



**ASET S.p.A.**  
Azienda Servizi sul Territorio  
<Provincia di Pesaro Urbino>

**AMPLIAMENTO E POTENZIAMENTO DELL'IMPIANTO  
DI DEPURAZIONE ACQUE REFLUE DI PONTESASSO**

**PROGETTO  
DEFINITIVO\ESECUTIVO**



GRUPPO EUROPEO DI ARCHITETTURA, URBANISTICA E INGEGNERIA

**DIPARTIMENTO DI INGEGNERIA AMBIENTALE:**

Via Delle Caminate, 69/b 47121 Forlì (FC)

Tel: +39.0543.488000

Fax: +39.0543.559530

E-mail: [info@saireurope.com](mailto:info@saireurope.com)

<http://www.saireurope.com>

**GRUPPO DI LAVORO**

RESPONSABILE DEL PROGETTO:

Dott. Ing. Claudio Zanchini

PROGETTISTA:

Dott. Ing. Stefano Zanchini

Rev.n°:	oggetto:	
00	prima emissione	31/10/2012

Data:	Elaborato:	Tavola:	Scala:	
31 ottobre 2012	D	03	N° foglio:	Di:
			1	22

Oggetto

**RELAZIONE DI VERIFICA E PROTEZIONE  
CONTRO IL RISCHIO DI FULMINAZIONE CEI 81-10**

## Sommario

1	CONTENUTO DEL DOCUMENTO .....	3
2	NORME TECNICHE DI RIFERIMENTO.....	3
3	INDIVIDUAZIONE DELLA STRUTTURA DA PROTEGGERE.....	3
4	PALAZZINA UFFICI.....	4
4.1	Densità annua di fulmini a terra.....	4
4.2	Dati relativi alla struttura .....	4
4.3	Dati relativi alle linee elettriche esterne .....	4
4.3.1	Caratteristiche delle linee elettriche .....	5
4.4	Definizione delle zone.....	5
4.4.1	Caratteristiche delle zone.....	5
4.5	Calcolo delle aree di raccolta della struttura e delle linee elettriche esterne.....	6
4.5.1	Aree di raccolta e numero annuo di eventi pericolosi.....	7
4.5.2	Valori delle probabilità P per la struttura non protetta .....	8
4.6	Valutazione dei rischi.....	9
4.6.1	Rischio R1: perdita di vite umane.....	9
4.6.2	Rischio R2: perdita di servizi pubblici essenziali .....	9
4.7	Scelta delle misure di protezione .....	10
5	EDIFICIO TRATTAMENTO ACQUE .....	10
5.1	Densità annua di fulmini a terra.....	10
5.2	Dati relativi alla struttura .....	10
5.3	Dati relativi alle linee elettriche esterne .....	11
5.3.1	Caratteristiche delle linee elettriche .....	11
5.4	Definizione delle zone.....	11
5.4.1	Caratteristiche delle zone.....	12
5.5	Calcolo delle aree di raccolta della struttura e delle linee elettriche esterne.....	12
5.5.1	Aree di raccolta e numero annuo di eventi pericolosi.....	12
5.5.2	Valori delle probabilità P per la struttura non protetta .....	14
5.6	Valutazione dei rischi.....	14
5.6.1	Rischio R1: perdita di vite umane.....	14
5.6.2	Rischio R2: perdita di servizi pubblici essenziali .....	15
5.7	Scelta delle misure di protezione .....	15
6	EDIFICIO LOCALE QUADRI.....	16
6.1	Densità annua di fulmini a terra.....	16
6.2	Dati relativi alla struttura .....	16
6.3	Dati relativi alle linee elettriche esterne .....	16
6.3.1	Caratteristiche delle linee elettriche .....	17
6.4	Definizione delle zone.....	17
6.4.1	Caratteristiche delle zone.....	17
6.5	Calcolo delle aree di raccolta della struttura e delle linee elettriche esterne.....	18
6.5.1	Aree di raccolta e numero annuo di eventi pericolosi.....	18
6.5.2	Valori delle probabilità P per la struttura non protetta .....	19
6.6	Valutazione dei rischi.....	19
6.6.1	Rischio R1: perdita di vite umane.....	19
6.6.2	Rischio R2: perdita di servizi pubblici essenziali .....	20
6.7	Scelta delle misure di protezione .....	20
7	ANALISI DELLA CONVENIENZA ECONOMICA.....	20
8	CONCLUSIONI.....	22

## **1 CONTENUTO DEL DOCUMENTO**

La presente relazione ha per oggetto la valutazione dei rischi dovuti al fulmine eseguita per l'impianto di depurazione situato Ponte Sasso, frazione del Comune di Fano (PU). In particolare la relazione prende in esame il rischio legato al rischio di fulminazione per gli edifici di nuova realizzazione ovvero oggetto di modifiche a seguito dell'intervento di adeguamento.

Questo documento contiene:

- la relazione sulla valutazione dei rischi dovuti al fulmine ai sensi del DLgs 81/08, art. 29;
  - la scelta delle misure di protezione da adottare ove necessarie come richiesto dal DLgs 81/08, art. 84;
- la descrizione del sistema di protezione LPS previsto per l'impianto di termovalorizzazione.

## **2 NORME TECNICHE DI RIFERIMENTO**

Questo documento è stato elaborato con riferimento alle seguenti norme CEI:

- CEI 81-10/1 (EN 62305-1): "Protezione contro i fulmini. Parte 1: Principi Generali"  
Aprile 2006;  
Variante V1 (Settembre 2008);
- CEI 81-10/2 (EN 62305-2): "Protezione contro i fulmini. Parte 2: Valutazione del rischio"  
Aprile 2006;  
Variante V1 (Settembre 2008);
- CEI 81-10/3 (EN 62305-3): "Protezione contro i fulmini. Parte 3: Danno materiale alle strutture e pericolo per le persone"  
Aprile 2006;  
Variante V1 (Settembre 2008);
- CEI 81-10/4 (EN 62305-4): "Protezione contro i fulmini. Parte 4: Impianti elettrici ed elettronici nelle strutture"  
Aprile 2006;  
Variante V1 (Settembre 2008);
- CEI 81-3 : "Valori medi del numero dei fulmini a terra per anno e per chilometro quadrato dei Comuni d'Italia, in ordine alfabetico."  
Maggio 1999.

## **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.2.1.2 della Norma CEI EN 62305-2, le dimensioni e le caratteristiche della struttura da considerare sono quelle dell'edificio stesso. Nel caso in esame sono stati individuati i seguenti edifici, considerati singolarmente:

- Palazzina uffici;
- Edificio trattamento acque;
- Edificio locale quadri;

## **4 PALAZZINA UFFICI**

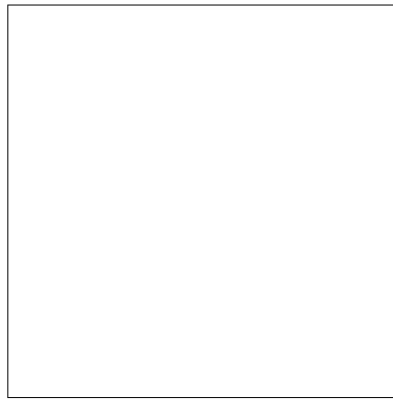
### **4.1 Densità annua di fulmini a terra**

Come rilevabile dalla Norma CEI 81-3, la densità annua di fulmini a terra per kilometro quadrato nel comune di FANO in cui è ubicata la struttura vale :

$$N_t = 2,5 \text{ fulmini/km}^2 \text{ anno}$$

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

La pianta della struttura è riportata di seguito:



  
Scala: 2 m

La destinazione d'uso prevalente della struttura è: servizio - acqua

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

- perdita di vite umane
- perdita di servizio pubblico
- perdita economica

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

- rischio R1;
- rischio R2;

Il rischio R4 non viene calcolato, in base alle risultanze della verifica.

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: alimentazione MT
- Linea di energia: distribuzione BT
- Linea di energia: alimentazione BT

### **4.3.1 Caratteristiche delle linee elettriche**

Caratteristiche della linea: alimentazione MT

La linea ha caratteristiche uniformi lungo l'intero percorso.

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

Lunghezza (m)  $L_c = 80$

Resistività (ohm x m)  $\rho = 300$

Coefficiente di posizione (Cd): in area con oggetti di altezza maggiore

Coefficiente ambientale (Ce): rurale

Dimensioni della struttura da cui proviene la linea: A (m): 3 B (m): 3 H (m): 8

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

SPD ad arrivo linea: livello IV ( $P_{spd} = 0,03$ )

Caratteristiche della linea: distribuzione BT

La linea ha caratteristiche uniformi lungo l'intero percorso.

Tipo di linea: energia - interrata

Lunghezza (m)  $L_c = 30$

Resistività (ohm x m)  $\rho = 300$

Coefficiente di posizione (Cd): in area con oggetti di altezza maggiore

Coefficiente ambientale (Ce): rurale

SPD ad arrivo linea: livello IV ( $P_{spd} = 0,03$ )

Caratteristiche della linea: alimentazione BT

La linea ha caratteristiche uniformi lungo l'intero percorso.

Tipo di linea: energia - interrata

Lunghezza (m)  $L_c = 150$

Resistività (ohm x m)  $\rho = 300$

Coefficiente di posizione (Cd): in area con oggetti di altezza maggiore

Coefficiente ambientale (Ce): rurale

SPD ad arrivo linea: livello IV ( $P_{spd} = 0,03$ )

## **4.4 Definizione 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: palazzina uffici

Z2: cortile

### **4.4.1 Caratteristiche delle zone**

Caratteristiche della zona: palazzina uffici

Tipo di zona: interna

Tipo di pavimentazione: cemento ( $r_u = 0,01$ )

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

Pericoli particolari: ridotto rischio di panico ( $h = 2$ )

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

Schermatura di zona: assente

Protezioni contro le tensioni di contatto: cartelli monitori

Impianto interno: Quadro MT

Alimentato dalla linea alimentazione MT

Tipo di circuito: Cond. attivi e PE su percorsi diversi (spire fino a 50 m<sup>2</sup>) (Ks3 = 1)

Tensione di tenuta: 4,0 kV

Sistema di SPD - livello: IV (Pspd = 0,03)

Impianto interno: QE-PCC

Alimentato dalla linea alimentazione BT

Tipo di circuito: Cond. attivi e PE con stesso percorso (spire fino a 10 m<sup>2</sup>) (Ks3 = 0,2)

Tensione di tenuta: 2,5 kV

Sistema di SPD - livello: IV (Pspd = 0,03)

Impianto interno: QE-PMCC

Alimentato dalla linea distribuzione BT

Tipo di circuito: Cond. attivi e PE con stesso percorso (spire fino a 10 m<sup>2</sup>) (Ks3 = 0,2)

Tensione di tenuta: 4,0 kV

Sistema di SPD - livello: IV (Pspd = 0,03)

Valori medi delle perdite per la zona: palazzina uffici

Perdita per tensioni di contatto (relativa a R1) Lt = 5,00E-03

Perdita per danno fisico (relativa a R1) Lf = 5,00E-04

Perdita per danno fisico (relativa a R2) Lf = 1,00E-01

Perdita per avaria di impianti interni (relativa a R2) Lo = 1,00E-02

Perdita per danno fisico (relativa a R4) Lf = 1,00E-01

Perdita per avaria di impianti interni (relativa a R4) Lo = 1,00E-04

Rischi e componenti di rischio presenti nella zona: palazzina uffici

Rischio 1: Rb Ru Rv

Rischio 2: Rb Rc Rm Rv Rw Rz

Rischio 4: Rb Rc Rm Rv Rw Rz

Caratteristiche della zona: cortile

Tipo di zona: esterna

Tipo di suolo: ghiaia (ra = 0,0001)

Protezioni contro le tensioni di contatto e di passo: nessuna

Valori medi delle perdite per la zona: cortile

Perdita per tensioni di contatto e di passo (relativa a R1) Lt = 5,00E-03

Rischi e componenti di rischio presenti nella zona: cortile

Rischio 1: Ra

## **4.5 Calcolo delle aree di raccolta della struttura e delle linee elettriche esterne**

L'area di raccolta Ad dei fulmini diretti sulla struttura è stata valutata graficamente secondo il metodo indicato nella Norma CEI EN 62305-2, art.A.2.

L'area di raccolta Am dei fulmini a terra vicino alla struttura, che ne possono danneggiare gli impianti interni per sovratensioni indotte, è stata valutata graficamente secondo il metodo indicato nella Norma CEI EN 62305-2, art.A.3.

Le aree di raccolta Ai e Ai di ciascuna linea elettrica esterna sono state valutate analiticamente come indicato nella Norma CEI EN 62305-2, art.A.4.

#### **4.5.1 Aree di raccolta e numero annuo di eventi pericolosi.**

##### Struttura

Area di raccolta per fulminazione diretta della struttura  $A_d = 1,17E-03 \text{ km}^2$

Area di raccolta per fulminazione indiretta della struttura  $A_m = 2,05E-01 \text{ km}^2$

Numero di eventi pericolosi per fulminazione diretta della struttura  $N_d = 1,46E-03$

Numero di eventi pericolosi per fulminazione indiretta della struttura  $N_m = 5,11E-01$

##### Linee elettriche

Area di raccolta per fulminazione diretta ( $A_l$ ) e indiretta ( $A_i$ ) delle linee:

alimentazione MT

$A_l = 0,000762 \text{ km}^2$

$A_i = 0,034641 \text{ km}^2$

distribuzione BT

$A_l = 0,000312 \text{ km}^2$

$A_i = 0,012990 \text{ km}^2$

alimentazione BT

$A_l = 0,002390 \text{ km}^2$

$A_i = 0,064952 \text{ km}^2$

Numero di eventi pericolosi per fulminazione diretta ( $N_l$ ) e indiretta ( $N_i$ ) delle linee:

alimentazione MT

$N_l = 0,000095$

$N_i = 0,017321$

distribuzione BT

$N_l = 0,000195$

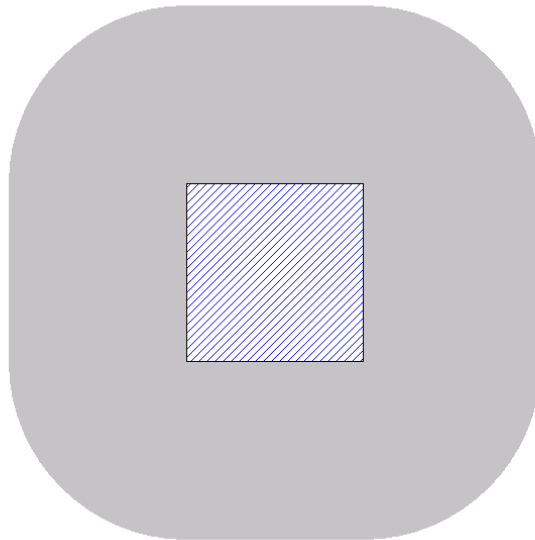
$N_i = 0,032476$

alimentazione BT

$N_l = 0,001494$

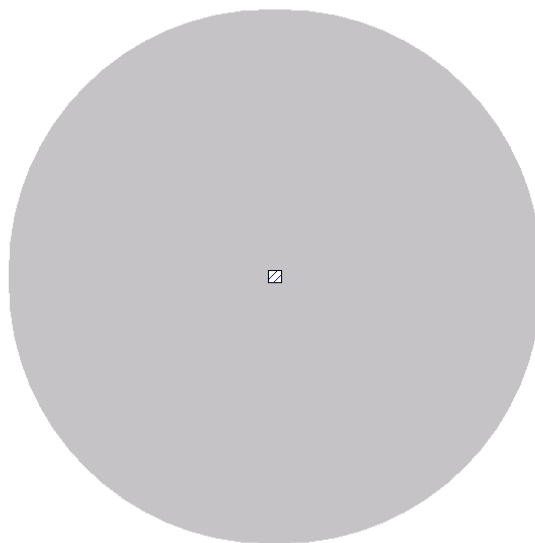
$N_i = 0,162380$

### **Area di raccolta per fulminazione diretta Ad**



Area di raccolta Ad (km<sup>2</sup>) = 1,17E-03

### **Area di raccolta per fulminazione indiretta Am**



Area di raccolta Am (km<sup>2</sup>) = 2,05E-01

## **4.5.2 Valori delle probabilità P per la struttura non protetta**

Zona Z1: palazzina uffici

Pa = 1,00E-01

Pb = 1,0

Pc (Quadro MT) = 1,00E+00

Pc (QE-PCC) = 1,00E+00

Pc (QE-PMCC) = 1,00E+00

Pc = 1,00E+00

Pm (Quadro MT) = 3,00E-02

Pm (QE-PCC) = 3,00E-02



Pm (QE-PMCC) = 3,00E-02  
Pm = 8,73E-02  
Pu (Quadro MT) = 3,00E-03  
Pv (Quadro MT) = 3,00E-02  
Pw (Quadro MT) = 3,00E-02  
Pz (Quadro MT) = 3,00E-02  
Pu (QE-PCC) = 3,00E-03  
Pv (QE-PCC) = 3,00E-02  
Pw (QE-PCC) = 3,00E-02  
Pz (QE-PCC) = 3,00E-02  
Pu (QE-PMCC) = 3,00E-03  
Pv (QE-PMCC) = 3,00E-02  
Pw (QE-PMCC) = 3,00E-02  
Pz (QE-PMCC) = 3,00E-02

Zona Z2: cortile  
Pa = 1,00E+00  
Pb = 1,0  
Pc = 1,00E+00  
Pm = 1,00E+00

## **4.6 Valutazione dei rischi**

### **4.6.1 Rischio R1: perdita di vite umane**

#### **4.6.1.1 Calcolo del rischio R1**

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

Z1: palazzina uffici  
RB: 7,31E-10  
RU(Quadro MT): 9,33E-11  
RV(Quadro MT): 9,33E-12  
RU(QE-PCC): 2,24E-10  
RV(QE-PCC): 2,24E-11  
RU(QE-PMCC): 2,92E-11  
RV(QE-PMCC): 2,92E-12  
Totale: 1,11E-09

Z2: cortile  
RA: 7,31E-10  
Totale: 7,31E-10

Valore totale del rischio R1 per la struttura: 1,84E-09

#### **4.6.1.2 Analisi del rischio R1**

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

### **4.6.2 Rischio R2: perdita di servizi pubblici essenziali**

#### **4.6.2.1 Calcolo del rischio R2**

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

Z1: palazzina uffici  
RB: 7,31E-08

RC: 1,46E-05  
RM: 4,46E-04  
RV(Quadro MT): 9,33E-10  
RW(Quadro MT): 1,87E-07  
RZ(Quadro MT): 5,17E-06  
RV(QE-PCC): 2,24E-09  
RW(QE-PCC): 4,48E-07  
RZ(QE-PCC): 4,83E-05  
RV(QE-PMCC): 2,92E-10  
RW(QE-PMCC): 5,85E-08  
RZ(QE-PMCC): 9,68E-06  
Totale: 5,24E-04

Valore totale del rischio R2 per la struttura: 5,24E-04

#### **4.6.2.2 Analisi del rischio R2**

Il rischio complessivo R2 = 5,24E-04 è inferiore a quello tollerato RT = 1E-03

### **4.7 Scelta delle misure di protezione**

È prevista l'installazione di un sistema di SPD di IV livello installando degli scaricatori nel quadro principale di Bassa Tensione. Tale soluzione è stata, pertanto, considerata nella valutazione del rischio eseguita.

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

Poiché il rischio complessivo R2 = 5,24E-04 è inferiore a quello tollerato RT = 1E-03 , non occorre adottare alcuna misura di protezione per ridurlo.

## **5 EDIFICIO TRATTAMENTO ACQUE**

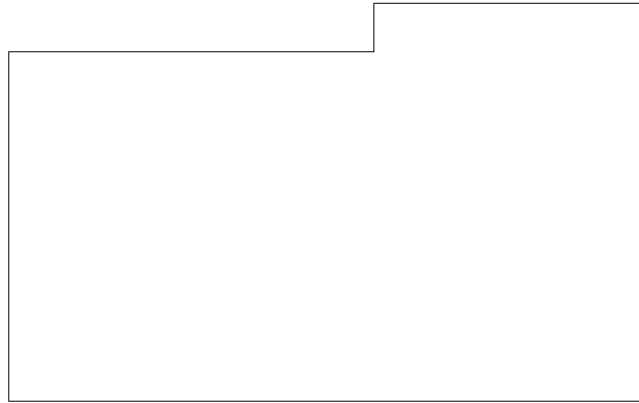
### **5.1 Densità annua di fulmini a terra**

Come rilevabile dalla Norma CEI 81-3, la densità annua di fulmini a terra per kilometro quadrato nel comune di FANO in cui è ubicata la struttura vale :

$$N_t = 2,5 \text{ fulmini/km}^2 \text{ anno}$$

### **5.2 Dati relativi alla struttura**

La pianta della struttura è riportata di seguito:



Scale: 2 m

La destinazione d'uso prevalente della struttura è: servizio - acqua

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

- perdita di vite umane
- perdita di servizio pubblico
- perdita economica

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

- rischio R1;
- rischio R2;

Il rischio R4 viene calcolato per verificare la convenienza economica legata all'adozione di protezioni aggiuntive a quelle previste.

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

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

La struttura è servita dalle seguenti linee elettriche:

- Linea di energia: alimentazione BT

#### **5.3.1 Caratteristiche delle linee elettriche**

Caratteristiche della linea: alimentazione B.T.

La linea ha caratteristiche uniformi lungo l'intero percorso.

Tipo di linea: energia - interrata

Lunghezza (m)  $L_c = 25$

Resistività (ohm x m)  $\rho = 300$

Coefficiente di posizione ( $C_d$ ): in area con oggetti di altezza maggiore

Coefficiente ambientale ( $C_e$ ): rurale

SPD ad arrivo linea: livello IV ( $P_{spd} = 0,03$ )

### **5.4 Definizione 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: edificio trattamento acque

#### **5.4.1 Caratteristiche delle zone**

Caratteristiche della zona: edificio trattamento acque

Tipo di zona: interna

Tipo di pavimentazione: cemento ( $r_u = 0,01$ )

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

Pericoli particolari: nessuno ( $h = 1$ )

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

Schermatura di zona: assente

Protezioni contro le tensioni di contatto: nessuna

Impianto interno: Quadro elettrico distribuzione B.T.

Alimentato dalla linea alimentazione B.T.

Tipo di circuito: Cond. attivi e PE con stesso percorso (spire fino a 10 m<sup>2</sup>) ( $K_{s3} = 0,2$ )

Tensione di tenuta: 2,5 kV

Sistema di SPD - livello: IV ( $P_{spd} = 0,03$ )

Valori medi delle perdite per la zona: edificio trattamento acque

Perdita per tensioni di contatto (relativa a R1)  $L_t = 1,00E-02$

Perdita per danno fisico (relativa a R1)  $L_f = 1,00E-03$

Perdita per danno fisico (relativa a R2)  $L_f = 1,00E-01$

Perdita per avaria di impianti interni (relativa a R2)  $L_o = 1,00E-02$

Perdita per danno fisico (relativa a R4)  $L_f = 1,00E-01$

Perdita per avaria di impianti interni (relativa a R4)  $L_o = 1,00E-04$

Rischi e componenti di rischio presenti nella zona: edificio trattamento acque

Rischio 1: R<sub>b</sub> R<sub>u</sub> R<sub>v</sub>

Rischio 2: R<sub>b</sub> R<sub>c</sub> R<sub>m</sub> R<sub>v</sub> R<sub>w</sub> R<sub>z</sub>

Rischio 4: R<sub>b</sub> R<sub>c</sub> R<sub>m</sub> R<sub>v</sub> R<sub>w</sub> R<sub>z</sub>

### **5.5 Calcolo delle aree di raccolta della struttura e delle linee elettriche esterne**

L'area di raccolta  $A_d$  dei fulmini diretti sulla struttura è stata valutata graficamente secondo il metodo indicato nella Norma CEI EN 62305-2, art.A.2.

L'area di raccolta  $A_m$  dei fulmini a terra vicino alla struttura, che ne possono danneggiare gli impianti interni per sovratensioni indotte, è stata valutata graficamente secondo il metodo indicato nella Norma CEI EN 62305-2, art.A.3.

Le aree di raccolta  $A_l$  e  $A_i$  di ciascuna linea elettrica esterna sono state valutate analiticamente come indicato nella Norma CEI EN 62305-2, art.A.4.

#### **5.5.1 Aree di raccolta e numero annuo di eventi pericolosi.**

Struttura

Area di raccolta per fulminazione diretta della struttura  $A_d = 3,84E-03$  km<sup>2</sup>

Area di raccolta per fulminazione indiretta della struttura  $A_m = 2,27E-01$  km<sup>2</sup>

Numero di eventi pericolosi per fulminazione diretta della struttura  $N_d = 4,80E-03$

Numero di eventi pericolosi per fulminazione indiretta della struttura  $N_m = 5,63E-01$

Linee elettriche

Area di raccolta per fulminazione diretta ( $A_l$ ) e indiretta ( $A_i$ ) delle linee:

alimentazione B.T.

$A_l = 0,000147 \text{ km}^2$

$A_i = 0,010825 \text{ km}^2$

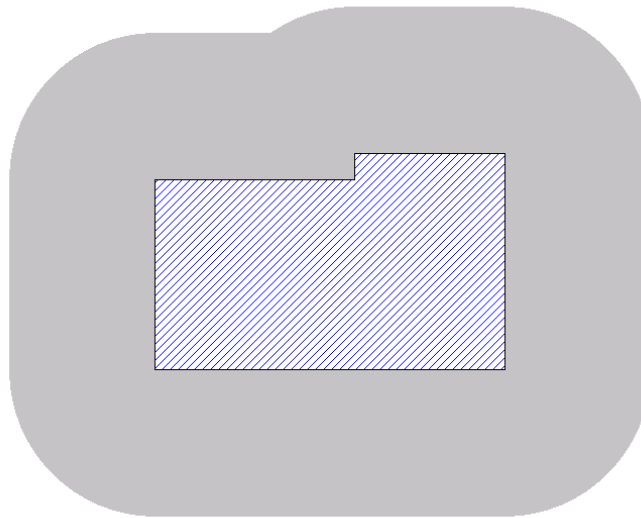
Numero di eventi pericolosi per fulminazione diretta ( $N_l$ ) e indiretta ( $N_i$ ) delle linee:

alimentazione B.T.

$N_l = 0,000092$

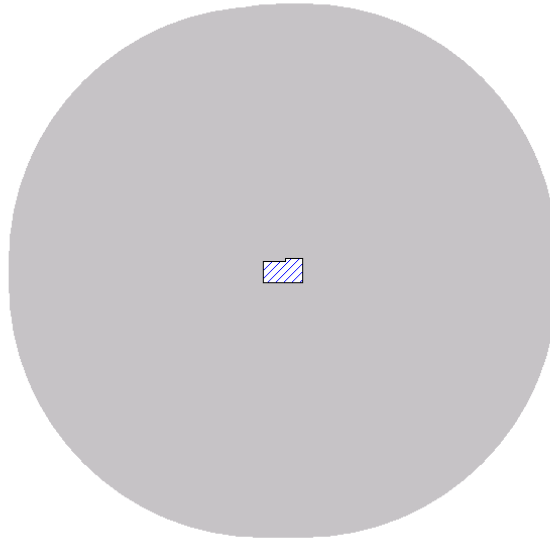
$N_i = 0,027063$

### **Area di raccolta per fulminazione diretta $A_d$**



Area di raccolta  $A_d \text{ (km}^2\text{)} = 3,84E-03$

### **Area di raccolta per fulminazione indiretta $A_m$**



Area di raccolta  $A_m$  (km<sup>2</sup>) = 2,27E-01

### **5.5.2 Valori delle probabilità P per la struttura non protetta**

Zona Z1: edificio trattamento acque

$P_a = 1,00E+00$

$P_b = 1,0$

$P_c$  (Quadro elettrico distribuzione B.T.) = 3,00E-02

$P_c = 3,00E-02$

$P_m$  (Quadro elettrico distribuzione B.T.) = 3,00E-02

$P_m = 3,00E-02$

$P_u$  (Quadro elettrico distribuzione B.T.) = 3,00E-02

$P_v$  (Quadro elettrico distribuzione B.T.) = 3,00E-02

$P_w$  (Quadro elettrico distribuzione B.T.) = 3,00E-02

$P_z$  (Quadro elettrico distribuzione B.T.) = 3,00E-02

## **5.6 Valutazione dei rischi**

### **5.6.1 Rischio R1: perdita di vite umane**

#### **5.6.1.1 Calcolo del rischio R1**

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

Z1: edificio trattamento acque

RB: 2,40E-09

RU(Quadro elettrico distribuzione B.T.): 2,76E-10

RV(Quadro elettrico distribuzione B.T.): 1,38E-12

Totale: 2,68E-09

Valore totale del rischio R1 per la struttura: 2,68E-09

#### **5.6.1.2 Analisi del rischio R1**

Il rischio complessivo  $R_1 = 2,68E-09$  è inferiore a quello tollerato  $R_T = 1E-05$

## **5.6.2 Rischio R2: perdita di servizi pubblici essenziali**

### **5.6.2.1 Calcolo del rischio R2**

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

Z1: edificio trattamento acque

RB: 2,40E-07

RC: 4,80E-05

RM: 1,69E-04

RV(Quadro elettrico distribuzione B.T.): 1,38E-10

RW(Quadro elettrico distribuzione B.T.): 2,76E-08

RZ(Quadro elettrico distribuzione B.T.): 8,09E-06

Totale: 2,25E-04

Valore totale del rischio R2 per la struttura: 2,25E-04

### **5.6.2.2 Analisi del rischio R2**

Il rischio complessivo R2 = 2,25E-04 è inferiore a quello tollerato RT = 1E-03

## **5.7 Scelta delle misure di protezione**

È prevista l'installazione di un sistema di SPD di IV livello installando gli scaricatori nel quadro di Bassa Tensione che alimenta l'edificio trattamento acque. Tale soluzione è stata, pertanto, considerata nella valutazione del rischio eseguita.

Poiché il rischio complessivo R1 = 2,68E-09 è inferiore a quello tollerato RT = 1E-05 , non occorre adottare alcuna misura di protezione per ridurlo.

Poiché il rischio complessivo R2 = 2,25E-04 è inferiore a quello tollerato RT = 1E-03 , non occorre adottare alcuna misura di protezione per ridurlo.

## **6 EDIFICIO LOCALE QUADRI**

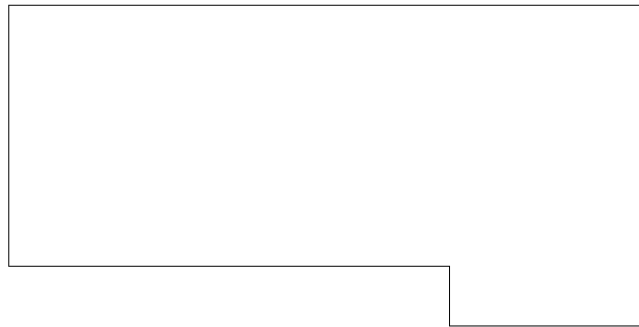
### **6.1 Densità annua di fulmini a terra**

Come rilevabile dalla Norma CEI 81-3, la densità annua di fulmini a terra per kilometro quadrato nel comune di FANO in cui è ubicata la struttura vale :

$$N_t = 2,5 \text{ fulmini/km}^2 \text{ anno}$$

### **6.2 Dati relativi alla struttura**

La pianta della struttura è riportata di seguito:



Scala: 2 m

La destinazione d'uso prevalente della struttura è: servizio - acqua

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

- perdita di vite umane
- perdita di servizio pubblico
- perdita economica

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

- rischio R1;
- rischio R2;

Il rischio R4 non viene calcolato, in base alle risultanze della verifica.

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

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

La struttura è servita dalle seguenti linee elettriche:

- Linea di energia: alimentazione BT



### 6.3.1 Caratteristiche delle linee elettriche

Caratteristiche della linea: alimentazione B.T.

La linea ha caratteristiche uniformi lungo l'intero percorso.

Tipo di linea: energia - interrata

Lunghezza (m)  $L_c = 150$

Resistività (ohm x m)  $\rho = 300$

Coefficiente di posizione (Cd): in area con oggetti di altezza maggiore

Coefficiente ambientale (Ce): rurale

SPD ad arrivo linea: livello IV ( $P_{spd} = 0,03$ )

### 6.4 Definizione 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: locale quadri

#### 6.4.1 Caratteristiche delle zone

Caratteristiche della zona: Locale quadri

Tipo di zona: interna

Tipo di pavimentazione: cemento ( $r_u = 0,01$ )

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

Pericoli particolari: ridotto rischio di panico ( $h = 2$ )

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

Schermatura di zona: assente

Protezioni contro le tensioni di contatto: cartelli monitori

Impianto interno: Quadro elettrico

Alimentato dalla linea alimentazione BT

Tipo di circuito: Cond. attivi e PE con stesso percorso (spire fino a 10 m<sup>2</sup>) ( $K_{s3} = 0,2$ )

Tensione di tenuta: 2,5 kV

Sistema di SPD - livello: IV ( $P_{spd} = 0,03$ )

Valori medi delle perdite per la zona: Locale quadri

Perdita per tensioni di contatto (relativa a R1)  $L_t = 1,00E-02$

Perdita per danno fisico (relativa a R1)  $L_f = 1,00E-03$

Perdita per danno fisico (relativa a R2)  $L_f = 1,00E-01$

Perdita per avaria di impianti interni (relativa a R2)  $L_o = 1,00E-02$

Perdita per danno fisico (relativa a R4)  $L_f = 1,00E-01$

Perdita per avaria di impianti interni (relativa a R4)  $L_o = 1,00E-04$

Rischi e componenti di rischio presenti nella zona: Locale quadri

Rischio 1: R<sub>b</sub> R<sub>u</sub> R<sub>v</sub>

Rischio 2: R<sub>b</sub> R<sub>c</sub> R<sub>m</sub> R<sub>v</sub> R<sub>w</sub> R<sub>z</sub>

Rischio 4: R<sub>b</sub> R<sub>c</sub> R<sub>m</sub> R<sub>v</sub> R<sub>w</sub> R<sub>z</sub>

## 6.5 Calcolo delle aree di raccolta della struttura e delle linee elettriche esterne

L'area di raccolta  $A_d$  dei fulmini diretti sulla struttura è stata valutata graficamente secondo il metodo indicato nella Norma CEI EN 62305-2, art.A.2.

L'area di raccolta  $A_m$  dei fulmini a terra vicino alla struttura, che ne possono danneggiare gli impianti interni per sovratensioni indotte, è stata valutata graficamente secondo il metodo indicato nella Norma CEI EN 62305-2, art.A.3.

Le aree di raccolta  $A_l$  e  $A_i$  di ciascuna linea elettrica esterna sono state valutate analiticamente come indicato nella Norma CEI EN 62305-2, art.A.4.

### 6.5.1 Aree di raccolta e numero annuo di eventi pericolosi.

#### Struttura

Area di raccolta per fulminazione diretta della struttura  $A_d = 1,97E-03 \text{ km}^2$

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

Numero di eventi pericolosi per fulminazione diretta della struttura  $N_d = 2,46E-03$

Numero di eventi pericolosi per fulminazione indiretta della struttura  $N_m = 5,18E-01$

#### Linee elettriche

Area di raccolta per fulminazione diretta ( $A_l$ ) e indiretta ( $A_i$ ) delle linee:

alimentazione BT

$A_l = 0,002286 \text{ km}^2$

$A_i = 0,064952 \text{ km}^2$

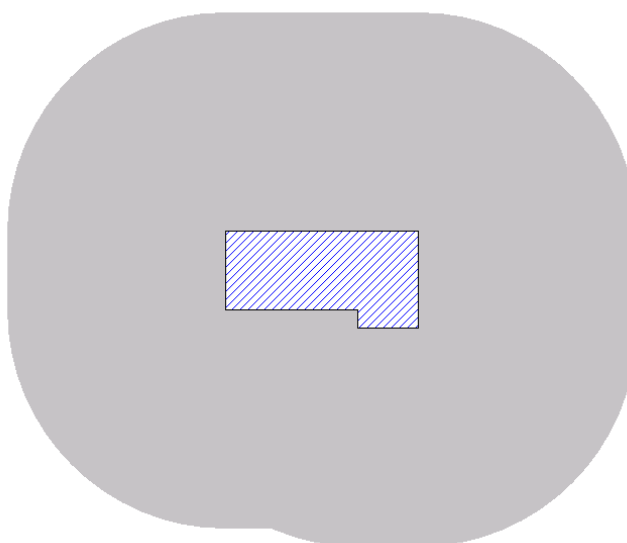
Numero di eventi pericolosi per fulminazione diretta ( $N_l$ ) e indiretta ( $N_i$ ) delle linee:

alimentazione BT

$N_l = 0,001429$

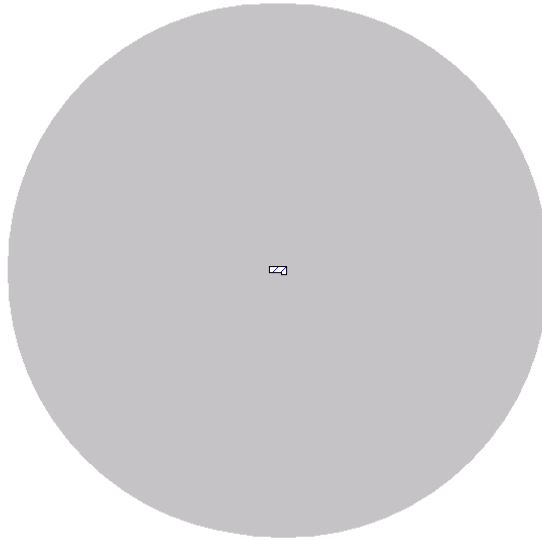
$N_i = 0,162380$

#### Area di raccolta per fulminazione diretta $A_d$



Area di raccolta  $A_d \text{ (km}^2\text{)} = 1,97E-03$

### **Area di raccolta per fulminazione indiretta Am**



Area di raccolta Am (km<sup>2</sup>) = 2,08E-01

### **6.5.2 Valori delle probabilità P per la struttura non protetta**

Zona Z1: Locale quadri

Pa = 1,00E-01

Pb = 1,0

Pc (Quadro elettrico) = 1,00E+00

Pc = 1,00E+00

Pm (Quadro elettrico) = 3,00E-02

Pm = 3,00E-02

Pu (Quadro elettrico) = 3,00E-03

Pv (Quadro elettrico) = 3,00E-02

Pw (Quadro elettrico) = 3,00E-02

Pz (Quadro elettrico) = 3,00E-02

## **6.6 Valutazione dei rischi**

### **6.6.1 Rischio R1: perdita di vite umane**

#### **6.6.1.1 Calcolo del rischio R1**

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

Z1: Locale quadri

RB: 2,46E-09

RU(Quadro elettrico): 4,29E-10

RV(Quadro elettrico): 4,29E-11

Totale: 2,93E-09

Valore totale del rischio R1 per la struttura: 2,93E-09

#### **6.6.1.2 Analisi del rischio R1**

Il rischio complessivo R1 = 2,93E-09 è inferiore a quello tollerato RT = 1E-05

## 6.6.2 Rischio R2: perdita di servizi pubblici essenziali

### 6.6.2.1 Calcolo del rischio R2

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

Z1: Locale quadri  
RB: 1,23E-07  
RC: 2,46E-05  
RM: 1,55E-04  
RV(Quadro elettrico): 2,14E-09  
RW(Quadro elettrico): 4,29E-07  
RZ(Quadro elettrico): 4,83E-05  
Totale: 2,28E-04

Valore totale del rischio R2 per la struttura: 2,28E-04

### 6.6.2.2 Analisi del rischio R2

Il rischio complessivo R2 = 2,28E-04 è inferiore a quello tollerato RT = 1E-03

## 6.7 Scelta delle misure di protezione

È prevista l'installazione di un sistema di SPD di IV livello installando gli scaricatori nel quadro che riceve l'alimentazione in Bassa Tensione. Tale soluzione è stata, pertanto, considerata nella valutazione del rischio eseguita.

Poiché il rischio complessivo R1 = 2,93E-09 è inferiore a quello tollerato RT = 1E-05 , non occorre adottare alcuna misura di protezione per ridurlo.

Poiché il rischio complessivo R2 = 2,28E-04 è inferiore a quello tollerato RT = 1E-03 , non occorre adottare alcuna misura di protezione per ridurlo.

## 7 ANALISI DELLA CONVENIENZA ECONOMICA

Le norme oltre a prescrivere la valutazione sulla necessità della protezione contro il fulmine, suggerisce di valutare i benefici economici derivanti dall'adozione di misure di protezione che limitano le perdite in caso di fulminazione. La protezione è conveniente qualora il costo della protezione e il costo della perdita residua in presenza di protezione risulti inferiore al costo della perdita economica in assenza di protezione.

Nel caso in esame il valore attribuito alle strutture considerate nell'analisi e agli impianti in esse contenuti non è trascurabile. L'edificio più rappresentativo dell'impianto di depurazione è del trattamento acque che rappresenta la struttura più rilevante in termini dimensionali ed economici. Valori economici verosimili da attribuire all'edificio ed al suo contenuto sono quelli indicati di seguito:

- Z1 - edificio trattamento acque

Struttura (CB): € 700.000,00

Valore aggiunto della struttura (CC): € 300.000,00

Valore apparecchiature - impianto Quadro elettrico distribuzione B.T. (CS): € 15.000,00

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.

Poiché il rischio R1 e R2 sono inferiori a quello tollerato non occorre adottare ulteriori misure di protezione per ridurlo, tuttavia, al fine di verificare la convenienza economica si è scelto di valutare l'installazione per l'edificio trattamento acque di un LPS di classe IV (Pb = 0,2).

L'adozione di queste misure di protezione modifica i parametri e le componenti di rischio.

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

Zona Z1: edificio trattamento acque

$P_a = 1,00E+00$

$P_b = 0,2$

$P_c$  (Quadro elettrico distribuzione B.T.) =  $3,00E-02$

$P_c = 3,00E-02$

$P_m$  (Quadro elettrico distribuzione B.T.) =  $3,00E-02$

$P_m = 3,00E-02$

$P_u$  (Quadro elettrico distribuzione B.T.) =  $3,00E-02$

$P_v$  (Quadro elettrico distribuzione B.T.) =  $3,00E-02$

$P_w$  (Quadro elettrico distribuzione B.T.) =  $3,00E-02$

$P_z$  (Quadro elettrico distribuzione B.T.) =  $3,00E-02$

$r_a = 0,01$

$r_p = 0,5$

$r_f = 0,001$

$h = 1$

Rischio R1: perdita di vite umane

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

Z1: edificio trattamento acque

RB:  $4,80E-10$

RU(Quadro elettrico distribuzione B.T.):  $2,76E-10$

RV(Quadro elettrico distribuzione B.T.):  $1,38E-12$

Totale:  $7,57E-10$

Valore totale del rischio R1 per la struttura:  $7,57E-10$

Rischio R2: perdita di servizi pubblici essenziali

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

Z1: edificio trattamento acque

RB:  $4,80E-08$

RC:  $1,44E-06$

RM:  $1,69E-04$

RV(Quadro elettrico distribuzione B.T.):  $1,38E-10$

RW(Quadro elettrico distribuzione B.T.):  $2,76E-08$

RZ(Quadro elettrico distribuzione B.T.):  $8,09E-06$

Totale:  $1,79E-04$

Valore totale del rischio R2 per la struttura:  $1,79E-04$

Il costo delle misure di protezione è di seguito indicato.

Costo delle misure di protezione globali (LPS + SPD arrivo linea): € 18.095,11

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

- Interesse: 5 %

- Ammortamento: 10 anni

- Manutenzione: 10 %

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

Z1: edificio trattamento acque

RB:  $2,40E-07$

RC(Quadro elettrico distribuzione B.T.):  $4,80E-07$

RM(Quadro elettrico distribuzione B.T.):  $1,69E-06$

RV(Quadro elettrico distribuzione B.T.):  $1,38E-10$

RW(Quadro elettrico distribuzione B.T.):  $2,76E-10$

RZ(Quadro elettrico distribuzione B.T.): 8,09E-08

Il valore delle perdite residue CRL è stato calcolato in conformità all'appendice G della Norma CEI EN 62305-2 sulla base dei nuovi valori che la 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.

Zona Z1 - edificio trattamento acque

Perdite senza protezioni: € 0,28

Perdite con protezioni: € 0,08

Costo delle misure di protezione: € 0,00

Risparmio: € 0,20

Costo LPS e SPD ad arrivo linea: € 4.523,78

Totale perdite senza protezioni: € 0,28

Totale perdite con protezioni: € 0,08 (a)

Totale costo delle misure di protezione: € 4.523,78 (b)

Totale risparmio: € -4.523,58 (c)

L'esempio riportato evidenzia come il costo sostenuto per la realizzazione del sistema di protezione (c) non sia compensato dal risparmio economico conseguito in termini di perdite residue (b) inferiori alle perdite senza protezioni (a).

In generale, e per il caso in esame, l'installazione di SPD trova, però, giustificazione nella necessità di ridurre il rischio R2 (perdita di servizio pubblico) a valori inferiore al valore limite Rt.

## **8 CONCLUSIONI**

Rischi che non superano il valore tollerabile: R1 R2

SECONDO LA NORMA CEI EN 62305-2 LE STRUTTURE ANALIZZATE SONO PROTETTE 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.

Data 12/10/2012

Timbro e firma