00

6 CABINA S.PIETRO NORD

6.1 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.

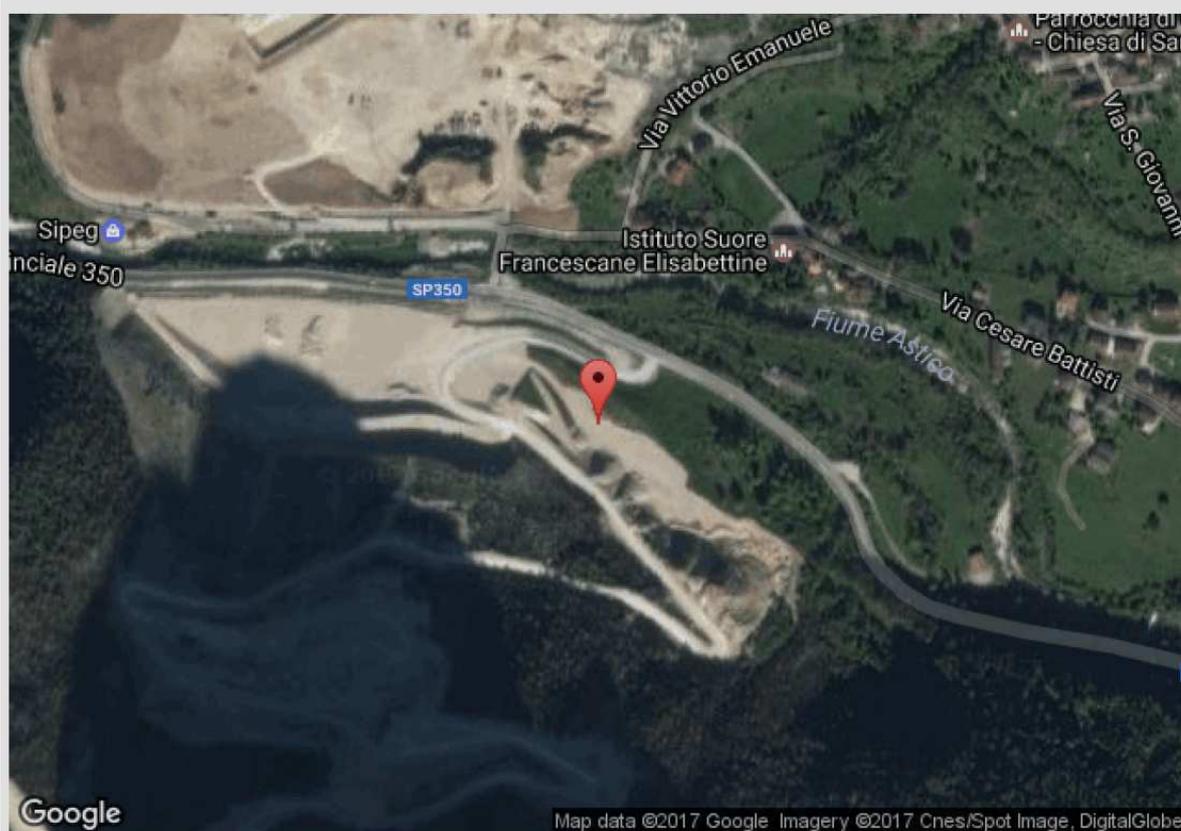
Pertanto, ai sensi dell'art. A.2.2 della norma CEI EN 62305-2, le dimensioni e le caratteristiche della struttura da considerare sono quelle dell'edificio stesso.

Coordinate in formato decimale (WGS84)

Indirizzo: SP350, 92, 36040 Valdastico VI, Italia

Latitudine: 45.893656

Longitudine: 11.342893



6.2 DATI INIZIALI

6.2.1 Densità annua di fulmini a terra

Come rilevabile dalla Norma CEI EN62305 - CEI 81-30 “Protezione contro i fulmini - Reti di localizzazione fulmini (LLS)”, la densità annua di fulmini a terra del sito nel quale è situata la struttura vale (vedasi allegato n.4):

- $N_g = 3,66$ fulmini/(anno km^2)

6.2.2 Dati relativi alla struttura

Le dimensioni massime della struttura sono:

- A (m): 12
- B (m): 10
- H (m): 3,8
- Hmax (m): 4,5

La destinazione d'uso prevalente della struttura è: CABINA ELETTRICA.

6.2.3 Tipi di danno, perdite e misure di protezione

La fulminazione produce sempre dei danni, ai quali sono associate delle perdite. Poiché è impossibile difendersi in modo assoluto dagli effetti della fulminazione, si determina il “danno accettabile” ed, in definitiva, il tipo di impianto di protezione adeguato.

Ciascun tipo di danno, da solo o in combinazione con altri, può produrre differenti tipi di perdite, ovvero:

- perdita di vite umane (rischio R1)
- perdita di servizio pubblico (rischio R2)
- perdita di patrimonio culturale insostituibile (rischio R3)
- perdita economica (struttura e suo contenuto, servizi e interruzione dell’attività) (rischio R4).

Al fine di valutare se la protezione sia o meno necessaria, deve essere effettuata la valutazione del rischio in accordo con la procedura indicata nella norma CEI 62305-2, in modo che il rischio risultante R, che è funzione di R1, R2 e R3, sia minore del rischio tollerabile RT.

I valori del rischio tollerabile RT sono i seguenti:

- per il rischio R1: $1E-5$
- per il rischio R2: $1E-3$
- per il rischio R3: $1E-4$

La struttura, stante la sua destinazione d’uso, può essere soggetta ai seguenti rischi:

- rischio R1 (perdita di vite umane, in caso di fulminazione della struttura durante la presenza del personale di manutenzione)
- rischio R2 (perdita di servizio pubblico, in particolare inteso come possibile perdita di fruizione della viabilità autostradale in caso di fuori servizio della cabina dovuto a fulminazione).

Il rischio R3 non è applicabile in quanto trattasi di nuovo manufatto ad uso prettamente tecnologico.

Inoltre si rende necessario calcolare il rischio R4 ai fini di valutare la convenienza economica ad adottare eventuali misure di protezione, tenuto conto dell'aspetto, non trascurabile, dei costi indiretti per l'eventuale interruzione della fruibilità autostradale in caso di fuori servizio della cabina.

6.2.4 Dati relativi alle linee elettriche esterne

La struttura è servita dalle seguenti linee elettriche che possono introdurre potenziali pericoli per fulminazione indiretta:

- Linea di energia: L1 - linea MT ANELLO 20 KV (TIPICA)

La linea di segnale entrante nella cabina è costituita dall'anello in FIBRA OTTICA di tratta, che stante la sua natura, non può introdurre potenziale pericoloso e di conseguenza non viene considerata.

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

6.2.5 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 ed in particolare il lay-out degli impianti interni e le misure di protezione esistenti,

è stata definita un'unica zona, corrispondente all'intera struttura.

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

6.3 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 analiticamente come indicato nella norma CEI EN 62305-2, art. A.2. Il suo valore è il seguente:

Area di raccolta AD (km²) = 1,03E-03

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 analiticamente come indicato nella norma CEI EN 62305-2, art. A.3. Il suo valore è il seguente:

Area di raccolta AM (km²) = 4,00E-01

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.

6.4 VALUTAZIONE DEI RISCHI

6.4.1 Calcolo del rischio R1: perdita di vite umane

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

Z1: Struttura

- RA:	1,72E-09
- RB:	6,88E-12
- RU (Impianti elettrici):	5,32E-11
- RV (Impianti elettrici):	2,13E-13
- Totale:	1,78E-09
Valore totale del rischio R1 per la struttura:	1,78E-09

6.4.2 Analisi del rischio R1

Il rischio complessivo R1 = 1,78E-09 è inferiore a quello tollerato RT = 1E-05

6.4.3 Calcolo del rischio R2: perdita di servizi pubblici essenziali

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

Z1: Struttura

- RB:	1,51E-08
- RC:	7,54E-06
- RM:	1,87E-07
- RV (Impianti elettrici):	4,66E-10
- RW (Impianti elettrici):	4,66E-07
- RZ (Impianti elettrici):	0,00E+00
- Totale:	8,21E-06
Valore totale del rischio R2 per la struttura:	8,21E-06

6.4.4 Analisi del rischio R2

Il rischio complessivo R2 = 8,21E-06 è inferiore a quello tollerato RT = 1E-03

6.4.5 Scelta delle misure di protezione

Poiché il rischio complessivo R1 = 1,78E-09 è inferiore a quello tollerato RT = 1E-05, non occorre adottare alcuna misura di protezione per ridurlo.

Poiché il rischio complessivo R2 = 8,21E-06 è inferiore a quello tollerato RT = 1E-03, non occorre adottare alcuna misura di protezione per ridurlo.

Tenuto conto dell'importanza strategica della struttura, si è comunque ritenuto opportuno valutare l'adozione delle seguenti misure di protezione:

- dotare l'edificio di un LPS di classe II (Pb = 0,05)

L'adozione di tale misura di protezione modifica i parametri e le componenti di rischio.

I valori dei parametri per la struttura protetta sono di seguito indicati.

Zona Z1: Struttura

- PA = 5,00E-02
- PB = 0,05
- PC (Impianti elettrici) = 2,00E-02
- PC = 2,00E-02
- PM (Impianti elettrici) = 1,28E-04
- PM = 1,28E-04
- PU (Impianti elettrici) = 9,50E-03
- PV (Impianti elettrici) = 9,50E-03
- PW (Impianti elettrici) = 1,90E-02
- PZ (Impianti elettrici) = 0,00E+00

- $r_t = 0,01$
- $r_p = 0,2$
- $r_f = 0,001$
- $h = 2$

Rischio R1: perdita di vite umane

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

- RA: $8,60E-11$
- RB: $3,44E-13$
- RU (Impianti elettrici): $5,32E-11$
- RV (Impianti elettrici): $2,13E-13$
- Totale: $1,40E-10$

Valore totale del rischio R1 per la struttura: $1,40E-10$

Rischio R2: perdita di servizi pubblici essenziali

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

- RB: $7,54E-10$
- RC: $1,51E-07$
- RM: $1,87E-07$
- RV (Impianti elettrici): $4,66E-10$
- RW (Impianti elettrici): $4,66E-07$
- RZ (Impianti elettrici): $0,00E+00$
- Totale: $8,05E-07$

Valore totale del rischio R2 per la struttura: $8,05E-07$

6.4.6 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): € 4.739,53

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

- Interesse: 2 %
- Ammortamento: 30 anni
- Manutenzione: 2 %

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

- RB: 1,51E-07
- RC: 7,25E-07
- RM: 1,80E-08
- RV (Impianti elettrici): 4,66E-09
- RW (Impianti elettrici): 4,49E-08
- RZ (Impianti elettrici): 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.

- Perdite senza protezioni: € 4,95
- Perdite con protezioni: € 0,47
- Costo delle misure di protezione: € 0,00
- Risparmio: € 4,48

Costo LPS e SPD ad arrivo linea: € 489,59

- Totale perdite senza protezioni: € 4,95
- Totale perdite con protezioni: € 0,47
- Totale costo delle misure di protezione: € 489,59
- **Totale risparmio: € -485,11**

Come si evince, l'adozione delle misure di protezione previste (LPS di II livello), determina un esborso economico, su base annua, pari a circa € 485 per la durata di vita presunta dell'impianto (30 anni). Tale valore non è economicamente giustificabile.

Viene quindi confermato quanto calcolato ovvero che non sono necessarie misure di protezione aggiuntive a quanto già previsto.

6.5 CONCLUSIONI

A seguito delle considerazioni di cui sopra vale quanto segue:

- Rischi che non superano il valore tollerabile: R1 e R2

- Sistema delle protezioni previste per il rischio R4: valutate ma economicamente non convenienti

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

In forza della legge 1/3/1968 n.186 che individua nelle Norme CEI la regola dell'arte, si può ritenere assolto ogni obbligo giuridico, anche specifico, che richieda la protezione contro le scariche atmosferiche.

6.6 APPENDICI

6.6.1 Caratteristiche della struttura

- Dimensioni: A (m): 12 B (m): 10 H (m): 3,8 Hmax (m): 4,5
- 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 = 3,66

6.6.2 Caratteristiche delle linee elettriche

Caratteristiche della linea: L1

- La linea ha caratteristiche uniformi lungo l'intero percorso
- Tipo di linea: energia - interrata con trasformatore MT/BT
- Lunghezza (m) L = 1500
- Resistività (ohm x m) = 500 (stimata)
- Coefficiente ambientale (CE): rurale
- Schermo collegato alla stessa terra delle apparecchiature alimentate: $5 < R \leq 20$ ohm/km
- SPD ad arrivo linea: livello I (PEB = 0,01)

6.6.3 Caratteristiche delle Zone

Caratteristiche dell'intera struttura

- Tipo di zona: interna
- Tipo di pavimentazione: cemento (rt = 0,01)
- Rischio di incendio: ridotto (rf = 0,001)
- Pericoli particolari: ridotto rischio di panico (h = 2)
- Protezioni antincendio: automatiche (rp = 0,2)

- Schermatura di zona: assente
- Protezioni contro le tensioni di contatto e di passo: nessuna

Impianto interno: Impianti elettrici

- Alimentato dalla linea L1
- Tipo di circuito: Cond. attivi e PE con stesso percorso (spire fino a 10 m²) (Ks3 = 0,2)
- Tensione di tenuta: 2,5 kV
- Sistema di SPD - livello: II (PSPD = 0,02)

Valori medi delle perdite per la zona: Struttura

Rischio 1

- Tempo per il quale le persone sono presenti nella struttura (ore all'anno): 20
- Perdita per tensioni di contatto e di passo (relativa a R1) LA = LU = 2,28E-07
- Perdita per danno fisico (relativa a R1) LB = LV = 9,12E-10

Rischio 2

- Perdita per danno fisico (relativa a R4) LB = LV = 2,00E-06
- Perdita per avaria di impianti interni (relativa a R2) LC = LM = LW = LZ = 1,00E-03

Rischio 4

- Valore dei muri (€): 150.000 (stima)
- Valore del contenuto (€): 50.000 (stima)
- Valore degli impianti interni inclusa l'attività (€): 5.046.000 (stima)
- Valore totale della struttura (€): 5.246.000
- Perdita per avaria di impianti interni (relativa a R4) LC = LM = LW = LZ = 9,62E-05
- Perdita per danno fisico (relativa a R4) LB = LV = 2,00E-05

Rischi e componenti di rischio presenti nella struttura

- Rischio 1: Ra Rb Ru Rv
- Rischio 2: Rb Rc Rm Rv Rw Rz
- Rischio 4: Rb Rc Rm Rv Rw Rz

6.6.4 Frequenza di danno

- Frequenza di danno tollerabile FT = 0,10

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
- 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

Z1: Struttura

- FS1: 7,54E-03
- FS2: 1,87E-04
- FS3: 6,97E-04
- FS4: 0,00E+00
- Totale: 8,42E-03

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

- FS1: 5,20E-04
- FS2: 1,87E-04
- FS3: 6,97E-04
- FS4: 0,00E+00
- Totale: 1,40E-03

6.6.5 Aree di raccolta e numero annuo di eventi pericolosi

- Area di raccolta per fulminazione diretta della struttura $AD = 1,03E-03 \text{ km}^2$
- Area di raccolta per fulminazione indiretta della struttura $AM = 4,00E-01 \text{ km}^2$
- Numero di eventi pericolosi per fulminazione diretta della struttura $ND = 7,54E-03$
- 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:

L1 - Linea elettrica

- $AL = 0,060000 \text{ km}^2$
- $AI = 6,000000 \text{ km}^2$

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

L1 - linea elettrica

- $NL = 0,024552$
- $NI = 2,196000$

6.6.6 Valori delle probabilità P per la struttura non protetta

Zona Z1: Struttura

- PA = 1,00E+00
- PB = 1,0
- PC (Impianti elettrici) = 1,00E+00
- PC = 1,00E+00
- PM (Impianti elettrici) = 1,28E-04
- PM = 1,28E-04
- PU (Impianti elettrici) = 9,50E-03
- PV (Impianti elettrici) = 9,50E-03
- PW (Impianti elettrici) = 1,90E-02
- PZ (Impianti elettrici) = 0,00E+00

7 ALLEGATI

Fanno parte integrante del presente documento gli allegati che riportano i valori di N_g rilevati per ciascuna cabina.

7.1 ALLEGATO 1: CABINA PIOVENE



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

$N_g = 6,23$ fulmini / (anno km²)

POSIZIONE

Latitudine: **45,764746° N**

Longitudine: **11,444348° E**

7.2 ALLEGATO 2: CABINA COGOLLO SUD



7.3 ALLEGATO 3: CABINA PEDESCALA SUD



7.4 ALLEGATO 4: CABINA S. PIETRO NORD



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

$N_G = 3,66$ fulmini / (anno km²)

POSIZIONE

Latitudine: **45,893656° N**

Longitudine: **11,342893° E**