



**REGIONE AUTONOMA DELLA SARDEGNA**  
*Ente acque della Sardegna*



**LAVORI DI MANUTENZIONE STRAORDINARIA  
SULLE OPERE CIVILI ED ELETTRICHE**  
**DELLA CASA DI GUARDIA, DEI TORRINI DI PRESA E DEL  
CORONAMENTO DELLA DIGA DI BIDIGHINZU (Bessude)**  
**E DELLA CASA DI GUARDIA DELLA DIGA DI SOS CANALES (Buddusò)**

**PROGETTO ESECUTIVO**

**RELAZIONE TECNICA SPECIALISTICA  
PROTEZIONE SCARICHE ATMOSFERICHE  
Diga Sos Canales**

Allegato **A.01.5**

Scala

***I progettisti per le opere civili***

*Geom. Giuseppe Vulpiani*

*P.i. Alessandro Fois*

***Redatto dal Servizio Dighe***

***Il progettista per le  
opere elettriche***

*Ing. Marco Cordeddu*

***Coordinatore sicurezza  
in fase di progettazione***  
*P.i. Alessandro Fois*

***Il Responsabile Unico del Procedimento***  
*Ing. Enrica Palomba*

***Collaboratori tecnici***  
*P.i. Massimo Durante*  
*sig. Gianfrancesco Meledina*  
*sig. Piergavino Uldanck*

***Il Direttore Generale***  
*Ing. Maurizio Cittadini*

***Il Direttore del Servizio Dighe***  
*Ing. Roberto Meloni*

**FEBBRAIO 2021**

# **RELAZIONE TECNICA**

## **Protezione contro i fulmini**

### **Valutazione del rischio e scelta delle misure di protezione**

#### **Dati del progettista:**

dott.ing. Marco Cordeddu  
Albo degli Ingegneri della Provincia di Cagliari  
Numero di iscrizione all'albo: 3054  
Codice Fiscale: CRDMRC65T01B354D

#### **Committente:**

ENAS\_Diga Sos Canales  
Casa di Guardia Diga Sos Canales  
Indirizzo: Loc. Diga Sos Canales  
Comune: Buddusò  
Provincia: SS

## **SOMMARIO**

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

## **1. CONTENUTO DEL DOCUMENTO**

Questo documento contiene:

- la relazione sulla valutazione dei rischi dovuti al fulmine;
- la scelta delle misure di protezione da adottare ove necessarie.

## **2. NORME TECNICHE DI RIFERIMENTO**

Questo documento è stato elaborato con riferimento alle seguenti norme:

- CEI EN 62305-1  
"Protezione contro i fulmini. Parte 1: Principi generali"  
Febbraio 2013;
- CEI EN 62305-2  
"Protezione contro i fulmini. Parte 2: Valutazione del rischio"  
Febbraio 2013;
- CEI EN 62305-3  
"Protezione contro i fulmini. Parte 3: Danno materiale alle strutture e pericolo per le persone"  
Febbraio 2013;
- CEI EN 62305-4  
"Protezione contro i fulmini. Parte 4: Impianti elettrici ed elettronici nelle strutture"  
Febbraio 2013;
- CEI 81-29  
"Linee guida per l'applicazione delle norme CEI EN 62305"  
Maggio 2020;
- CEI EN IEC 62858  
"Densità di fulminazione. Reti di localizzazione fulmini (LLS) - Principi generali"  
Maggio 2020.

## **3. INDIVIDUAZIONE DELLA STRUTTURA DA PROTEGGERE**

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

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

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

## **4. DATI INIZIALI**

### **4.1 Densità annua di fulmini a terra**

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

$$N_g = 0,91 \text{ fulmini/anno km}^2$$

### **4.2 Dati relativi alla struttura**

Le dimensioni massime della struttura sono:

A (m): 13,5    B (m): 11,2    H (m): 10,6    Hmax (m): 12

La destinazione d'uso prevalente della struttura è: ufficio

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

- perdita di vite umane
- perdita economica

In accordo con la norma CEI EN 62305-2 per valutare la necessità della protezione contro il fulmine, deve pertanto essere calcolato:

- rischio R1;

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

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

### **4.3 Dati relativi alle linee elettriche esterne**

La struttura è servita dalle seguenti linee elettriche:

- Linea di energia: Linea Piano Terra
- Linea di energia: Linea Piano Primo-Secondo

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

### **4.4 Definizione e caratteristiche delle zone**

Tenuto conto di:

- compartimenti antincendio esistenti e/o che sarebbe opportuno realizzare;
- eventuali locali già protetti (e/o che sarebbe opportuno proteggere specificamente) contro il LEMP (impulso elettromagnetico);
- i tipi di superficie del suolo all'esterno della struttura, i tipi di pavimentazione interni ad essa e l'eventuale presenza di persone;
- le altre caratteristiche della struttura e, in particolare il lay-out degli impianti interni e le misure di protezione esistenti;

sono state definite le seguenti zone:

Z1: Piano Terra

Z2: Piano\_Primo\_Secondo

Z3: Area Esterna

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

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

L'area di raccolta AD dei fulmini diretti sulla struttura è stata valutata analiticamente come indicato nella norma CEI EN 62305-2, art. A.2.

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.

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: Piano Terra

RA: 1,22E-08

RB: 3,05E-09

RU(Impianto Elettrico): 1,51E-09

RV(Impianto Elettrico): 3,78E-10

Totale: 1,71E-08

Z2: Piano\_Primo\_Secondo

RA: 2,54E-09

RB: 6,35E-10

RU(Inimpianto Elettrico): 6,05E-10

RV(Inimpianto Elettrico): 1,51E-10

Totale: 3,93E-09

Z3: Area Esterna  
RA: 5,08E-12  
Totale: 5,08E-12

Valore totale del rischio R1 per la struttura: 2,10E-08

#### **6.1.2 Analisi del rischio R1**

Il rischio complessivo  $R1 = 2,10E-08$  è inferiore a quello tollerato  $RT = 1E-05$

### **7. SCELTA DELLE MISURE DI PROTEZIONE**

Poiché il rischio complessivo  $R1 = 2,10E-08$  è inferiore a quello tollerato  $RT = 1E-05$ , non occorre adottare alcuna misura di protezione per ridurlo.

### **8. CONCLUSIONI**

Rischi che non superano il valore tollerabile: R1  
Secondo la norma CEI EN 62305-2 la protezione contro il fulmine non è necessaria.

Data 20/02/2021

Timbro e firma

## **9. APPENDICI**

### **APPENDICE - Caratteristiche della struttura**

Dimensioni: A (m): 13,5    B (m): 11,2    H (m): 10,6    Hmax (m): 12  
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  $km^2$ )  $Ng = 0,91$

### **APPENDICE - Caratteristiche delle linee elettriche**

Caratteristiche della linea: Linea Piano Terra  
La linea ha caratteristiche uniformi lungo l'intero percorso  
Tipo di linea: energia - interrata  
Lunghezza (m)  $L = 6$   
Resistività (ohm x m)  $\rho = 400$   
Coefficiente ambientale (CE): rurale  
Dimensioni della struttura da cui proviene la linea: A (m): 5,5    B (m): 5    H (m): 4  
Coefficiente di posizione della struttura da cui proviene la linea ( $Cd$ ): in area con oggetti di altezza maggiore

Caratteristiche della linea: Linea Piano Primo-Secondo  
La linea ha caratteristiche uniformi lungo l'intero percorso  
Tipo di linea: energia - interrata  
Lunghezza (m)  $L = 20$   
Resistività (ohm x m)  $\rho = 400$   
Coefficiente ambientale (CE): rurale  
Dimensioni della struttura da cui proviene la linea: A (m): 5    B (m): 5,5    H (m): 4  
Coefficiente di posizione della struttura da cui proviene la linea ( $Cd$ ): in area con oggetti di altezza maggiore

### **APPENDICE - Caratteristiche delle zone**

Caratteristiche della zona: Piano\_Primo\_Secondo  
Tipo di zona: interna  
Tipo di pavimentazione: ceramica ( $rt = 0,001$ )  
Rischio di incendio: ridotto ( $rf = 0,001$ )  
Pericoli particolari: medio rischio di panico ( $h = 5$ )  
Protezioni antincendio: manuali ( $rp = 0,5$ )  
Schermatura di zona: assente  
Protezioni contro le tensioni di contatto e di passo: nessuna

Impianto interno: Inimpianto Elettrico  
Alimentato dalla linea Linea Piano Primo-Secondo



Tipo di circuito: Cond. attivi e PE nello stesso cavo (spire fino a 0,5 m<sup>2</sup>) ( $K_{s3} = 0,01$ )  
Tensione di tenuta: 1,5 kV  
Sistema di SPD - livello: Assente ( $PSPD = 1$ )  
Frequenza di danno tollerabile: 0,1

Valori medi delle perdite per la zona: Piano\_Primo\_Secondo

Rischio 1

Numero di persone nella zona: 2

Numero totale di persone nella struttura: 5

Tempo per il quale le persone sono presenti nella zona (ore all'anno): 2500

Perdita per tensioni di contatto e di passo (relativa a R1)  $LA = LU = 1,14E-06$

Perdita per danno fisico (relativa a R1)  $LB = LV = 2,85E-07$

Rischio 4

Valore dei muri (€): 120000

Valore del contenuto (€): 20000

Valore degli impianti interni inclusa l'attività (€): 25000

Valore totale della struttura (€): 200000

Perdita per avaria di impianti interni (relativa a R4)  $LC = LM = LW = LZ = 1,25E-03$

Perdita per danno fisico (relativa a R4)  $LB = LV = 8,25E-05$

Rischi e componenti di rischio presenti nella zona: Piano\_Primo\_Secondo

Rischio 1: Ra Rb Ru Rv

Rischio 4: Rb Rc Rm Rv Rw Rz

Caratteristiche della zona: Area Esterna

Tipo di zona: esterna

Tipo di suolo: asfalto ( $r_t = 0,00001$ )

Protezioni contro le tensioni di contatto e di passo: nessuna

Valori medi delle perdite per la zona: Area Esterna

Numero di persone nella zona: 1

Numero totale di persone nella struttura: 5

Tempo per il quale le persone sono presenti nella zona (ore all'anno): 1000

Perdita per tensioni di contatto e di passo (relativa a R1)  $LA = 2,28E-09$

Rischi e componenti di rischio presenti nella zona: Area Esterna

Rischio 1: Ra

Caratteristiche della zona: Piano Terra

Tipo di zona: interna

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

Rischio di incendio: ridotto ( $r_f = 0,001$ )

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

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

Schermatura di zona: assente

Protezioni contro le tensioni di contatto e di passo: nessuna

Impianto interno: Impianto Elettrico

Alimentato dalla linea Linea Piano Terra

Tipo di circuito: Cond. attivi e PE nello stesso cavo (spire fino a 0,5 m<sup>2</sup>) ( $K_{s3} = 0,01$ )

Tensione di tenuta: 1,5 kV

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

Frequenza di danno tollerabile: 0,1

Valori medi delle perdite per la zona: Piano Terra

Rischio 1

Numero di persone nella zona: 3

Numero totale di persone nella struttura: 5

Tempo per il quale le persone sono presenti nella zona (ore all'anno): 8000

Perdita per tensioni di contatto e di passo (relativa a R1)  $LA = LU = 5,48E-06$

Perdita per danno fisico (relativa a R1)  $LB = LV = 1,37E-06$

Rischio 4

Valore dei muri (€): 120000

Valore del contenuto (€): 25000

Valore degli impianti interni inclusa l'attività (€): 20000

Valore totale della struttura (€): 200000

Perdita per avaria di impianti interni (relativa a R4)  $LC = LM = LW = LZ = 1,00E-03$

Perdita per danno fisico (relativa a R4)  $LB = LV = 8,25E-05$

Rischi e componenti di rischio presenti nella zona: Piano Terra

Rischio 1: Ra Rb Ru Rv

Rischio 4: Rb Rc Rm Rv Rw Rz

## **APPENDICE - Frequenza di danno**

Impianto interno 1

Zona: Piano Terra

Linea: Linea Piano Terra

Circuito: Impianto Elettrico

FS Totale: 0,0091

Frequenza di danno tollerabile: 0,1

Circuito protetto: SI

Impianto interno 2

Zona: Piano\_Primo\_Secondo

Linea: Linea Piano Primo-Secondo

Circuito: Impianto Elettrico

FS Totale: 0,0245

Frequenza di danno tollerabile: 0,1

Circuito protetto: SI

## **APPENDICE - Aree di raccolta e numero annuo di eventi pericolosi**

### Struttura

Area di raccolta per fulminazione diretta della struttura  $AD = 4,90E-03 \text{ km}^2$

Area di raccolta per fulminazione indiretta della struttura  $AM = 4,02E-01 \text{ km}^2$

Numero di eventi pericolosi per fulminazione diretta della struttura  $ND = 2,23E-03$

Numero di eventi pericolosi per fulminazione indiretta della struttura  $NM = 3,66E-01$

### Linee elettriche

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

Linea Piano Terra

$AL = 0,000240 \text{ km}^2$

$AI = 0,024000 \text{ km}^2$

Linea Piano Primo-Secondo

$AL = 0,000800 \text{ km}^2$

$AI = 0,080000 \text{ km}^2$

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

Linea Piano Terra

$NL = 0,000109$

$NI = 0,010920$

Linea Piano Primo-Secondo

$NL = 0,000364$

$NI = 0,036400$

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

Zona Z1: Piano Terra

$PA = 1,00E+00$

$PB = 1,0$

$PC \text{ (Impianto Elettrico)} = 1,00E+00$

$PC = 1,00E+00$

$PM \text{ (Impianto Elettrico)} = 4,44E-05$

$PM = 4,44E-05$

$PU \text{ (Impianto Elettrico)} = 1,00E+00$

$PV \text{ (Impianto Elettrico)} = 1,00E+00$

$PW \text{ (Impianto Elettrico)} = 1,00E+00$

$PZ \text{ (Impianto Elettrico)} = 6,00E-01$

Zona Z2: Piano\_Primo\_Secondo

PA = 1,00E+00

PB = 1,0

PC (Inmpianto Elettrico) = 1,00E+00

PC = 1,00E+00

PM (Inmpianto Elettrico) = 4,44E-05

PM = 4,44E-05

PU (Inmpianto Elettrico) = 1,00E+00

PV (Inmpianto Elettrico) = 1,00E+00

PW (Inmpianto Elettrico) = 1,00E+00

PZ (Inmpianto Elettrico) = 6,00E-01

Zona Z3: Area Esterna

PA = 1,00E+00

PB = 1,0

PC = 0,00E+00

PM = 0,00E+00



## VALORE DI $N_G$

(CEI EN 62305 - CEI EN IEC 62858)

$$N_G = 0,91 \text{ fulmini / (anno km}^2\text{)}$$

### POSIZIONE

Latitudine: **40,554244° N**

Longitudine: **9,311706° E**

### INFORMAZIONI

- Il valore di  $N_G$  è riferito alle coordinate geografiche fornite dall'utente (latitudine e longitudine, formato WGS84). E' responsabilità dell'utente verificare l'affidabilità degli strumenti utilizzati per la rilevazione delle coordinate stesse, ivi inclusi la precisione e l'accuratezza di eventuali rilevatori GPS utilizzati per rilevazioni sul campo.
- I valori di  $N_G$  derivano da rilevazioni ed elaborazioni effettuate secondo lo stato dell'arte della tecnologia e delle conoscenze tecnico-scientifiche in materia.
- Il valore di  $N_G$  dipende dalle coordinate inserite. In uno stesso Comune si possono avere più valori di  $N_G$ .
- Piccole variazioni delle coordinate possono portare a valori diversi di  $N_G$  a causa della natura discreta della mappa cartografica.
- I dati forniti da TNE srl possiedono le caratteristiche indicate dalla guida 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 2025.

Data 23/06/2021

## Coordinate in formato decimale (WGS84)

**Indirizzo:** Coordinate manuali

**Latitudine:** 40,554244

**Longitudine:** 9,311706

