



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 Bidighinzu**

Allegato **A.01.3**

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 Udanck

Il Direttore Generale
Ing. Maurizio Cittadini

Il Direttore del Servizio Dighe
Ing. Roberto Meloni

FEBBRAIO 2021

**“Rifacimento Impianto Elettrico ampliamento rete dati dell’appartamento lato
“ds” della Casa di Guardia della diga Bidighinzu nel comune di Bessude**

RELAZIONE TECNICA

Protezione contro i fulmini

Valutazione del rischio e scelta delle misure di protezione

Dati del progettista:

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

Committente:

ENAS-Diga Bidighinzu
CASA DI GUARDIA Diga Bidighinzu
Indirizzo: Loc. Bidighinzu
Comune: Bessude
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:

$$N_g = 0,95 \text{ fulmini/anno km}^2$$

4.2 Dati relativi alla struttura

Le dimensioni massime della struttura sono:

A (m): 8 B (m): 25 H (m): 9,1 Hmax (m): 11

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 copertura metallica e 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: Alimentazione Appartamento DS
- Linea di energia: Alimentazione Appartamento SN

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: Appartamento Lato SN

Z2: Appartamento DS

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: Appartamento Lato SN

RA: 9,42E-09

RB: 2,36E-09

RU(Impianto Elettrico): 2,60E-09

RV(Impianto Elettrico): 6,51E-10

Totale: 1,50E-08

Z2: Appartamento DS

RA: 2,35E-09

RB: 5,88E-10

RU(Impianto Elettrico): 3,25E-10

RV(Impianto Elettrico): 8,12E-11

Totale: 3,34E-09

Z3: Area Esterna

RA: 1,18E-11

Totale: 1,18E-11

Valore totale del rischio R1 per la struttura: 1,84E-08

6.1.2 Analisi del rischio R1

Il rischio complessivo $R1 = 1,84E-08$ è inferiore a quello tollerato $RT = 1E-05$

7. SCELTA DELLE MISURE DI PROTEZIONE

Poiché il rischio complessivo $R1 = 1,84E-08$ 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): 8 B (m): 25 H (m): 9,1 Hmax (m): 11
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) $N_g = 0,95$

APPENDICE - Caratteristiche delle linee elettriche

Caratteristiche della linea: Alimentazione Appartamento DS
La linea ha caratteristiche uniformi lungo l'intero percorso
Tipo di linea: energia - interrata
Lunghezza (m) $L = 15$
Resistività (ohm x m) $\rho = 400$
Coefficiente ambientale (CE): rurale

Caratteristiche della linea: Alimentazione Appartamento SN
La linea ha caratteristiche uniformi lungo l'intero percorso
Tipo di linea: energia - interrata
Lunghezza (m) $L = 30$
Resistività (ohm x m) $\rho = 400$
Coefficiente ambientale (CE): rurale

APPENDICE - Caratteristiche delle zone

Caratteristiche della zona: Appartamento Lato SN
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 Alimentazione Appartamento SN
Tipo di circuito: Cond. attivi e PE nello stesso cavo (spire fino a $0,5 \text{ m}^2$) ($K_{s3} = 0,01$)
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: Appartamento Lato SN

Rischio 1

Numero di persone nella zona: 2

Numero totale di persone nella struttura: 4

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) $LA = LU = 4,57E-06$

Perdita per danno fisico (relativa a R1) $LB = LV = 1,14E-06$

Rischio 4

Valore dei muri (€): 50000

Valore del contenuto (€): 30000

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

Valore totale della struttura (€): 150000

Perdita per avaria di impianti interni (relativa a R4) $LC = LM = LW = LZ = 1,67E-03$

Perdita per danno fisico (relativa a R4) $LB = LV = 7,00E-05$

Rischi e componenti di rischio presenti nella zona: Appartamento Lato SN

Rischio 1: Ra Rb Ru Rv

Rischio 4: Rb Rc Rm Rv Rw Rz

Caratteristiche della zona: Appartamento DS

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: Impianto Elettrico

Alimentato dalla linea Alimentazione Appartamento DS

Tipo di circuito: Cond. attivi e PE nello stesso cavo (spire fino a $0,5 \text{ m}^2$) ($Ks3 = 0,01$)

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: Appartamento DS

Rischio 1

Numero di persone nella zona: 2

Numero totale di persone nella struttura: 4

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

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

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

Rischio 4

Valore dei muri (€): 50000

Valore del contenuto (€): 10000

Valore degli impianti interni inclusa l'attività (€): 15000

Valore totale della struttura (€): 150000

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

Perdita per danno fisico (relativa a R4) $LB = LV = 5,00E-05$

Rischi e componenti di rischio presenti nella zona: Appartamento DS

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 ($rt = 0,00001$)

Protezioni contro le tensioni di contatto e di passo: nessuna

Valori medi delle perdite per la zona: Area Esterna

Numero di persone nella zona: 2

Numero totale di persone nella struttura: 4

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) $LA = 5,71E-09$

Rischi e componenti di rischio presenti nella zona: Area Esterna

Rischio 1: Ra

APPENDICE - Frequenza di danno

Impianto interno 1

Zona: Appartamento Lato SN

Linea: Alimentazione Appartamento SN

Circuito: Impianto Elettrico

FS Totale: 0,0369

Frequenza di danno tollerabile: 0,1

Circuito protetto: SI

Impianto interno 2

Zona: Appartamento DS

Linea: Alimentazione Appartamento DS

Circuito: Impianto Elettrico

FS Totale: 0,0195

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 $AD = 4,34E-03 \text{ km}^2$

Area di raccolta per fulminazione indiretta della struttura $AM = 4,08E-01 \text{ km}^2$

Numero di eventi pericolosi per fulminazione diretta della struttura $ND = 2,06E-03$

Numero di eventi pericolosi per fulminazione indiretta della struttura $NM = 3,88E-01$

Linee elettriche

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

Alimentazione Appartamento DS

$AL = 0,000600 \text{ km}^2$

$AI = 0,060000 \text{ km}^2$

Alimentazione Appartamento SN

$AL = 0,001200 \text{ km}^2$

$AI = 0,120000 \text{ km}^2$

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

Alimentazione Appartamento DS

$NL = 0,000285$

$NI = 0,028500$

Alimentazione Appartamento SN

$NL = 0,000570$

$NI = 0,057000$

APPENDICE - Valori delle probabilità P per la struttura non protetta

Zona Z1: Appartamento Lato SN

$PA = 1,00E+00$

$PB = 1,0$

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

$PC = 1,00E+00$

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

$PM = 4,44E-05$

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

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

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

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

Zona Z2: Appartamento DS

$PA = 1,00E+00$

$PB = 1,0$

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

$PC = 1,00E+00$

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

$PM = 4,44E-05$

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

PV (Impianto Elettrico) = 1,00E+00
PW (Impianto Elettrico) = 1,00E+00
PZ (Impianto 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)

$$N_G = 0,95 \text{ fulmini / (anno km}^2\text{)}$$

POSIZIONE

Latitudine: **40,559479° N**

Longitudine: **8,661652° 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: 40,559479

Longitudine: 8,661652

