

# Comune di Bagnara di Romagna

## Provincia di Ravenna

### PROGETTO PRELIMINARE

Committente :



S.r.l.

Via Mensa n. 3 - Santa Maria in Fabriago  
48022 - Lugo (RA)

Cantiere :

Via Trupatello n. 7/A  
48032 - Bagnara di Romagna (RA)

Progettazione :



ZANATO Per. Ind. DAVIDE  
Via L. Einaudi, 36 int. 7 e 11  
45100 - ROVIGO  
Telefono e Fax 0425471135  
E-mail: info@master-studio.info



BAMAT IMPIANTI SRL  
Via dell'Artigianato, 14/16/16A  
45030 Occhiobello (RO)  
Tel. 0425/760301-Fax 0425/761371  
E-mail: bamat@bamat.it

il Tecnico :



il Committente/la Proprietà :

10		
09		
08		
07		
06		
05		
04		
03		
02		
01		
00	Luglio 2021	PROGETTO PRELIMINARE
REV	DATA	DESCRIZIONE

progetto :

**IMPIANTO ELETTRICO**

**PROGETTO PER L'AMMODERNAMENTO  
E MIGLIORE SISTEMAZIONE DELL'IMMOBILE  
ADIBITO A MANGIMIFICIO**

Progetto n.°: 876/21

oggetto : VALUTAZIONE RISCHIO FULMINAZIONE

- Relazione tecnica
- Valore di Ng
- Valutazione rischio di fulminazione
- Pianta dell'area
- Area di raccolta per fulminazione diretta Ad
- Area di raccolta per fulminazione indiretta
- Planimetria generale e prospetti

elaborato n. :

**E.r.1**

Responsabile del  
Procedimento

Istruttore del  
Procedimento

data :

Luglio 2021

file :

*VETATA LA RIPRODUZIONE DELL'ELABORATO SENZA L'AUTORIZZAZIONE DELLO STUDIO*

**RELAZIONE TECNICA**  
**VALUTAZIONE RISCHIO DI FULMINAZIONE**

# RIFERIMENTI NORMATIVI

## CONTENUTO DEL DOCUMENTO

Questo documento contiene:

- riferimenti normativi
- la relazione sulla valutazione dei rischi dovuti al fulmine;
- le indicazioni di massima delle misure di protezione da adottare ove necessarie.

## RIFERIMENTI NORMATIVI

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

**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 – Danno materiale alle strutture e pericolo per le persone – Febbraio 2013

**CEI EN 62305-4** - Protezione contro i fulmini – Impianti elettrici ed elettronici nelle strutture – Febbraio 2013

**CEI EN IEC 62858** - "Densità di fulminazione. Reti di localizzazione fulmini (LLS) – Principi Generali" Maggio 2020

**CEI 81-29** "Linee guida per l'applicazione delle norme CEI EN 62305" Maggio 2020.

La norma CEI EN 62305-1 relativi al principi generali introduce i parametri della corrente di fulmine e i relativi tipi di danno; illustra la necessità e la convenienza economica della protezione, le misure di protezione da adottare e i criteri per la protezione di strutture e servizi.

Il metodo di analisi del rischio per stabilire la necessità o la convenienza della protezione è l'oggetto della norma CEI EN 62305-2.

I criteri per la progettazione, l'installazione e la manutenzione delle misure di protezione contro il fulmine sono contenuti:

- Nella norma CEI EN 62305-3 per ridurre il rischio di danno alle persone e/o alle cose;
- Nella norma CEI EN 62305-4 per ridurre i danni agli impianti elettrici ed elettronici all'interno delle strutture.

## **Sorgenti e tipo di danno alla struttura**

La corrente di fulmine è la sorgente del danno. Le seguenti situazioni devono essere prese in considerazione in funzione della localizzazione del punto di impatto rispetto alla struttura:

- a) **S1** : fulmine sulla struttura;
- b) **S2** : fulmine vicino alla struttura;
- c) **S3** : fulmine sulle linee entranti nella struttura;
- d) **S4** : fulmine in prossimità delle linee entranti nella struttura.

### **S1 - Il fulmine sulla struttura può causare:**

- danno meccanico immediato, incendio e/o esplosione dovuta al plasma incandescente del canale stesso, o al riscaldamento dei conduttori connesso con il fluire della corrente (sovratemperatura inaccettabili), o alla carica trasportata dell'arco (fusione del metallo);
- incendio e/o esplosione provocati da scariche dovute a sovratensioni risultanti da accoppiamenti resistivi e induttivi e dal fluire di parte della corrente di fulmine;
- danni ad esseri viventi per elettrocuzione dovuta alle tensioni di passo e di contatto causate da accoppiamenti resistivi e induttivi;
- guasti o malfunzionamenti degli impianti interni dovuti al LEMP.

### **S2 - Il fulmine vicino struttura può causare:**

- guasti o malfunzionamenti degli impianti interni dovuti al LEMP.

### **S3 - Il fulmine sulle linee entranti nella struttura può causare:**

- incendio e/o esplosione iniziati da scariche dovute a sovratensioni e alle correnti di fulmine trasmesse tramite la linea entrante;
- danni ad esseri viventi per elettrocuzione dovuta alle tensioni di contatto all'interno della struttura dovute alle correnti di fulmine trasmesse tramite la linea entrante;
- guasti o malfunzionamenti degli impianti interni dovuti alle sovratensioni che si localizzano sulle linee entranti e che sono trasmesse alla struttura.

### **S4 - Il fulmine in prossimità di una linea entrante nella struttura può causare:**

- guasti o malfunzionamenti degli impianti interni dovuti alle sovratensioni indotte nelle linee entranti e trasmesse alla struttura.

In conclusione, il fulmine può essere causa di tre principali tipi di danno:

- **D1**: danno ad esseri viventi per elettrocuzione;
- **D2**: danno materiale (incendio, esplosione, distruzione meccanica, rilascio di sostanze chimiche) dovuti agli effetti della corrente di fulmine, scariche disruptive incluse;
- **D3**: guasti agli impianti interni elettrici ed elettronici dovuti al LEMP.



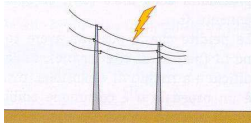
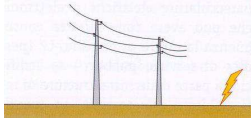
### Tipo di perdita

Ciascun tipo di danno relativo alla struttura da proteggere, solo o in combinazione con altri, può produrre differenti perdite. Il tipo di perdita che può verificarsi dipende dalle caratteristiche della struttura stessa.

La Norma CEI EN 62305 considera i seguenti tipi di perdita che possono verificarsi a causa di danneggiamenti alla struttura:

- **L1** : perdita di vite umane (compreso danno permanente);
- **L2** : perdita di servizio pubblico;
- **L3** : perdita di patrimonio culturale insostituibile;
- **L4** : perdita economica (struttura, suo contenuto e perdita di attività).

Le perdite di tipo L1, L2 ed L3 possono essere considerate perdite di valori sociali mentre la perdita di tipo L4 è esclusivamente una perdita economica.

Punto di impatto		Sorgente di danno	Tipo di danno	Tipo di perdita
Struttura		S1	D1	L1, L4 <sup>(a)</sup>
			D2	L1, L2, L3, L4
			D3	L1 <sup>(b)</sup> , L2, L4
In prossimità della struttura		S2	D3	L1 <sup>(b)</sup> , L2, L4
Linea entrante nella struttura		S3	D1	L1, L4 <sup>(a)</sup>
			D2	L1, L2, L3, L4
			D3	L1 <sup>(b)</sup> , L2, L4
In prossimità di una linea		S4	D3	L1 <sup>(b)</sup> , L2, L4

(a) Nel caso di perdita di animali.

(b) Solo per strutture con rischio di esplosione e per gli ospedali o altre strutture analoghe in cui la perdita degli impianti interni mette a rischio immediato la vita umana

## Rischio e componenti di rischio

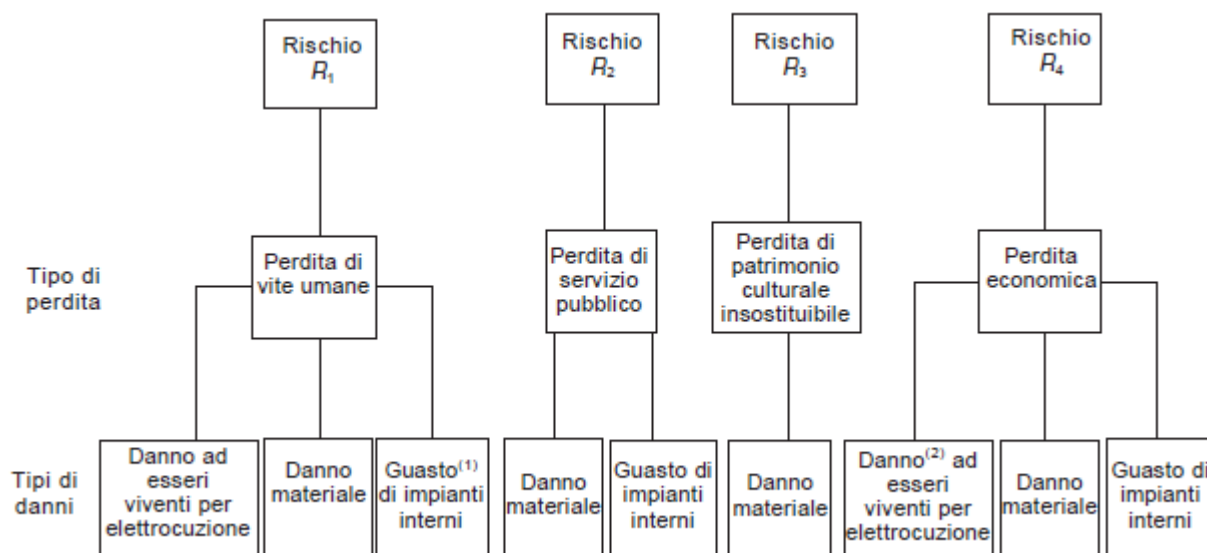
I rischi da valutare in una struttura possono essere :

- R1 : perdita di vite umane o di danni permanenti;
- R2 : perdita di servizio pubblico;
- R3 : perdita di patrimonio culturale insostituibile.
- R4 : rischio di perdita economica

I tipi di perdita risultanti dai tipi di danno ed i rischi corrispondenti sono riportati nella Figura sotto

Una struttura, a seconda della destinazione d'uso, può essere interessata da più tipi di perdita contemporaneamente.

In genere la perdita di tipo L4 è presente in tutti gli edifici, indipendentemente dalla loro destinazione d'uso.



(1) Solo per ospedali o altre strutture in cui il guasto degli impianti interni mette a rischio immediato la vita umana.

(2) Solo per strutture in cui può verificarsi la perdita di animali.

### **Componenti di rischio per una struttura dovute alla fulminazione diretta della struttura**

**RA:** componente relativa ai danni ad esseri viventi per elettrocuzione dovuta a tensioni di contatto e di passo all'interno della struttura e all'esterno in zone fino a 3 m attorno alle calate.

Possono verificarsi perdite di tipo L1 e, in strutture ad uso agricolo, anche di tipo L4 con possibile perdita di animali;

**Ra:** componente relativa ai danni materiali causati da scariche pericolose all'interno della struttura che innescano l'incendio e l'esplosione e che possono anche essere pericolose per l'ambiente. Possono verificarsi tutti i tipi di perdita (L1, L2, L3 ed L4);

**Rc:** componente relativa al guasto di impianti interni causata dal LEMP. In tutti i casi possono verificarsi perdite di tipo L2 ed L4, unitamente al tipo L1 nel caso di strutture con rischio d'esplosione e di ospedali o di altre strutture in cui il guasto degli impianti interni provoca immediato pericolo per la vita umana.

### **Componente di rischio per una struttura dovuta a fulminazione in prossimità della struttura**

**RM:** componente relativa al guasto di impianti interni causata dal LEMP. In tutti i casi possono verificarsi perdite di tipo L2 ed L4, unitamente al tipo L1 nel caso di strutture con rischio d'esplosione e di ospedali o di altre strutture in cui il guasto degli impianti interni provoca immediato pericolo per la vita umana.

### **Componente di rischio per una struttura dovuta a fulminazione diretta di una linea connessa alla struttura**

**Ru:** componente relativa ai danni ad esseri viventi per elettrocuzione dovuta a tensioni di contatto all'interno della struttura. Possono verificarsi perdite di tipo L1 e, in caso di strutture ad uso agricolo, anche perdite di tipo L4 con possibile perdita di animali.

**Rv:** componente relativa ai danni materiali (incendio o esplosione innescati da scariche pericolose fra installazioni esterne e parti metalliche, generalmente nel punto d'ingresso della linea nella struttura) dovuti alla corrente di fulmine trasmessa attraverso la linea entrante. Possono verificarsi tutti i tipi di perdita (L1, L2, L3 ed L4).

**Rw:** componente relativa al guasto di impianti interni causata da sovratensioni indotte sulla linea e trasmesse alla struttura. In tutti i casi possono verificarsi perdite di tipo L2 ed L4, unitamente al tipo L1 nel caso di strutture con rischio d'esplosione e di ospedali o di altre strutture in cui il guasto degli impianti interni provoca immediato pericolo per la vita umana.

### **Componente di rischio per una struttura dovuta a fulminazione in prossimità di una linea connessa alla struttura**

**Rz:** componente relativa al guasto di impianti interni causata da sovratensioni indotte sulla linea e trasmesse alla struttura. In tutti i casi possono verificarsi perdite di tipo L2 ed L4, unitamente al tipo L1 nel caso di strutture con rischio d'esplosione e di ospedali o di altre strutture in cui il guasto di impianti interni provoca immediato pericolo per la vita umana.

## Composizione delle componenti di rischio

Le componenti di rischio da considerare per ciascun tipo di perdita in una struttura sono:

$R_1$ : rischio di perdita di vita umane:

$$R_1 = R_{A1} + R_{B1} + R_{C1}(1) + R_{M1}(1) + R_{U1} + R_{V1} + R_{W1}(1) + R_{Z1}(1) \quad (1)$$

NOTA 1 Solo nel caso di strutture con rischio di esplosione e di ospedali con apparati elettrici salva vita o di altre strutture in cui guasti di impianti interni provocano immediato pericolo per la vita umana.

$R_2$ : rischio di perdita di servizio pubblico:

$$R_2 = R_{B2} + R_{C2} + R_{M2} + R_{V2} + R_{W2} + R_{Z2} \quad (2)$$

$R_3$ : rischio di perdita di patrimonio culturale insostituibile:

$$R_3 = R_{B3} + R_{V3} \quad (3)$$

$R_4$ : rischio di perdita economica:

$$R_4 = R_{A4}(2) + R_{B4} + R_{C4} + R_{M4} + R_{U4}(2) + R_{V4} + R_{W4} + R_{Z4} \quad (4)$$

NOTA 2 Solo in strutture in cui si può verificare la perdita di animali

Le componenti di rischio corrispondenti a ciascun tipo di perdita sono correlati nella Tabella seguente

Sorgente di danno	Fulminazione diretta della struttura S1			Fulminazione in prossimità della struttura S2	Fulminazione diretta di una linea entrante S3			Fulminazione in prossimità di una linea entrante S4
	$R_A$	$R_B$	$R_C$	$R_M$	$R_U$	$R_V$	$R_W$	$R_Z$
Rischio per ciascun tipo di perdita								
$R_1$	*	*	*(a)	*(a)	*	*	*(a)	*(a)
$R_2$		*	*	*		*	*	*
$R_3$		*				*		
$R_4$	*(b)	*	*	*	*(b)	**	*	*
(a) Solo nel caso di strutture con rischio di esplosione, di ospedali o di altre strutture, in cui guasti di impianti interni provocano immediato pericolo per la vita umana.								
(b) Soltanto in strutture in cui si può verificare la perdita di animali.								

Le caratteristiche della struttura e delle possibili misure di protezione che influenzano le componenti di rischio per una struttura sono riportate nella tabella seguente



Caratteristiche della struttura e degli impianti interni Misure di protezione	$R_A$	$R_B$	$R_C$	$R_M$	$R_U$	$R_V$	$R_W$	$R_Z$
Area di raccolta	X	X	X	X	X	X	X	X
Resistività superficiale del suolo	X							
Resistività della pavimentazione	X				X			
Barriere, isolamento, cartelli ammonitori, equipotenzializzazione del suolo	X				X			
LPS	X	X	X	X <sup>(a)</sup>	X <sup>(b)</sup>	X <sup>(b)</sup>		
Equipotenzializzazione con SPD	X	X			X	X		
Interfacce di separazione			X <sup>(c)</sup>	X <sup>(c)</sup>	X	X	X	X
Sistema di SPD			X	X			X	X
Schermatura locale			X	X				
Schermatura delle linee esterne					X	X	X	X
Schermatura delle linee interne			X	X				
Cablaggio degli impianti interni			X	X				
Rete di equipotenzialità			X					
Misure antincendio		X				X		
Rischio d'incendio		X				X		
Pericoli particolari		X				X		
Tensione di tenuta ad impulso			X	X	X	X	X	X
(a) Solo per LPS esterni a maglia. (b) Dovuto alla presenza di connessioni equipotenziali. (c) Solo se esse appartengono all'apparato.								

## Gestione del rischio

### Procedura di base

Deve essere applicata la seguente procedura:

- identificazione della struttura da proteggere e delle sue caratteristiche;
- identificazione di tutti i tipi di perdita nella struttura e dei corrispondenti rischi  $R$  ( $R_1$ ,  $R_2$ ,  $R_3$  ed  $R_4$ );
- determinazione del rischio  $R$  per ciascun tipo di perdita ( $R_1$ ,  $R_2$ ,  $R_3$  ed  $R_4$ );
- valutazione della necessità della protezione effettuando il confronto tra i rischi  $R_1$ ,  $R_2$  e  $R_3$  con il rischio tollerabile  $R_T$ ;
- valutazione della convenienza economica della protezione effettuando il confronto tra il costo totale della perdita con e senza le misure di protezione. In questo caso deve essere effettuata la valutazione della componente di rischio  $R_4$  al fine di determinare detti costi

### Struttura da considerare per la valutazione del rischio

La struttura da considerare comprende:

- la struttura stessa;
- gli impianti nella struttura;
- il contenuto della struttura;
- le persone nella struttura e quelle nella fascia fino a 3 m all'esterno della struttura;
- l'ambiente circostante interessato da un danno alla struttura.

La protezione non comprende le linee esterne connesse alla struttura.

### Rischio tollerabile $R_T$

L'identificazione dei valori di rischio tollerabili è responsabilità delle autorità competenti.

Valori rappresentativi di rischio tollerabile  $R_T$ , quando il fulmine coinvolge la perdita di vite umane o perdite sociali o culturali, sono riportati nella Tabella che segue.

**Tipici valori di rischio tollerabile  $R_T$**

Tipo di perdita		$R_T$ (1/anno)
L1	Perdita di vite umane o danni permanenti	$10^{-5}$
L2	Perdita di servizio pubblico	$10^{-3}$
L3	Perdita di patrimonio culturale insostituibile	$10^{-4}$

Per quanto riguarda la perdita economica (L4), in linea di principio l'approccio è quello che prevede il confronto costo/beneficio riportato nell'Allegato D.

### Specifica procedura per valutare la necessità della protezione

In conformità con la CEI EN 62305-1, nella valutazione della necessità della protezione contro il fulmine devono essere considerati i rischi R1, R2 ed R3.

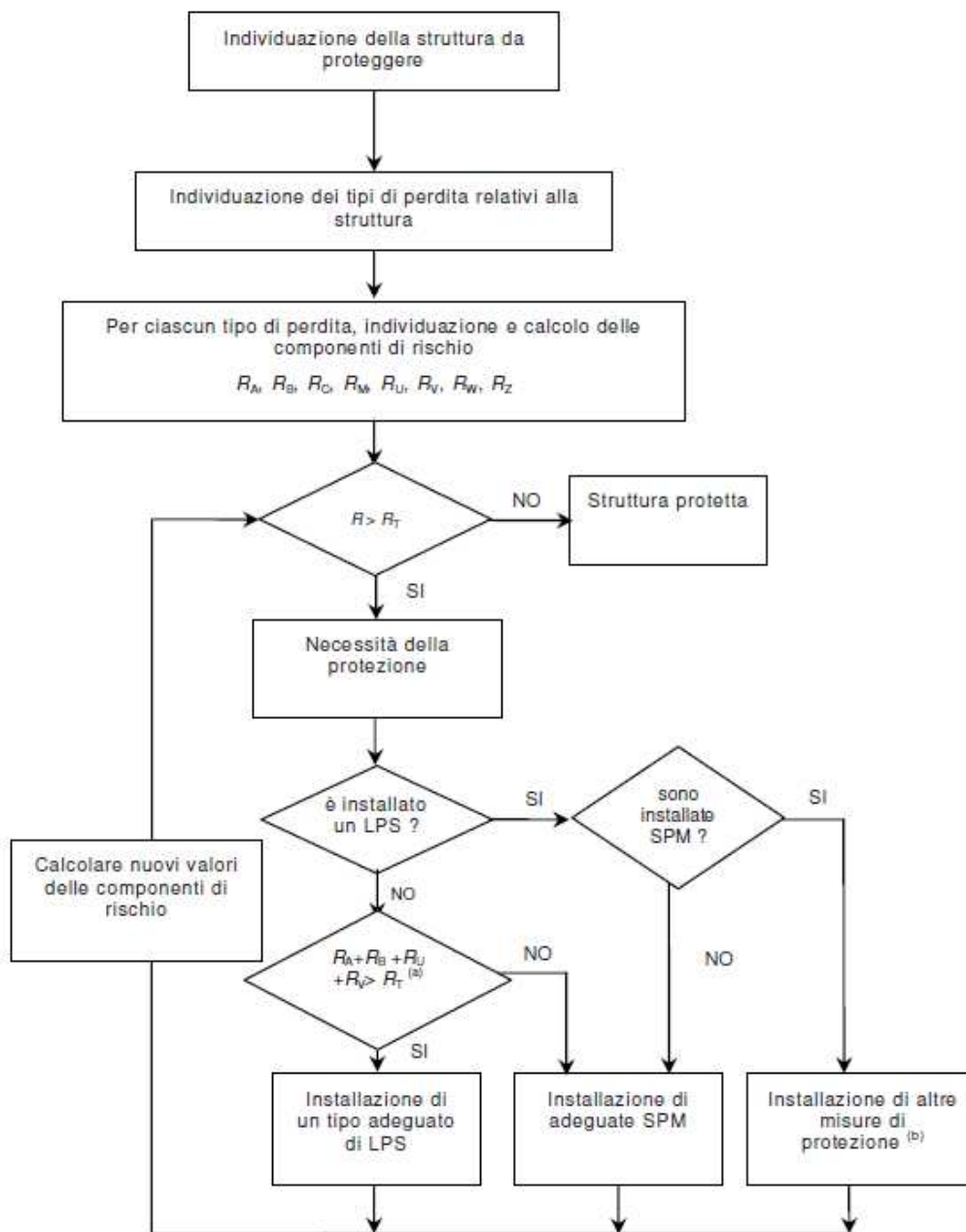
Per ciascun rischio considerato devono essere effettuati i seguenti passi:

- identificazione delle componenti RX che contribuiscono al rischio;
- calcolo della componente di rischio identificata RX;
- calcolo del rischio totale R (4.3);
- identificazione del rischio tollerabile  $R_T$ ;
- confronto del rischio R con quello tollerabile  $R_T$ .

Se  $R \leq R_T$  la protezione contro il fulmine non è necessaria.

Se  $R > R_T$  devono essere adottate misure di protezione al fine di rendere  $R \leq R_T$  per tutti i rischi a cui è interessata la struttura.

La procedura per valutare la necessità della protezione è illustrata nella Figure 1 che segue



### Legenda

- (a) Se  $R_A + R_B < R_T$ , non è necessario un LPS completo; in questo caso sono sufficienti SPD conformi alla CEI EN 62305-3.
- (b) Vedi Tab. 3

## Procedura per valutare la convenienza economica della protezione

Oltre alla necessità della protezione contro il fulmine di una struttura o di un servizio, può essere utile valutare i benefici economici conseguenti alla messa in opera di misure di protezione atte a ridurre la perdita economica  $L_4$ .

La valutazione della componente di rischio  $R_4$  per una struttura permette all'utilizzatore di comparare i costi della perdita economica con e senza le misure di protezione (Allegato D).

La procedura per accertare la convenienza economica richiede:

- identificazione delle componenti  $R_x$  che costituiscono il rischio  $R_4$  per una struttura;
- il calcolo della componente di rischio identificata  $R_x$  in assenza di misure di protezione nuove o addizionali;
- il calcolo del costo annuo della perdita dovuta a ciascuna componente di rischio  $R_x$ ;
- il calcolo del costo annuo  $C_L$  della perdita totale in assenza delle misure di protezione;
- adozione delle misure di protezione scelte;
- il calcolo della componente di rischio  $R_x$  in presenza delle misure di protezione scelte;
- il calcolo del costo annuo della perdita residua dovuta a ciascuna componente di rischio  $R_x$  nella struttura o servizio protetto;
- il calcolo del totale costo annuale  $C_{RL}$  della perdita residua in presenza delle misure di protezione scelte;
- il calcolo del costo annuo  $C_{PM}$  delle misure di protezione scelte;
- confronto dei costi.

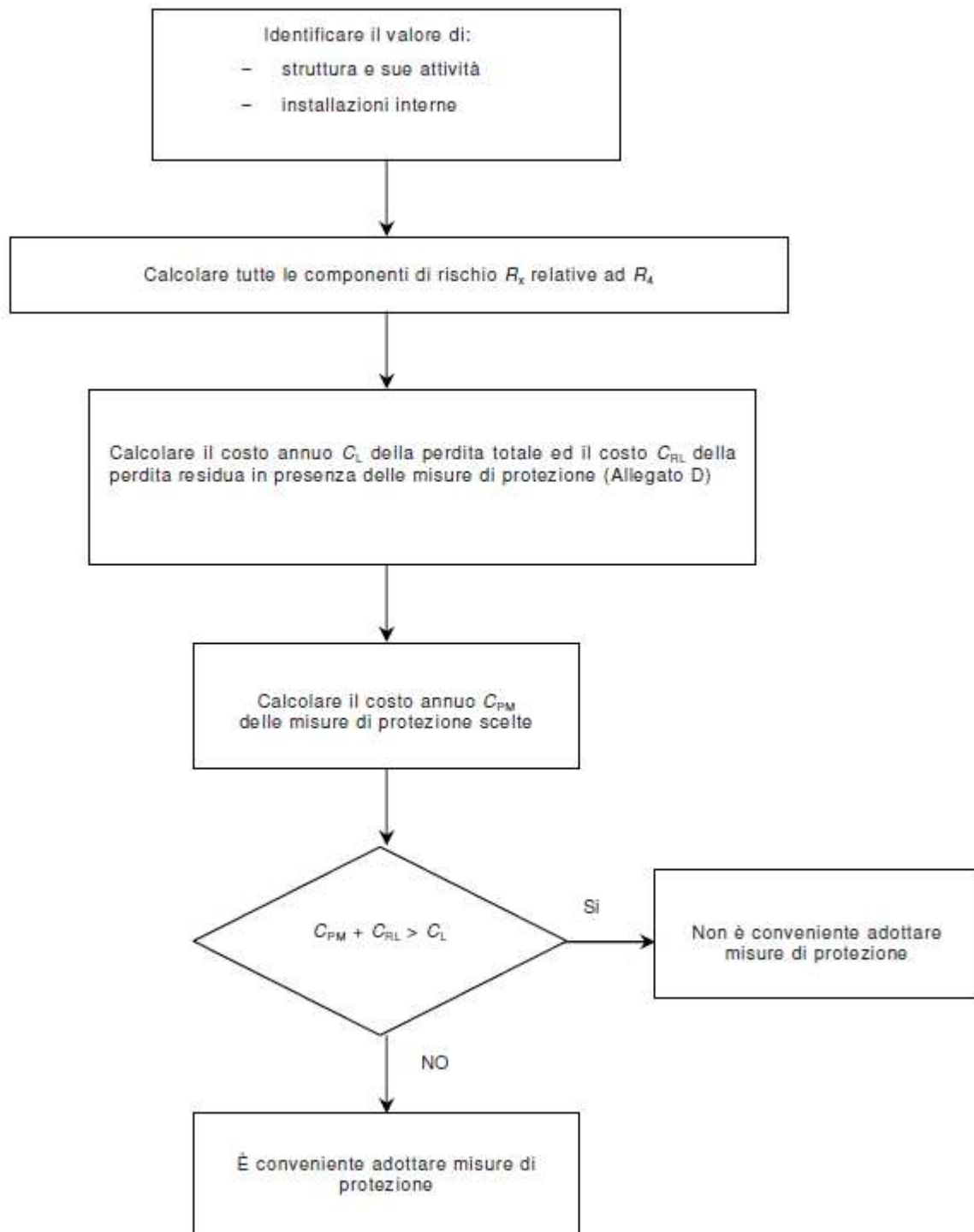
Se  $C_L < C_{RL} + C_{PM}$ , la protezione contro il fulmine può essere ritenuta non conveniente.

Se  $C_L \geq C_{RL} + C_{PM}$ , la protezione contro il fulmine può consentire risparmi nell'arco di vita della struttura.

La procedura per valutare la convenienza economica della protezione è illustrata nella Figura della pagina seguente

Può essere utile valutare alcune varianti delle combinazioni tra le misure di protezioni al fine di individuare la soluzione costo/beneficio ottimale

**Procedura per valutare la convenienza economica delle misure di protezione – Figura 2**



## Misure di protezione

Le misure di protezione sono mirate a ridurre il rischio secondo il tipo di danno.

Le misure di protezione devono essere considerate efficaci solo se esse sono conformi alle prescrizioni delle relative norme:

- CEI EN 62305-3 per la protezione contro i danni agli esseri viventi ed i danni materiali nella struttura;
- CEI EN 62305-4 per la protezione contro i guasti negli impianti elettrici ed elettronici

## Scelta delle misure di protezione

La scelta delle misure di protezione più adatte deve essere effettuata dal progettista in funzione del peso di ciascuna componente di rischio nel rischio totale  $R$  ed in funzione degli aspetti tecnici ed economici delle diverse misure di protezione.

Devono essere identificati i parametri critici al fine di determinare la misura di protezione più efficace per la riduzione del rischio  $R$ .

Per ciascun tipo di perdita vi è una varietà di misure di protezione che, singolarmente o in combinazione tra loro, possono realizzare la condizione  $R \leq R_r$ . La soluzione da adottare deve essere scelta tenendo conto degli aspetti tecnici ed economici. Una procedura semplificata per la scelta delle misure di protezione è illustrata nel diagramma di flusso riportato in Fig. 1. In ogni caso, l'installatore o il progettista dovrebbe identificare le componenti di rischio più critiche e ridurle tenendo in considerazione anche gli aspetti economici.

## Determinazione delle componenti di rischio

### Equazioni di base

Ciascuna componente di rischio  $R_A$ ,  $R_B$ ,  $R_C$ ,  $R_M$ ,  $R_U$ ,  $R_V$ ,  $R_W$  ed  $R_Z$ , può essere calcolata mediante la seguente equazione generale:

$$R_x = N_x \times P_x \times L_x \quad \text{dove}$$

$N_x$  è il numero di eventi pericolosi per anno (vedere anche Allegato A);

$P_x$  è la probabilità di danno alla struttura (vedere anche Allegato B);

$L_x$  è la perdita conseguente (vedere anche Allegato C).

Il numero  $N_x$  di eventi pericolosi dipende dalla densità di fulmini al suolo ( $N_G$ ) e dalle caratteristiche geometriche della struttura da proteggere, dai suoi dintorni, dalle linee connesse e dal suolo.

La probabilità di danno  $P_x$  dipende e dalle caratteristiche della struttura da proteggere delle linee connesse e dalle misure di protezione adottate.

La perdita conseguente  $L_x$  dipende dall'uso a cui la struttura è destinata, la presenza di persone, il tipo di servizio pubblico, il valore dei beni danneggiati e dalle misure di protezione adottate per limitare l'ammontare della perdita.

### **Determinazione delle componenti di rischio dovute al fulmine sulla struttura (S1)**

Per la valutazione delle componenti di rischio relative alla fulminazione diretta della struttura si applicano le relazioni seguenti:

- componente relativa al danno ad esseri viventi per elettrocuzione (D1)

$$R_A = N_D \times P_A \times L_A$$

- componente relativa al danno materiale (D2)

$$R_B = N_D \times P_B \times L_B$$

- componente relativa ai guasti degli impianti interni (D3)

$$R_C = N_D \times P_C \times L_C$$

I parametri necessari alla determinazione delle componenti di rischio sono riportati nella Tabella 5.

### **Determinazione delle componenti di rischio dovute al fulmine in prossimità della struttura (S2)**

Per la valutazione delle componenti di rischio relative alle fulminazioni in prossimità della struttura si applicano le seguenti relazioni:

- componente relativa ai guasti negli impianti interni (D3)

$$R_M = N_M \times P_M \times L_M \quad (9)$$

I parametri necessari alla determinazione delle componenti di rischio sono riportati nella Tab. 5.

### **Determinazione delle componenti di rischio dovute a fulmini su una linea connessa alla struttura (S3)**

Per la valutazione delle componenti di rischio relative a fulmini su una linea entrante si applicano le seguenti relazioni:

- componente relativa al danno ad esseri viventi per elettrocuzione (D1)

$$R_U = (N_L + N_{DJ}) \times P_U \times L_U$$

- componente relativa al danno materiale (D2)

$$R_V = (N_L + N_{DJ}) \times P_V \times L_V$$

- componente relativa ai guasti negli impianti interni (D3)

$$R_W = (N_L + N_{DJ}) \times P_W \times L_W$$

I parametri necessari alla determinazione delle componenti di rischio sono riportati nella Tab. 5.

Se la linea è costituita da più di una sezione (6.8), i valori di  $R_U$ ,  $R_V$  e  $R_W$  sono dati dalla somma dei valori di  $R_U$ ,  $R_V$  e  $R_W$  relativi a ciascuna sezione di linea. Le sezioni da considerare sono quelle comprese tra la struttura ed il primo nodo.

Nel caso di una struttura con più linee connesse con percorsi diversi il calcolo deve essere effettuato per ciascuna linea.

Nel caso di una struttura con più linee connesse con lo stesso percorso il calcolo deve essere effettuato solo per la linea con le peggiori caratteristiche cioè la linea caratterizzata dai più elevati valori di  $N_L$  ed  $N_i$  connessa all'impianto interno avente il minor valore di  $U_w$  (linea di telecomunicazione invece di linea di energia, linea priva di schermo invece di linea schermata, linea BT invece di linea AT con trasformatore AT/BT, ecc.).

#### **Determinazione delle componenti di rischio dovute a fulmini in prossimità di una linea connessa alla struttura (S4)**

Per la valutazione delle componenti di rischio relative a fulmini in prossimità di una linea connessa ad una struttura si applicano le seguenti relazioni:

- componente relativa ai guasti negli impianti interni (D3)

$$R_z = N_i \times P_z \times L_z$$

I parametri necessari alla determinazione di queste componenti di rischio sono riportati nella Tab. 5.

Se la linea è costituita da più di una sezione (6.8) il valore di  $R_z$  è dato dalla somma dei valori di  $R_z$  relativi a ciascuna sezione di linea. Le sezioni da considerare sono quelle comprese tra la struttura ed il primo nodo.

**Tabella 5 – Parametri relativi alla valutazione delle componenti di rischio**

<b>Simbolo</b>	<b>Denominazione</b>	<b>Valore secondo l'Articolo</b>
<b>Numero annuo medio di eventi pericolosi dovuti al fulmine</b>		
$N_D$	– Sulla struttura	A.2
$N_M$	– In prossimità della struttura	A.3
$N_L$	– Sulla linea entrante nella struttura	A.4
$N_i$	– In prossimità della linea entrante nella struttura	A.5
$N_{DJ}$	– Sulla struttura adiacente (Fig. A.5)	A.2
<b>Probabilità che un fulmine sulla struttura sia causa di</b>		
$P_A$	– Danno ad esseri viventi	B.2
$P_B$	– Danni materiali	B.3
$P_C$	– Guasti negli impianti interni	B.4
<b>Probabilità che un fulmine in prossimità della struttura sia causa di</b>		
$P_M$	– Guasti negli impianti interni	B.5
<b>Probabilità che un fulmine su una linea sia causa di</b>		
$P_U$	– Danno ad esseri viventi per elettrocuzione	B.6
$P_V$	– Danni materiali	B.7
$P_W$	– Guasti negli impianti interni	B.8
<b>Probabilità che un fulmine in prossimità di una linea sia causa di</b>		
$P_z$	– Guasti negli impianti interni	B.9
<b>Perdita dovuta a</b>		
$L_A = L_U$	– Danno ad esseri viventi	C.3
$L_B = L_V$	– Danni materiali	C.3, C.4, C.5, C.6
$L_C = L_M = L_W = L_Z$	– Guasti negli impianti interni	C.3, C.4, C.6



Nel caso di una struttura con più linee connesse con percorsi diversi, il calcolo deve essere effettuato per ciascuna linea.

Nel caso di una struttura con più linee connesse con lo stesso percorso, il calcolo deve essere effettuato solo per la linea con le peggiori caratteristiche, cioè la linea caratterizzata dai valori di  $N_L$  ed  $M$  più elevati connessa all'impianto interno avente il minor valore di  $UW$  (linea di telecomunicazione invece di linea di energia, linea priva di schermo invece di linea schermata, linea BT invece di linea AT con trasformatore AT/BT, ecc.).

### Sintesi delle componenti di rischio per una struttura

Le componenti di rischio per le strutture sono sintetizzati nella Tab. 6 in funzione dei diversi tipi di danno e delle diverse sorgenti di danno.

**Tabella 6 – Componenti di rischio in funzione dei diversi tipi di danno e delle diverse sorgenti di danno**

Danno	Sorgente di danno			
	S1 Fulmine sulla struttura	S2 Fulmine in prossimità della struttura	S3 Fulmine su una linea entrante	S4 Fulmine in prossimità di una linea
D1 Danno ad esseri viventi per elettrocuzione	$R_A = N_D \times P_A \times L_A$		$R_U = (N_L + N_{DJ}) \times P_U \times L_U$	
D2 Danno materiale	$R_B = N_D \times P_B \times L_B$		$R_V = (N_L + N_{DJ}) \times P_V \times L_V$	
D3 Guasti negli impianti elettrici ed elettronici	$R_C = N_D \times P_C \times L_C$	$R_M = N_M \times P_M \times L_M$	$R_W = (N_L + N_{DJ}) \times P_W \times L_W$	$R_Z = N_I \times P_Z \times L_Z$

Se la struttura è suddivisa in zone  $Z_s$ , ciascuna componente di rischio deve essere valutata per ciascuna zona  $Z_s$ .

Il rischio totale  $R$  della struttura è la somma delle componenti di rischio relative alle zone  $Z_s$  che costituiscono la struttura.

### **Suddivisione di una struttura in zone $Z_s$**

Per valutare ciascuna componente di rischio, una struttura può essere suddivisa in zone  $Z_s$  aventi caratteristiche omogenee. Tuttavia una struttura può essere, o può essere considerata, una singola zona.

Le zone  $Z_s$  sono definite principalmente da:

- tipo di suolo o di pavimentazione (componenti di rischio  $R_A$  e  $R_U$ );
- compartimentazione antincendio (componenti di rischio  $R_B$  e  $R_V$ );
- schermi locali (componenti di rischio  $R_C$  e  $R_M$ ).

Ulteriori zone possono essere definite in funzione di:

- disposizione degli impianti interni (componenti di rischio  $R_C$  e  $R_M$ );
- misure di protezione esistenti o previste (tutte le componenti di rischio);
- valori delle perdite  $L_x$  (tutte le componenti di rischio);

Nella suddivisione di una struttura in zone  $Z_s$  si dovrebbe tenere conto della possibilità realizzativa delle misure di protezione più adatte.

### **Suddivisione di una linea in sezioni $S_L$**

Nella valutazione delle componenti di rischio dovute a fulmini su una linea o nelle sue vicinanze, la linea può essere suddivisa in sezioni  $S_L$ . Tuttavia una linea può essere, od essere assunta, come un'unica sezione.

Per tutte le componenti di rischio le sezioni  $S_L$  sono principalmente definite da:

- tipo di linea (aerea o interrata),
- fattori che influenzano l'area di raccolta ( $C_b$ ,  $C_E$ ,  $C_T$ ),
- caratteristiche della linea (schermata o meno, resistenza dello schermo).

Quando in una sezione esistono più valori per un parametro, deve essere assunto il valore che dà luogo al valore di rischio più elevato.

### **Determinazione delle componenti di rischio in una struttura suddivisa in zone $Z_s$**

#### **Criteri generali**

Le regole per la valutazione delle componenti di rischio e per la scelta dei relativi parametri sono le seguenti:

- i parametri relativi al numero  $N$  di eventi pericolosi devono essere determinati in accordo con l'Allegato A;
- i parametri relativi alla probabilità  $P$  di danno devono essere determinati in accordo con l'Allegato B.

Inoltre:

- per le componenti  $R_A$ ,  $R_B$ ,  $R_U$ ,  $R_V$ ,  $R_W$ , e  $R_Z$ , deve essere fissato un solo valore per ciascun parametro implicato. Quando sia applicabile più di un valore deve essere scelto quello più elevato;
- per le componenti  $R_C$ , e  $R_M$ , se nella zona risulta interessato più di un impianto interno, i valori di  $P_C$  e  $P_M$  sono dati da:

$$P_C = 1 - (1 - P_{C1}) \times (1 - P_{C2}) \times (1 - P_{C3})$$

$$P_M = 1 - (1 - P_{M1}) \times (1 - P_{M2}) \times (1 - P_{M3})$$

dove  $P_{Ci}$ , e  $P_{Mi}$  sono i parametri relativi all' impianto interno  $i = 1, 2, 3, \dots$

- i parametri relativi all'ammontare  $L$  della perdita deve essere determinato in accordo con l'Allegato C.

Con l'eccezione di  $P_C$  e  $P_M$ , se in una zona esiste più di un valore per tutti gli altri parametri, deve essere assunto il valore del parametro che dà luogo al valore di rischio più elevato

### **Struttura con zona singola**

In questo caso è definita un'unica zona  $Z_s$  che comprende l'intera struttura. Il rischio  $R$  è la somma delle componenti di rischio  $R_x$  in questa zona.

Definire una struttura come una zona singola può portare a misure di protezione costose in quanto ciascuna misura deve essere estesa all'intera struttura.

### **Struttura multi-zona**

In questo caso la struttura è suddivisa in più zone  $Z_s$ . Il rischio per la struttura è la somma dei rischi relativi a tutte le zone della struttura stessa; in ogni zona il rischio è la somma di tutte le componenti di rischio nella zona considerata.

La suddivisione della struttura in zone consente al progettista di prendere in considerazione le peculiari caratteristiche di ciascuna parte della struttura nella valutazione delle componenti di rischio e di scegliere le più adatte misure di protezione specificatamente zona per zona, riducendo il costo complessivo della protezione contro il fulmine.

#### **Analisi costi/benefici per le perdite economiche (L4)**

Che sia stata o meno accertata la necessità di una protezione per ridurre i rischi  $R1$ ,  $R2$ , e  $R3$ , è utile comunque valutare la convenienza economica di adottare misure di protezione al fine di ridurre il rischio di perdita economica  $R4$ .

L'oggetto per il quale effettuare la valutazione del rischio  $R4$  deve essere definito tra:

- l'intera struttura;
- una parte della struttura;
- un impianto interno;
- una parte di un impianto interno;
- un apparato;
- il contenuto della struttura.

L'ammontare della perdita, il costo delle misure di protezione ed il possibile risparmio dovrebbero essere valutati in accordo con l'Allegato D.

#### **Necessità e motivazione economica della protezione contro il fulmine**

##### **Necessità della protezione**

La necessità della protezione contro il fulmine di una struttura deve essere valutata al fine di ridurre le perdite dei valori sociali  $L1$ ,  $L2$  e  $L3$ .

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 CEI EN 62305-2.

La protezione contro il fulmine é necessaria se il rischio  $R$  (da  $R1$  a  $R3$ ) é superiore al livello di rischio tollerabile  $RT$

$$R > RT$$

In questo caso devono essere adottate misure di protezione al fine di ridurre il rischio  $R$  (da

$R1$ ,  $R2$  ed  $R3$ ) al valore di rischio tollerabile  $RT$

$$R \leq RT$$

Se possono verificarsi uno o più tipi di perdita, la condizione  $R \leq RT$  deve essere soddisfatta per ciascun tipo di perdita ( $L1$ ,  $L2$  e  $L3$ ).

La definizione dei valori di rischio tollerabili  $RT$  riguardanti le perdite di valore sociale è responsabilità dei competenti comitati nazionali

### **Motivazione economica della protezione<sup>(1)</sup>**

Oltre alla necessità della protezione contro il fulmine di una struttura, può risultare utile valutare i benefici economici derivanti dall'adozione di misure di protezione atti a ridurre le perdite economiche L4.

In questo caso deve essere definito il valore del rischio di perdita economica R4.

La definizione di R4 permette di valutare il costo della perdita economica con e senza le misure di protezione adottate.

La protezione contro il fulmine è conveniente se la somma del costo CRL della perdita residua in presenza delle misure di protezione ed il costo CPM delle misure di protezione risulta inferiore al costo CL della perdita totale in assenza delle misure di protezione:

$$CRL + CPM < CL$$

### **Misure di protezione**

Possono essere adottate misure di protezione atte a ridurre il rischio secondo il tipo di danno.

#### **Misure di protezione atte a ridurre i danni ed esseri viventi dovuti ad elettrocuzione**

Le possibili misure di protezione comprendono:

- adeguato isolamento delle masse;
- equipotenzializzazione del suolo per mezzo di un dispersore a maglia;
- recinzioni e cartelli ammonitori;
- equipotenzializzazione (EB).

#### **Misure di protezione atte a ridurre i danni materiali**

La protezione è ottenuta per mezzo del sistema di protezione (LPS) che comprende le seguenti caratteristiche:

- sistema di captatori;
- sistema di calate;
- sistema di dispersori;
- equipotenzializzazione (EB);
- isolamento elettrico (e quindi distanza di sicurezza) dall'LPS esterno

## **Misure di protezione atte a ridurre i guasti negli impianti elettrici ed elettronici**

Le possibili misure di protezione (SPM) comprendono:

- messa a terra ed equipotenzializzazione;
- schermatura;
- percorso delle linee;
- interfacce di separazione;
- sistema coordinato di SPD.

Queste misure possono essere utilizzate singolarmente o in combinazione.

## **Scelta delle misure di protezione**

Le misure di protezione elencate costituiscono, insieme, il sistema completo di protezione.

La scelta delle misure di protezione più appropriate deve essere effettuata dal progettista delle misure di protezione e dal proprietario della struttura da proteggere in funzione del tipo e dell'ammontare di ciascun tipo di danno nonché degli aspetti tecnici ed economici relativi alle diverse misure di protezione e dei risultati della valutazione del rischio.

I criteri per la valutazione del rischio e per la scelta delle misure di protezione più appropriate sono riportati nella CEI EN 62305-2.

Le misure di protezione sono efficaci se sono soddisfatte le prescrizioni delle relative norme e sono atte a sopportare le sollecitazioni che possono verificarsi nel punto di installazione.

## **NUOVA GUIDA CEI 81-29**

### **Valori di NG**

Il valore di NG, indica il numero di fulmini a terra per kilometro quadrato e per anno, secondo la vecchia edizione della guida CEI 81-29, i valori di NG ricavati dai sistemi di localizzazione dei fulmini (LLS), per poter essere utilizzati ai fini dell'analisi del rischio, dovevano essere rilevati ed elaborati in accordo con la guida CEI 81-30.

La nuova guida CEI 81-29, non fa più riferimento alla guida CEI 81-30 che è stata contestualmente abrogata, ma richiama la più recente norma CEI EN IEC 62858.

### **Protezione contro le sovratensioni**

I danni da fulmine più frequenti riguardano le apparecchiature elettriche ed elettroniche a causa delle sovratensioni. A partire da tale constatazione, la nuova guida CEI 81-29 cambia le modalità di calcolo della frequenza di danno.

### **Frequenza di danno**

La frequenza di danno (F) è il prodotto tra il numero (N) di eventi pericolosi all'anno e la probabilità (P) che all'evento pericoloso segua il danno ( $F = NP$ ). Secondo la vecchia guida CEI 81-29, la frequenza di danno era il numero di volte in un anno che un fulmine poteva causare danno alla struttura da proteggere. La guida, pertanto, calcolava la frequenza di danno per la struttura (o zona) ed il suo contenuto. A tal fine, considerava tutte le probabilità di danno, anche quelle relative all'incendio e alle tensioni di contatto e di passo, anche se quest'ultime limitatamente alle strutture agricole nelle quali si poteva verificare la perdita di animali.

La nuova guida CEI 81-29, invece, ha preso atto che nella maggioranza dei casi i danni dovuti al fulmine riguardano le apparecchiature a causa delle sovratensioni e quindi calcola la frequenza di danno soltanto con riferimento alle sovratensioni che possono interessare gli impianti interni a seguito di fulminazione della struttura e delle linee connesse.

Se occorre ridurre la frequenza di danno, dunque, in accordo con la nuova guida CEI 81-29, bisogna proteggere le apparecchiature dalle sovratensioni.

Quanto appena detto risulta evidente dal confronto delle formule di calcolo previste dalle due edizioni della guida CEI 81-29, tabella A.

Secondo la nuova guida CEI 81-29, la frequenza di danno (F) di un'apparecchiatura è la somma delle frequenze parziali dei danni relative alle varie sorgenti di danno come di seguito indicato:

- $F = FS1 + FS3 + FS4$  se il circuito di alimentazione dell'apparecchiatura è collegato ad una linea esterna all'edificio;
- $F = FS1 + FS2$  se il circuito di alimentazione dell'apparecchiatura non è connesso ad una linea esterna all'edificio oppure è collegato ad una linea esterna all'edificio ma l'apparecchiatura è alimentata tramite un'interfaccia di separazione,

La frequenza di danno può essere calcolata per una singola apparecchiatura oppure, in modo più pratico, per un singolo circuito o per l'intero impianto.

### Frequenza di danno tollerabile

La frequenza di danno tollerabile, tenuto conto delle nuove modalità di calcolo della frequenza di danno, non va più definita a livello di struttura, ma può cambiare con l'impianto considerato o con il circuito ( al limite anche con la singola apparecchiatura da proteggere).

**Tabella A - Formule per il calcolo della frequenza di danno secondo la vecchia e nuova guida CEI 81-29. <sup>(1)</sup>**

Sorgente di danno (S)	Frequenza di danno (F)	
	Vecchia guida CEI 81-29 (edizione 2014)	Nuova guida CEI 81-29 (edizione 2020)
Fulmini sulla struttura (S1)	$F_{S1} = N_D [1 - (1 - P_A)(1 - P_B)(1 - P_C)]^{(2)}$	$F_{S1} = N_D P_C$
Fulmini vicino alla struttura (S2)	$F_{S2} = N_M P_M$	$F_{S2} = N_M P_M$
Fulmini su linee entranti nella struttura (S3)	$F_{S3} = (N_L + N_{Dj}) [1 - (1 - P_U)(1 - P_V)(1 - P_W)]^{(2)}$	$F_{S3} = (N_L + N_{Dj}) P_W$
Fulmini vicino a linee entranti nella struttura (S4)	$F_{S4} = N_I P_Z$	$F_{S4} = N_I P_Z$

(1) Legenda:

$N_D$ , numero di eventi pericolosi dovuti ai fulmini sulla struttura.  
 $N_M$ , numero di eventi pericolosi dovuti ai fulmini vicino alla struttura.  
 $N_L$ , numero di eventi pericolosi dovuti ai fulmini sulla linea entrante nella struttura.  
 $N_{Dj}$ , numero di eventi pericolosi dovuti ai fulmini vicino alla linea entrante nella struttura.  
 $N_I$ , numero di eventi pericolosi dovuti ai fulmini sulla struttura adiacente.  
 $P_A$ , probabilità di danno ad esseri viventi per elettrocuzione (fulmini sulla struttura).  
 $P_B$ , probabilità di danno materiale in una struttura (fulmini sulla struttura).  
 $P_C$ , probabilità di guasto di un impianto interno (fulmini sulla struttura).  
 $P_M$ , probabilità di guasto degli impianti interni (fulmini vicino alla struttura).  
 $P_U$ , probabilità di danno ad esseri viventi (fulmini sulla linea entrante nella struttura).  
 $P_V$ , probabilità di danno materiale nella struttura (fulmini sulla linea entrante nella struttura).  
 $P_W$ , probabilità di guasto di un impianto interno (fulmini sulla linea entrante nella struttura).  
 $P_Z$ , probabilità di guasto degli impianti interni (fulmini vicino alla linea entrante nella struttura).

(2) Le probabilità  $P_A$  e  $P_U$  devono essere considerate solo se può verificarsi la perdita di animali (strutture agricole).

Il valore della frequenza di danno tollerabile ( $F_r$ ) suggerito dalla nuova guida CEI 81-29 è  $F_r = 0,1$  (un danno ogni dieci anni), cioè lo stesso valore previsto dall'edizione precedente. Secondo la nuova guida, però, il gestore della struttura, in relazione alle proprie necessità (ad es. al grado di affidabilità richiesto per gli impianti), può stabilire un valore di frequenza di danno tollerabile superiore, ma in ogni caso, tale valore non dovrebbe essere superiore a 1 (un danno all'anno).

### Necessità della protezione contro le sovratensioni

Le misure di protezione contro le sovratensioni (SPD) possono risultare necessarie per ridurre il rischio oppure la frequenza di danno. Le protezioni devono essere installate se necessarie per ridurre il rischio al di sotto del limite ammesso dalla norma.

Per quanto riguarda la frequenza di danno, se:

- $F \leq F_r$ , non occorre adottare misure di protezione contro le sovracorrenti;
- $F > F_r$ , ma  $F_t < 1$ , occorre adottare misure di protezione, salvo aumentare se possibile il valore di  $F_t$ ;
- $F > 1$ , occorre adottare misure di protezione.

La fig. 1 riassume la situazione.



Circa la necessità di adottare misure di protezione contro le sovratensioni per ridurre la frequenza di danno, occorre fare alcune considerazioni. La vecchia guida CEI 81-29 non stabiliva un limite superiore alla frequenza di danno tollerabile e se  $F > F_r$  la guida stessa riteneva la protezione soltanto "opportuna". Era dunque possibile, laddove richiesto, acquisire la volontà del committente di omettere la protezione contro le sovratensioni per evitarne l'installazione. In tali casi, infatti, era come se il committente accettasse un qualsiasi valore della frequenza tollerabile e dunque la relazione  $F \leq F_r$  fosse sempre verificata.

La nuova guida CEI 81-29, invece, introduce un limite superiore alla frequenza di danno tollerabile ( $F_r \leq 1$ ) e se  $F > F_r$  la guida stessa indica la protezione come "necessaria", non più "opportuna". Dopotutto un impianto in cui le apparecchiature possono essere danneggiate più di una volta all'anno non può senz'altro ritenersi a regola d'arte. Il limite superiore alla frequenza tollerabile  $F_r$ , introdotto dalla nuova guida CEI 81-29, non sembra estraneo all'evoluzione della norma CEI 64-8, la quale, a partire dalla variante V5, richiede di fatto sempre e comunque l'installazione di SPD, a meno che siano non necessari secondo le norme del CT 81 (CEI 64-8 V5, art. 443.5, nota 1), E in proposito bisogna prendere atto che con la nuova guida CEI 81-29, la posizione del CT 81 è divenuta più stringente.

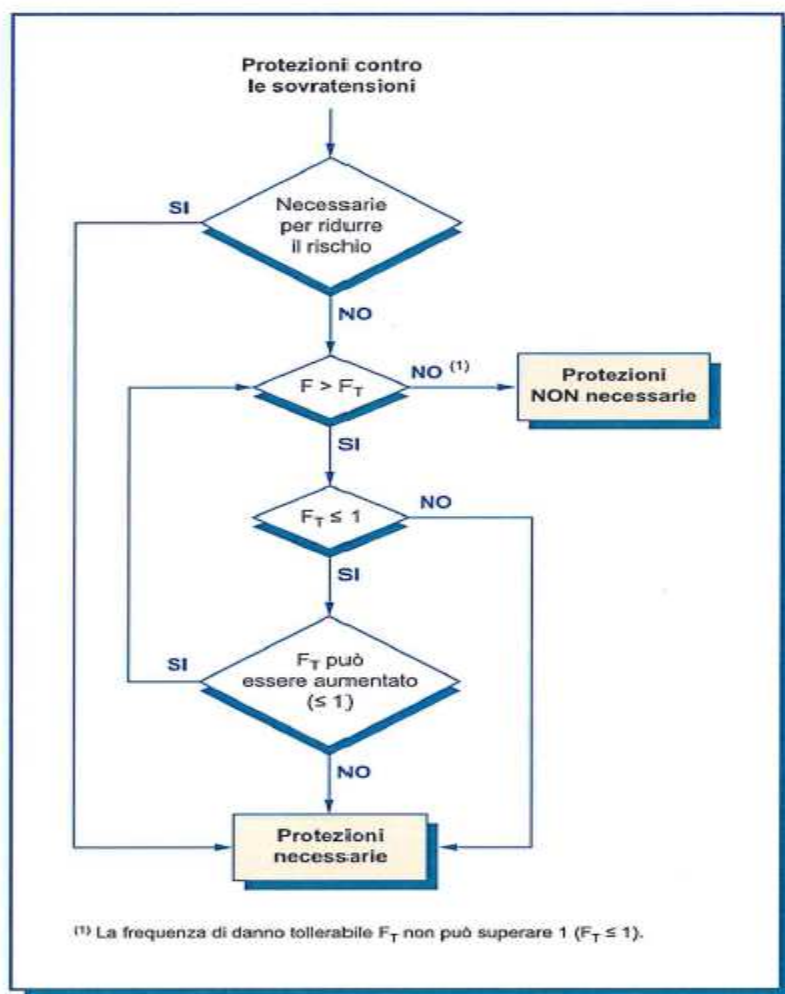


Fig. 1 - Necessità della protezione contro le sovratensioni.

Questo è vero, ma bisogna tenere conto che secondo la norma CEI 64-8 V5 l'installazione degli SPD è di fatto comunque sempre necessaria e la possibilità di evitarne l'installazione passa dall'applicazione delle regole definite dal CT 81. E la guida CEI 81-29 va tenuta in debita considerazione posto che riporta le linee guida per la corretta applicazione delle norme CEI EN 62305.

Preso atto del nuovo quadro normativo, va aggiunto che nel caso in cui il rischio fosse al di sotto del limite ammesso dalla norma e la frequenza di danno  $F > 1$ , un'eventuale mancata installazione delle protezioni contro le sovratensioni, ancorché attuata in accordo con il committente, potrebbe comportare per l'impiantista la contestazione di avere installato componenti e apparecchiature sull'impianto non adatti al luogo di installazione.

Una carenza che, in caso di danni, costituirebbe un pretesto per qualsiasi assicuratore per non pagare eventuali indennizzi dovuti. E quand'anche il committente fosse disposto ad accettare tale conseguenza, per omettere le protezioni contro le sovratensioni, bisognerebbe indicare la deviazione dalle norme nel progetto e nella DICO (patto in deroga)

Tutto sommato, tenuto conto che:

- se  $F > 1$  la probabilità che le apparecchiature siano danneggiate è oggettivamente elevata;
  - se la scelta e installazione degli SPD è fatta seguendo le regole del CT 81, il numero di SPD da installare sull'impianto è in genere limitato;
  - il rapporto costi/benefici in genere è favorevole all'installazione degli SPD;
- non sembrano esserci sufficienti motivi per derogare dal dettato normativo.

### **Scelta e installazione degli SPD**

La guida CEI 81-29 introduce importanti cambiamenti con riferimento alla scelta e installazione degli SPD. Per meglio comprendere le modifiche introdotte è opportuno richiamare il significato dei termini "tipo di SPD" e "livello di protezione dell'SPD".

### **Tipo e livello di protezione dell'SPD**

#### **Tipo di SPD**

La norma CEI EN 61643-11 prevede SPD di tipo 1, 2, 3, per i quali specifica le classi di prova, rispettivamente I, II, III, secondo cui i dispositivi sono provati, tabella B. In pratica, nel linguaggio comune, si parla indifferentemente di SPD di tipo 1 o classe I, ovvero SPD di tipo 2 o classe II oppure SPD di tipo 3 o classe III.

Talvolta il termine "tipo" è utilizzato anche per indicare il modo fisico con cui un SPD limita la sovratensione (modo di funzionamento):

**Tabella B - Classificazione degli SPD (norma CEI EN 61643-11).<sup>(1)</sup>**

<i>Tipo di SPD</i>	<i>Classe di prova</i>	<i>Forme d'onda degli impulsi con i quali sono provati gli SPD</i>
Tipo 1	Classe I	10/350 $\mu$ s, 8/20 $\mu$ s, 1,2/50 $\mu$ s
Tipo 2	Classe II	8/20 $\mu$ s, 1,2/50 $\mu$ s
Tipo 3	Classe III	8/20 $\mu$ s, 1,2/50 $\mu$ s (generatore ad onda combinata)

<sup>(1)</sup> L'impulso 1,2/50  $\mu$ s è di tensione, gli impulsi 8/20  $\mu$ s e 10/350  $\mu$ s sono impulsi di corrente.

- tipo di SPD con intervento ad innesco (ad es. spinterometri);
- tipo di SPD con intervento a limitazione (ad es. varistori);
- tipo di SPD combinato (ad es. spinterometri e varistori in serie o parallelo).

Il tipo di SPD (1, 2, 3) in base alla forma d'onda degli impulsi con cui è provato non ha alcuna relazione con il tipo di SPD relativo al modo di funzionamento (ad innesco, a limitazione, combinato). Ad esempio un SPD di tipo 1 può essere ad innesco, a limitazione o combinato; così come un SPD a limitazione può essere di tipo 1, 2 o 3.

### **Livello di protezione dell'SPD**

Il livello di protezione ( $U_p$ ) dell'SPD, espresso in volt, rappresenta la prestazione dell'SPD ai fini della limitazione delle sovratensioni ed è indicato a catalogo dal costruttore, spesso per diversi valori della corrente di scarica.

Per proteggere un'apparecchiatura contro le sovratensioni occorre scegliere un SPD che, in corrispondenza della corrente di scarica (non inferiore a quella attesa nel punto di installazione), abbia almeno un livello di protezione  $U_p$  minore o uguale alla tensione di tenuta ad impulso ( $U_w$ ) dell'apparecchiatura stessa. Il livello di protezione ( $U_p$ ) dell'SPD non va confuso con il livello di protezione contro il fulmine (LPL: Lightning Protection Level) richiesto per ridurre il rischio relativo al fulmine entro valori accettabili.

Il livello di protezione contro il fulmine LPL è definito nella norma CEI EN 62305 ed è espresso da un numero romano (I, II, III, N).

Tale numero identifica, per un insieme di parametri della corrente di fulmine (pendenza del fronte d'onda, valore di picco, energia specifica, quantità di carica elettrica), i valori minimi e massimi assunti dalla norma per dimensionare le misure di protezione contro il fulmine.

## Sistema di SPD

Un'apparecchiatura può essere protetta da uno o più SPD tra di loro coordinati (sistema di SPD). In genere, l'SPD installato ad arrivo linea, ad esempio nel quadro generale, non è in grado di proteggere da solo le apparecchiature installate sull'impianto ed occorre installare ulteriori SPD nei quadri secondari o vicino alle apparecchiature da proteggere.

Un sistema di SPD, in casi particolari, può essere costituito anche da un solo SPD. Per identificare il sistema di SPD da dimensionare, la nuova guida CEI 81-29 introduce un'ulteriore nomenclatura che si sovrappone a quella esistente.

In particolare, la guida identifica con le lettere:

- "S" gli SPD ad innesco (spinterometri);
- "L" gli SPD a limitazione (varistori);
- "S+L" gli SPD combinati con spinterometri e varistori in serie (in questa categoria rientrano ad esempio gli SPD di tipo "3+1" o "1+1" per l'installazione a monte del primo interruttore differenziale nei sistemi TT rispettivamente per forniture trifase e monofase.

Secondo la guida, i sistemi di SPD più comuni sono costituiti da, fig. 2:

- un solo SPD (SPD1) di tipo S oppure L oppure S + L;
- due SPD (SPD1 e SPD2), di cui il primo di tipo S ed il secondo di tipo L (sistema SL) oppure da due SPD di tipo L (sistema LL).

Negli esempi di dimensionamento, la guida considera

- i sistemi L e LL, per le linee di energia;
- i sistemi S e SL, per le linee di segnale.

## Probabilità Pspd

Un'apparecchiatura può essere danneggiata dalle sovratensioni anche se protetta da SPD; la probabilità che tale evento si verifichi è indicata con la sigla Pspd.

Per calcolare la probabilità Pspd bisogna tenere conto che un'apparecchiatura è protetta soltanto se l'SPD è in grado di:

- a) sopportare l'energia associata alla corrente che lo percorre ed inoltre
- b) garantire un livello di protezione UP che, tenuto conto della lunghezza dei collegamenti e dei fenomeni di riflessione e induzione tra SPD e apparecchiatura, sia inferiore alla tensione di tenuta a impulso ( $U_w$ ) dell'apparecchiatura.

Soltanto se entrambe le suddette condizioni sono soddisfatte l'SPD riduce il rischio e/o la frequenza di danno (Pspd < 1).

La nuova guida CEI 81-29, dunque, stabilisce che la probabilità  $P_{SPD}$  vale:

$$P_{SPD} = 1 - (1 - P_Q) (1 - P_{Up})$$

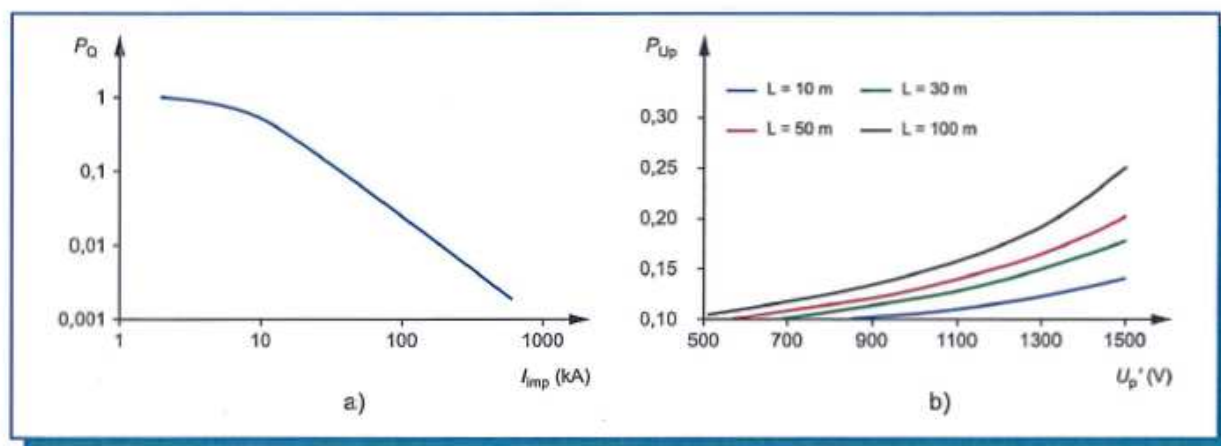


Fig. 3 - Esempi di curve per la scelta delle probabilità: a)  $P_Q$ ; b)  $P_{Up}$ .

dove:

- $P_Q$  è la probabilità che il valore della carica associata alla corrente che fluisce attraverso l'SPD nel punto di installazione superi quello tollerato dall'SPD;
- $P_{Up}$  è la probabilità che il valore della tensione residua sull'SPD, relativo alla corrente che lo attraversa, superi il livello di protezione richiesto per la protezione dell'apparecchiatura.

I valori delle probabilità  $P_Q$  e  $P_{Up}$  sono ricavati da curve che cambiano con:

- il tipo di fulminazione considerata (sorgente di danno S1, S2, S3, S4);
- le caratteristiche della linea entrante e del circuito a cui è collegata l'apparecchiatura;
- la tensione di tenuta a impulso dell'apparecchiatura;
- il tipo di SPD (a limitazione, a commutazione, combinato) e relativa caratteristica di intervento.

La guida CEI 81-29 fornisce per una determinata linea di energia e di segnale, nonché per due tipi di circuiti ciascuna, venti grafici per scegliere il corrispondente valore delle probabilità  $P_Q$  e  $P_{Up}$ .

Un esempio di tali curve è riportato in fig. 3.

Nei grafici, la probabilità  $P_Q$  è riportata in funzione della corrente di scarica ( $I_{imp}$  o  $I_n$ ) dell'SPD, fig. 3 a), mentre la probabilità  $P_{Up}$  varia, a parità di caratteristiche del circuito, con il livello di protezione  $U_p'$  che l'SPD presenta quando è attraversato da una corrente di 1 kA, fig. 3 b). Il livello di protezione dell'SPD a 1 kA ( $U_p'$ ) è un dato che va richiesto al costruttore e che in prospettiva dovrebbe essere riportato direttamente nel catalogo o nelle schede dati dei prodotti.

Se il livello di protezione a 1 kA non è noto, si può fare riferimento ad esempio al valore a 5 kA in genere disponibile a catalogo, anche se ciò comporta un sovradimensionamento dell'SPD.

I grafici forniti dalla guida CEI 81-29 sono utilizzabili soltanto se il caso considerato dall'utente ha le stesse caratteristiche indicate nella guida oppure caratteristiche migliori (ad es., a parità di tutte le altre condizioni, la lunghezza di linea del caso in esame è inferiore a quella considerata dalla guida CEI 81-29). Una volta scelto il sistema di SPD, dimensionarlo affinché fornisca il valore della probabilità  $P_{sp0}$  richiesta, significa:

- scegliere le probabilità  $P_q$  e  $P_{up}$ ;
- determinare la corrente di scarica ( $I_{imp}$  o  $I_n$ ) corrispondente alla probabilità  $P_q$ ;
- individuare la tensione  $U_p$  ai morsetti dell'SPD corrispondente alla probabilità  $P_{up}$ .

La suddetta sequenza di operazioni consente di individuare la corrente di scarica ( $I_{imp}$  o  $I_n$ ) nonché il livello di protezione  $U_p$  a 1 kA e dunque di scegliere l'SPD, o la coppia di SPD, necessari per avere la probabilità  $P_{sp0}$  richiesta. La scelta dei parametri (corrente di scarica e livello di protezione a 1 kA) cambia con il tipo di fulminazione considerato (sorgenti di danno S1, S2, S3, S4), ma poiché il sistema di SPD che può essere installato sull'impianto è unico, è opportuno fare riferimento per prima alla sorgente di danno più gravosa (in genere nell'ordine S1, S3 e S4) e successivamente, se del caso, alle sorgenti di danno rimanenti.

Per calcolare la probabilità  $P_{spd}$  relativa alla fulminazione diretta della struttura (sorgente di danno S1) occorre che la struttura stessa sia dotata di un LPS intenzionale o naturale.

Qualora la struttura ne sia priva, la probabilità  $P_{spd}$  relativa alla sorgente di danno S1 rimane uguale a 1.

Se il sistema di SPD è stato dimensionato per la fulminazione diretta della struttura (sorgente di danno S1) oppure per la fulminazione diretta di linea (sorgente di danno S3), esso è sufficiente per ridurre a un valore trascurabile anche la probabilità  $P_{spd}$  relativa alla fulminazione indiretta di linea (sorgente di danno S4).

La nuova guida CEI 81-29 cambia di fatto le modalità per scegliere un sistema di SPD superando l'Allegato C (informativo) della norma CEI EN 62305-4.

Il nuovo metodo è più corretto e preciso, ma al tempo stesso più complicato. Per ammissione stessa della guida (art. 2.5) "la scelta di un sistema di SPD che abbia una data probabilità  $P_{spd}$  è una questione complessa che può richiedere l'uso di tecniche di simulazione e di programmi di calcolo".

### **Probabilità $P_{spd}$ tra norma CEI EN 62305-2 e guida CEI 81-29**

La probabilità  $P_{spd}$ , calcolata secondo la nuova guida CEI 81-29, può assumere un valore qualsiasi compreso tra 0 e 1. La norma CEI EN 62305-2, invece, indica solo i quattro valori corrispondenti ai livelli di protezione (I, II, III, N), .tabella C. Nell'ambito dell'analisi del rischio e della valutazione della frequenza di danno, pertanto, la probabilità  $P_{spd}$  richiesta risulterà pari al valore minimo tra:

- la probabilità  $P_{spd}$  necessaria per ridurre il rischio al di sotto del limite ammesso dalla norma CEI EN 62305-2, e
- la probabilità  $P_{spd}$  necessaria per ridurre la frequenza di danno al di sotto della frequenza tollerabile definita dal committente in accordo con la guida CEI 81-29.

## Lunghezza linea e nodo di rete

La lunghezza della linea entrante nella struttura oggetto dell'analisi del rischio, ai fini del calcolo delle aree di raccolta per fulminazione diretta e indiretta, deve essere considerata fino al primo nodo di rete. I criteri per individuare il nodo di rete non cambiano.

Per le linee di telecomunicazioni in area rurale è stata però

**Tabella C - Valori della probabilità  $P_{SPD}$  in funzione dell'LPL per cui sono progettati gli SPD (CEI EN 62305-2).**

<i>LPL</i>	<i>P<sub>SPD</sub></i>
Nessuno	1
III-IV	0,05
II	0,02
I	0,01

aggiunta una nota secondo cui, ai fini della valutazione della probabilità  $P_{SPD}$ , occorre fare riferimento alla lunghezza effettiva della linea e non alla lunghezza equivalente di 1000 m considerata per il calcolo delle aree di raccolta. Per dimensionare un sistema di SPD per una linea di segnale in ambito agricolo tale nota deve essere quindi tenuta in debita considerazione.

## Sovracorrenti

Le sovracorrenti attese dovute ai fulmini per gli impianti di energia e segnale sono indicate rispettivamente nella norma CEI EN 62305-1, tabelle E.2 e E.3.

Nel caso di fulminazione indiretta di linea (sorgente di danno S4), la norma prevede correnti di 2,5 kA, 3,75 kA e 5 kA rispettivamente per livelli di protezione contro il fulmine pari a N-III livello, II livello, I livello. La nuova guida CEI 81-29 precisa che in realtà le sovracorrenti attese sono inferiori a 1 kA anche per il I livello. L'impiego di SPD con correnti nominali superiori a 2,5 kA sono dunque più che sufficienti per limitare gli effetti dovuti alla fulminazione indiretta di linea.

## Area di raccolta AM

L'area di raccolta AM tiene conto del numero di fulmini che cadono a terra in prossimità della struttura (fulminazione indiretta della struttura).

Secondo la norma, l'area di raccolta AM si estende fino ad una distanza di 500 m dal perimetro della struttura.

Il CT 81 del CEI, fin dal primo recepimento della norma, ha chiarito che una distanza di 500 m dal perimetro della struttura era eccessiva perché calcolata nell'ipotesi teorica di spira indotta ortogonale al campo elettromagnetico dovuto alla corrente di fulmine.

Poiché, in realtà, la spira in cui è indotta tensione ha un orientamento qualsiasi rispetto al campo elettromagnetico inducente, la distanza dal perimetro della struttura è stato ridotto a 350 m. La nuova guida CEI 81-29 aggiunge che le tensioni indotte da un fulmine a terra in prossimità della struttura, in ambito urbano, sono ridotte dall'effetto schermante delle strutture esistenti nella zona. Pertanto, in ambito urbano, l'area di raccolta AM può essere ulteriormente ridotta tramite l'applicazione del coefficiente ambientale CE.

### **Tensioni di contatto e di passo**

La componente di rischio RA tiene conto dei danni ad esseri viventi per elettrocuzione dovuta a tensioni di contatto e di passo all'interno e all'esterno della struttura in zone fino a 3 m attorno alle calate. La guida CEI 81-29 riporta diverse condizioni alle quali è possibile trascurare il rischio relativo alle tensioni di contatto e di passo.

Nella vecchia guida CEI 81-29, una di queste condizioni non era allineata con la nota originale riportata nella norma CEI EN 62305-2, così, la nuova guida CEI 81-29 rimette le cose a posto. In particolare, finora, la vecchia guida CEI 81-29 considerava  $RA = 0$  se la struttura:

- aveva una struttura portante metallica, o
- era in c.a. con ferri d'armatura continui, o
- era in c.a. gettato in opera, con i ferri d'armatura legati a regola d'arte edile.

La nuova guida CEI 81-29 sostituisce la suddetta condizione con la seguente: "I ferri d'armatura del cemento armato o le parti metalliche della struttura sono usati come calate naturali e il loro numero non è inferiore a 10.

La "nuova" condizione è più precisa perché richiede che gli elementi metallici siano utilizzati come calate e siano almeno dieci al fine di ritenere sufficientemente bassa la quota parte di corrente che fluisce sul singolo elemento metallico e di conseguenza risulti accettabile il rischio che si stabilisca una tensione di contatto o passo pericolosa.

### **Probabilità $P_c$ di guasti negli impianti interni**

La componente di rischio  $R_e$  è relativa al guasto degli impianti interni a causa delle tensioni indotte dal fulmine che colpisce direttamente la struttura.

Gli eventuali SPD utilizzati per la protezione delle apparecchiature contro tale evento possono essere dimensionati soltanto se la struttura è dotata di un LPS intenzionale o naturale. La nuova guida CEI 81-29 in proposito aggiunge la seguente nota: "Nelle strutture non protette con LPS normale o naturale, la riduzione della probabilità  $P_c$  può essere non giustificata a fronte dei costi necessari per l'installazione di un idoneo LPS. In questi casi, essa può essere omessa sulla base di una accurata analisi economica costi/benefici, fatti salvi i casi di strutture in cui guasti degli impianti interni possano provocare immediato pericolo per la vita umana (strutture con rischio di esplosione, ospedali)".



In altri termini, secondo la nuova guida CEI 81-29, a fronte di un'accurata analisi economica costi/benefici è possibile evitare di ridurre la probabilità di danno  $P_c$  ai fini del rischio R2 (perdita di servizi pubblici) e della frequenza di danno (FSI), se ciò comporta l'installazione di un LPS.

A prescindere dall'indicazione della guida, prima di omettere la protezione ai fini del rischio R2, è consigliabile condividere tale scelta con il committente anche perché tale indicazione non trova riscontro nella norma CEI EN 62305-2.

La necessità di ridurre la frequenza di danno  $F_{s1}$ , invece, è un caso più teorico che pratico per cui la nota di fatto non trova applicazione.

### **Interfacce di separazione**

Le interfacce di separazione (talvolta chiamate anche interfacce isolanti) sono dispositivi che attenuano gli impulsi condotti sulle linee entranti in una struttura o in una zona della struttura. Sono considerate interfacce di separazione, i trasformatori di isolamento muniti di schermo connesso a terra tra gli avvolgimenti, i cavi in fibra ottica privi di parti metalliche e gli opto-isolatori (per le linee di segnale). Secondo la vecchia guida CEI 81-29, le interfacce isolanti di fatto annullavano le sovratensioni a valle soltanto se protette da SPD lato linea dimensionati in relazione all'LPL scelto tramite l'analisi del rischio. La nuova guida CEI 81-29 non si preoccupa più che siano installati SPD lato linea dell'interfaccia di separazione, perché ritiene che un'avaria dell'interfaccia non si traduca in un guasto delle apparecchiature a valle. Tuttavia, l'interfaccia di separazione deve essere adeguatamente protetta contro le sovratensioni come una qualsiasi apparecchiatura.

VALORE DI  $N_g$



## VALORE DI $N_G$

(CEI EN 62305 - CEI EN IEC 62858)

$$N_G = 2,35 \text{ fulmini / (anno km}^2\text{)}$$

### POSIZIONE

Latitudine: **44,389927° N**

Longitudine: **11,840519° 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 10/07/2021



## Coordinate in formato decimale (WGS84)

**Indirizzo:** Coordinate manuali

**Latitudine:** 44,389927

**Longitudine:** 11,840519



## VALUTAZIONE RISCHIO DI FULMINAZIONE

### Protezione contro i fulmini

MASTER STUDIO di ZANATO PERIODICA DAVIDE ■ Via LEINAUDI n°36 int.7d1- 45100 ROVIGO ■ Tel.0425471135

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

## **SOMMARIO**

1. CONTENUTO DEL DOCUMENTO
2. NORME E TECNICHE DI RIFERIMENTO
3. IDENTIFICAZIONE DELL'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 DELL'STRUTTURA E DELLE LINEE ELETTRICHE ESTERNE
6. ANALISI TEMPERALE DEI RISCHI
  - 6.1 Rischio R1 di perdita di vite umane
    - 6.1.1 Calcolo del rischio R1
    - 6.1.2 Analisi del rischio R1
7. SCELTA DELLE MISURE DI PROTEZIONE
  - 7.1 Analisi della convenienza economica
8. CONCLUSIONI
9. ALLEGATI
10. ALLEGATI
  - Disegno della struttura
  - Grafico area di raccolta A
  - Grafico area di raccolta B

## 1▯ CONTEN▯ TO DEL DOC▯ MENTO

▯ uesto documento contiene:

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

## 2▯ NORME TECNIC▯ E DI RIFERIMENTO

▯ uesto 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: ▯alutazione 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▯Febbraio 2014▯
- CEI EN IEC 62858 ▯Densità di fulminazione. Reti di localizzazione fulmini (LLS) - Principi generali▯  
▯aggio 2020.

## 3▯ INDIVID▯ AZIONE DELLA STR▯ TT▯ RA 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 s▯ stante.

Pertanto, ai sensi dell'art. ▯.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 Den▯ it▯ 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 ▯▯ alore di  $N_g$ ), vale:

$$N_g \approx 2.35 \text{ fulmini/anno km}^2$$

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

La pianta della struttura è riportata nel disegno (Vedi Disegno della struttura).

La destinazione d'uso prevalente della struttura è: mangimificio

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

Per valutare la convenienza economica ad adottare le misure di protezione, è necessario calcolare il rischio R4.

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

La struttura è servita dalle seguenti linee elettriche in partenza dalla cabina T-T:

La struttura è servita dalle seguenti linee elettriche:

- Linea di energia: Linea alimentazione EG
- Linea di segnale: Linea telecomunicazioni

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 LE P (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 layout degli impianti interni e le misure di protezione esistenti

sono state definite le seguenti zone:

- 1: intera struttura



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.

La norma CEI EN 62305-2 considera luoghi con pericolo di esplosione, ai fini dell'analisi del rischio contro i fulmini, le strutture contenenti luoghi di classe 0 (lavorazione e/o deposito di materiale esplosivo) oppure contenenti zone 0, 1, 2 (gas) oppure 20, 21, 22 (ns. caso polveri)

■ ai fini della valutazione del rischio, secondo la norma CEI EN 62305-2, la presenza di zone con pericolo di esplosione può essere trascurata se è soddisfatta almeno una delle seguenti condizioni:

- a) il tempo di presenza della sostanza esplosiva è inferiore a 0,1 ore/anno
- b) il volume dell'atmosfera esplosiva è trascurabile secondo la norma CEI EN 60079-10 e/o la norma CEI EN 60079-10-2
- c) la zona non può essere colpita direttamente dal fulmine e sono impediti scariche pericolose nella zona stessa (vedere in proposito la Nota 1 seguente).

Per le zone pericolose protette da contenitori metallici (ns caso), la condizione c) è soddisfatta se il contenitore, considerato quale organo di captazione naturale, impedisce perforazioni o problemi di punto caldo e gli impianti interni al contenitore, se presenti, sono protetti contro le sovratensioni al fine di evitare scariche pericolose.

#### Nota 1

Il CT 81 del CEI ha fornito il seguente chiarimento (luglio 2013, successivamente ripreso dalla guida CEI 81-29).

*“La condizione c) si ritiene comunque soddisfatta se la zona pericolosa si trova all'interno di strutture:*

- *protette con LPS;*
- *con struttura portante metallica (ns caso)*
- *in c.a. con ferri d'armatura continui;*
- *in c.a. gettato in opera;*

*purché gli organi di captazione naturale, impediscano perforazioni o problemi di punto caldo nella zona e gli impianti interni alla zona, se presenti, siano protetti contro le sovratensioni al fine di evitare scariche pericolose”.*

In fase di analisi del rischio di una struttura, dunque, è possibile trascurare il pericolo di esplosione in numerosi casi. Infatti, per evitare che il fulmine possa colpire direttamente la zona pericolosa, non è richiesto un LPS naturale conforme alla norma CEI EN 62305-3, ma è sufficiente che la struttura abbia uno scheletro metallico. Lo scheletro metallico può avere forma qualsiasi ed essere anche ricoperto di materiale isolante (ns caso). Inoltre, non è richiesto un numero minimo di elementi verticali che svolgano la funzione di calata o prescritte eventuali interdistanze minime tra gli elementi stessi.

## **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. 5.2, ed è riportata nel disegno (Allegato Grafico area di raccolta  $A_D$ ).

L'area di raccolta  $A_{TT}$  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. 5.3, ed è riportata nel disegno (Allegato Grafico area di raccolta  $A_{TT}$ ).

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. 5.4 e 5.5.

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.

$R_1$ : Struttura

$R_{D1}$ :  $6,45E-09$

$R_{D2}$ :  $6,45E-06$

$R_{D3}$  (quadro Generale):  $5,34E-10$

$R_{D4}$  (quadro Generale):  $5,34E-07$

$R_{D5}$  (Telefoni e dati):  $4,70E-09$

$R_{D6}$  (Telefoni e dati):  $4,70E-06$

Totale:  $1,17E-05$

Valore totale del rischio R1 per la struttura:  $1,17E-05$

## 6.1.2 Analisi del rischio R1

Il rischio complessivo R1  $\approx 1,17E-05$  è maggiore di quello tollerato RT  $\approx 1E-05$ , occorre adottare idonee misure di protezione per ridurlo.

La composizione delle componenti che concorrono a formare il rischio R1, espressi in percentuale del valore di R1 per la struttura, è di seguito indicata.

### ■ 1 - Struttura

RD  $\approx 55,206$  ■

RI  $\approx 44,794$  ■

Totale  $\approx 100$  ■

RS  $\approx 0,0999$  ■

RF  $\approx 99,9001$  ■

R<sub>0</sub>  $\approx 0$  ■

Totale  $\approx 100$  ■

dove:

- RD  $\approx R_0 \approx R_0 \approx RC$

- RI  $\approx R_0 \approx R_0 \approx R_0 \approx RW \approx R_0$

- RS  $\approx R_0 \approx R_0$

- RF  $\approx R_0 \approx R_0$

- R<sub>0</sub>  $\approx R_0 \approx RC \approx RW \approx R_0$

essendo:

- RD il rischio dovuto alla fulminazione diretta della struttura
- RI il rischio dovuto alla fulminazione indiretta della struttura
- RS il rischio connesso alla perdita di esseri viventi
- RF il rischio connesso al danno fisico
- R<sub>0</sub> il rischio connesso alla avaria degli impianti interni.

I dati sopra indicati, evidenziano che il rischio R1 per la struttura si verifica essenzialmente nelle seguenti zone:

### ■ 1 - Struttura (100 ■ )

- in gran parte per danno fisico
- a causa principalmente della fulminazione sia diretta che indiretta della struttura
- il contributo principale al valore del rischio R1 nella zona è dato dalle seguenti

componenti di rischio:

$R_1 = 55,1508$

Danno fisico per fulminazione diretta della struttura

$R_2$  (Telefoni e dati)  $= 40,1828$

Danno fisico per fulminazione diretta della linea

## 7. SCELTA DELLE MISURE DI PROTEZIONE

Per ridurre il rischio  $R_1$  a valori non superiori a quello tollerabile  $R_T = 1E-05$ , è necessario agire sulle seguenti componenti:

-  $R_1$  nelle zone:

1 - Struttura

-  $R_2$  nelle zone:

1 - Struttura

-  $R_3$  nelle zone:

1 - Struttura

-  $R_4$  nelle zone:

1 - Struttura

-  $R_5$  nelle zone:

1 - Struttura

-  $R_6$  nelle zone:

1 - Struttura

adottando una o più delle possibili misure di protezione seguenti:

- per la componente  $R_1$ :

1) LPS

2) mezzi e impianti di rivelazione e/o estinzione incendio, compartimenti antincendio

- per la componente  $R_2$ :

1) Sistema di SPD

2) Interfaccia isolante e schermatura

- per la componente  $\Delta$  :

- 1) Sistema di SPD
- 2) Schermatura totale o parziale della struttura
- 3) Schermatura e/o disposizione dei circuiti interni
- 4)  $\Delta$ umento tensione di tenuta apparecchiature

- per la componente  $\Delta$  :

- 1) LPS
- 2) SPD arrivo linea
- 3)  $\Delta$ ezzi e impianti di rivelazione e/o estinzione incendio, compartimenti antincendio
- 4) Interfaccia isolante
- 5)  $\Delta$ umento tensione di tenuta apparecchiature

- per la componente W:

- 1) Sistema di SPD
- 2) Interfaccia isolante
- 3)  $\Delta$ umento tensione di tenuta apparecchiature

- per la componente  $\Delta$  :

- 1) Sistema di SPD
- 2) Interfaccia isolante
- 3)  $\Delta$ umento tensione di tenuta apparecchiature

Tenuto conto della fattibilità tecnica, in relazione anche ai vincoli da rispettare, per la protezione della struttura in esame sono state scelte le misure di protezione seguenti:

- nella zona  $\Delta$  1 - Struttura:

Impianto interno:  $\Delta$  quadro Generale

- Sistema di SPD - livello: III

Impianto interno: Telefoni e dati

- Sistema di SPD - livello: I

- Sulla Linea L1 -  $\Delta$ alimentazione  $\Delta$  EG:

- SPD arrivo linea - livello: III

- Sulla Linea L2 - Telecomunicazioni:

- SPD arrivo linea - livello: I

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.

■ 1: Struttura

$P_{\square} = 1,00E-00$

$P_{\square} = 1,0$

$PC (\square \text{ uadro Generale}) = 5,00E-02$

$PC (\text{Telefoni e dati}) = 1,00E-02$

$PC = 5,95E-02$

$P_{\square} (\square \text{ uadro Generale}) = 1,25E-04$

$P_{\square} (\text{Telefoni e dati}) = 4,44E-11$

$P_{\square} = 1,25E-04$

$P_{\square} (\square \text{ uadro Generale}) = 5,00E-02$

$P_{\square} (\square \text{ uadro Generale}) = 5,00E-02$

$PW (\square \text{ uadro Generale}) = 5,00E-02$

$P_{\square} (\square \text{ uadro Generale}) = 8,00E-03$

$P_{\square} (\text{Telefoni e dati}) = 1,00E-02$

$P_{\square} (\text{Telefoni e dati}) = 1,00E-02$

$PW (\text{Telefoni e dati}) = 1,00E-02$

$P_{\square} (\text{Telefoni e dati}) = 5,00E-03$

$rt = 0,00001$

$rp = 0,5$

$rf = 0,1$

$h = 2$

Rischio R1: perdita di vite umane

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

■ 1: Struttura

$R_{\square} = 6,45E-09$

$R_{\square} = 6,45E-06$

$R_{\square} (\square \text{ uadro Generale}): 2,67E-11$

R<sub>0</sub> (quadro Generale): 2,67E-08

R<sub>0</sub> (Telefoni e dati): 4,70E-11

R<sub>0</sub> (Telefoni e dati): 4,70E-08

Totale: 6,53E-06

valore totale del rischio R1 per la struttura: 6,53E-06

## 7.1 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 (SPD arrivo linea): € 888.00

### 1 - Struttura

- Impianto interno: quadro Generale

Sistema di SPD - livello: III - costo: € 227.861,76

- Impianto interno: Telefoni e dati

Sistema di SPD - livello: I - costo: € 55.802,88

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

- Interesse: 6 %

- ammortamento: 3 anni

- manutenzione: 1 %

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

### 1: Struttura

R<sub>0</sub>: 3,23E-04

R<sub>C</sub>: 4,69E-06

R<sub>0</sub>: 2,25E-07

R<sub>0</sub> (quadro Generale): 2,67E-05

R<sub>W</sub> (quadro Generale): 3,88E-07

R<sub>0</sub> (quadro Generale): 5,47E-06

R<sub>0</sub> (Telefoni e dati): 2,35E-04

R<sub>W</sub> (Telefoni e dati): 3,42E-06

R<sub>0</sub> (Telefoni e dati): 1,71E-04

MASTER STUDIO di ZANATO Per l'Industria DAVIDE - Via Leonardo da Vinci 71 - 45100 ROVIGO - Tel. 0425471135

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.

#### Tabella 1 - Struttura

Perdite senza protezioni: € 8.466,98

Perdite con protezioni: € 3.619,15

Costo delle misure di protezione: € 114.401,95

Risparmio: € -109.554,12

Costo SPD ad arrivo linea: € 358,13

Totale perdite senza protezioni: € 8.466,98

Totale perdite con protezioni: € 3.619,15

Totale costo delle misure di protezione: € 114.760,08

Totale risparmio: € -109.912,25

## 8 CONCLUSIONI

Il seguito dell'adozione delle misure di protezione (che devono essere correttamente dimensionate) vale quanto segue.

Rischi che non superano il valore tollerabile: R1

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

Il presente elaborato relativo alla valutazione del rischio di fulminazione è stato redatto sulla base degli elementi ricevuti dal Committente e dovrà essere rivisto in fase di progettazione esecutiva.

Data 01 luglio 2021

Timbro e firma





## 9 APPENDICI

### APPENDICE - Caratteristiche della struttura

Dimensioni: vedi disegno

Coefficiente di posizione: in area con oggetti di altezza uguale o inferiore ( $CD \geq 0,5$ )

Schermo esterno alla struttura: assente

Densità di fulmini a terra (fulmini/anno km<sup>2</sup>)  $Ng \geq 2.35$

### APPENDICE - Caratteristiche delle linee elettriche

Caratteristiche della linea: alimentazione  $\geq$  EG

Tipo di linea: energia

La linea ha caratteristiche variabili lungo il percorso; essa pertanto è stata divisa in sezioni, ciascuna con caratteristiche uniformi.

#### Sezione 1

Tratto di linea interrata

Lunghezza (m)  $L \geq 100$

Resistività (ohm x m)  $r \geq 400$

Coefficiente ambientale (CE): rurale

#### Sezione 2

Trasformatore  $\geq T/\geq T$

#### Sezione 3

Struttura adiacente

Dimensioni della struttura da cui proviene la linea:  $\geq$  (m): 14  $\geq$  (m): 4  $\geq$  (m): 8

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

Caratteristiche della linea: Telecomunicazioni

La linea ha caratteristiche uniformi lungo l'intero percorso

Tipo di linea: segnale - interrata

Lunghezza (m)  $L \geq 1000$

Resistività (ohm x m)  $r \geq 400$

Coefficiente ambientale (CE): rurale

## APPENDICE - Caratteristiche delle zone

Caratteristiche della zona: Struttura

Tipo di zona: interna

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

Rischio di incendio: elevato ( $r_f = 0,1$ )

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

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

Schermatura di zona: assente

Protezioni contro le tensioni di contatto e di passo: nessuna

Impianto interno: Quadro Generale

Alimentato dalla linea Alimentazione EG

Tipo di circuito: Cond. attivi e PE con stesso percorso (spire fino a 10 m) ( $s_3 = 0,2$ )

Tensione di tenuta: 4,0 kV

Sistema di SPD - livello: Assente (PSPD 1)

Frequenza di danno tollerabile: 0,1

Impianto interno: Telefoni e dati

Alimentato dalla linea Telecomunicazioni

Tipo di circuito: Cavo schermato o canale metallico ( $s_3 = 0,0001$ )

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: Struttura

Rischio 1

Tempo per il quale le persone sono presenti nella struttura (ore all'anno): 8760

Perdita per tensioni di contatto e di passo (relativa a R1)  $L_{\alpha} = L_{\beta} = 1,00E-07$

Perdita per danno fisico (relativa a R1)  $L_{\alpha} = L_{\beta} = 1,00E-04$

Rischio 4

Valore dei muri ( $\alpha$ ): 2000000

Valore del contenuto ( $\alpha$ ): 1000000

Valore degli impianti interni inclusa l'attività ( $\alpha$ ): 8000000

Valore totale della struttura ( $\alpha$ ): 11000000

Perdita per avaria di impianti interni (relativa a R4)  $LC = L_{\alpha} = LW = L_{\beta} = 7,27E-05$

Perdita per danno fisico (relativa a R4)  $L_{\alpha} = L_{\beta} = 5,00E-03$

MASTER STUDIO di ZANATO Per l'Indirizzo DAVIDE Via Leonardo da Vinci 71- 45100 ROVIGO Tel 0425471135

Rischi e componenti di rischio presenti nella zona: Struttura

Rischio 1: Ra Rb Ru Rv

Rischio 4: Rb Rc Rm Rv Rw Rz

#### **APPENDICE - Frequenza di danno**

##### **Impianto interno 1**

Zona: Struttura

Linea: Alimentazione QEG

Circuito: Quadro Generale

FS Totale: 0,145

Frequenza di danno tollerabile: 0,1

Circuito protetto: NO

##### **Impianto interno 2**

Zona: Struttura

Linea: Telecomunicazioni

Circuito: Telefoni e dati

FS Totale: 2,4615

Frequenza di danno tollerabile: 0,1

Circuito protetto: NO

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

##### **Impianto interno 1**

Zona: Struttura

Linea: Alimentazione QEG

Circuito: Quadro Generale

FS Totale: 0,0073

Frequenza di danno tollerabile: 0,1

Circuito protetto: SI

Impianto interno 2

Zona: Struttura

Linea: Telecomunicazioni

Circuito: Telefoni e dati

FS Totale: 0,0246

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 ■  $D = 5,49E-02 \text{ km}^2$

■ Area di raccolta per fulminazione indiretta della struttura ■ ■  $5,26E-01 \text{ km}^2$

Numero di eventi pericolosi per fulminazione diretta della struttura ND ■  $6,45E-02$

Numero di eventi pericolosi per fulminazione indiretta della struttura N ■ ■  $1,24E+00$

Linee elettriche

■ Area di raccolta per fulminazione diretta (■ L) e indiretta (■ I) delle linee:

■ Alimentazione ■ EG

■ L ■  $0,004000 \text{ km}^2$

■ I ■  $0,400000 \text{ km}^2$

Telecomunicazioni

■ L ■  $0,040000 \text{ km}^2$

■ I ■  $4,000000 \text{ km}^2$

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

■ Alimentazione ■ EG

NL ■  $0,004700$

NI ■  $0,470000$

Telecomunicazioni

NL ■  $0,047000$

NI ■  $4,700000$

## APPENDICE - Valori delle permeabilità $P$ per la struttura non protetta

zona 1: Struttura

$P_{\text{a}} = 1,00 \times 10^{-10}$

$P_{\text{d}} = 1,0$

PC (quadro Generale)  $= 1,00 \times 10^{-10}$

PC (Telefoni e dati)  $= 1,00 \times 10^{-10}$

PC  $= 1,00 \times 10^{-10}$

$P_{\text{a}}$  (quadro Generale)  $= 2,50 \times 10^{-3}$

$P_{\text{d}}$  (Telefoni e dati)  $= 4,44 \times 10^{-9}$

$P_{\text{a}} = 2,50 \times 10^{-3}$

$P_{\text{a}}$  (quadro Generale)  $= 1,00 \times 10^{-10}$

$P_{\text{a}}$  (quadro Generale)  $= 1,00 \times 10^{-10}$

PW (quadro Generale)  $= 1,00 \times 10^{-10}$

$P_{\text{a}}$  (quadro Generale)  $= 1,60 \times 10^{-1}$

$P_{\text{d}}$  (Telefoni e dati)  $= 1,00 \times 10^{-10}$

$P_{\text{d}}$  (Telefoni e dati)  $= 1,00 \times 10^{-10}$

PW (Telefoni e dati)  $= 1,00 \times 10^{-10}$

$P_{\text{d}}$  (Telefoni e dati)  $= 5,00 \times 10^{-1}$

## DIMENSIONAMENTO "SPD"

# **Protezione contro le sovratensioni dell'impianto elettrico utilizzatore a tensione nominale non superiore a 1000 V in classe 1500 V in c.a.**

## **1 DOCUMENTO**

Questo documento ha lo scopo di indicare quali SPD (Surge Protective Device) installare al fine di proteggere contro le sovratensioni di origine atmosferica l'impianto elettrico utilizzatore considerato. Le sovratensioni possono essere dovute a fulmini sulla struttura (sorgente di danno S1), fulmini vicino alla struttura (sorgente di danno S2), fulmini su linee entranti nella struttura (sorgente di danno S3) e fulmini vicino a linee entranti nella struttura (sorgente di danno S4). Le misure di protezione adottate contro le sovratensioni di origine atmosferica risultano in genere idonee anche contro le sovratensioni generate sulla linea da cause interne al sistema elettrico di cui la linea è parte (manovre, guasti, ecc.).

## **2 NORME TECNICHE E 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 (aggiornamento 2020)
- CEI EN IEC 62858 Densità di fulminazione. Reti di localizzazione fulmini (LLS) - Principi generali (aggiornamento 2020)

## **3 STRUTTURA DELL'IMPIANTO**

L'impianto è ubicato in una struttura non dotata di impianto di protezione contro le scariche atmosferiche (LPS).

### **Linee e impianti interni**

Sono state considerate le seguenti linee e relativi impianti interni.

- Linea alimentazione a 230 V a.c. - Quadro a 230 V a.c.
- Linea telecomunicazioni - Linea telefonia e dati

### **Caratteristiche delle linee**

Le caratteristiche delle linee sono le seguenti.

Linea alimentazione a 230 V a.c.

Lunghezza (m): 100  
Numero di conduttori: 4  
Linea schermata: No

#### **Linea telecomunicazioni**

Lunghezza (m): 200  
Numero di conduttori: 8  
Linea schermata: Si

### **Caratteristiche dei circuiti**

Le caratteristiche dei circuiti sono le seguenti.

#### **Linea alimentazione ■ EG Struttura - ■ quadro ■ EG**

Tensione di tenuta ad impulso delle apparecchiature ■ w (k■): 4,000

#### **Nome circuito: Circuito n° 1**

Frequenza tollerabile FT: 0,10

Numero di tratti del circuito con caratteristiche differenti: 1

#### **Tratto 1**

Distanza tra conduttori attivi e PE w (m): 0,1

Lunghezza verticale Lv (m): 10

Lunghezza orizzontale Lo (m): 90

#### **Linea telecomunicazioni Struttura - Linea telefonica ■ dati**

Tensione di tenuta ad impulso delle apparecchiature ■ w (k■): 1,500

## **4 ■ DIMENSIONAMENTO SPD**

■ n'apparecchiatura pu■ essere protetta da uno o più SPD tra di loro coordinati (sistema di SPD). Nel presente dimensionamento si considera che gli SPD in cascata (se presenti) siano tra loro coordinati secondo quanto previsto dalle istruzioni del costruttore.

### **Pro■abilit■ PSPD**

La probabilità che un'apparecchiatura sia danneggiata nonostante l'installazione di SPD vale (CEI 81-29):

$$PSPD = 1 - (1 - P_{\square}) (1 - P_{\square p})$$

dove:

- $P_{\square}$  è la probabilità che il valore della carica associata alla corrente che fluisce attraverso l'SPD nel punto di installazione superi quello tollerato dall'SPD■
- $P_{\square p}$  è la probabilità che il valore della tensione residua sull'SPD, relativo alla corrente che lo attraversa, superi il livello di protezione richiesto per la protezione dell'apparecchiatura.

I valori delle probabilità  $P_{\square}$  e  $P_{\square p}$  cambiano con:

- il tipo di fulminazione considerata (sorgente di danno S1, S2, S3, S4)■



- le caratteristiche della linea entrante e del circuito a cui è collegata l'apparecchiatura
- la tensione di tenuta a impulso dell'apparecchiatura
- il tipo di SPD (a limitazione, a commutazione, combinato) e relativa caratteristica di intervento.

Nel presente dimensionamento la probabilità PSPD richiesta è pari al valore minimo tra:

- la probabilità PSPD necessaria per ridurre il rischio al di sotto del limite ammesso dalla norma CEI EN 62305-2, e
- la probabilità PSPD necessaria per ridurre la frequenza di danno al di sotto della frequenza tollerabile definita dal committente in accordo con la guida CEI 81-29.

## Scelta delle protezioni

Le protezioni installate sull'impianto sono descritte per ogni linea e circuito.

### SPD ad arrivo linea

#### Linea alimentazione EG

Modo di funzionamento: S  
 Tipo di SPD: 1  
 Corrente impulsiva di scarica  $I_{imp}(kA)$ : 13,00  
 Livello di protezione  $U_p$  a 1  $kV(U_p)$ : 800,00  
 Lunghezza connessioni SPD (m): 0,0

#### Linea telecomunicazioni

Modo di funzionamento: S  
 Tipo di SPD: 1  
 Corrente impulsiva di scarica  $I_{imp}(kA)$ : 1,00  
 Livello di protezione  $U_p$  a 1  $kV(U_p)$ : 30,00  
 Lunghezza connessioni SPD (m): 0,0

## Protezione dei circuiti

Gli SPD scelti, anche se correttamente installati, permettono di proteggere tutti i circuiti come di seguito indicato.

#### Linea Saldatrici - Quadro Saldatrici

PSPD richiesta: 0,05 (LPL III-IV)

Nome circuito: Circuito n° 1

PSPD S4: 0,001  
 (PSPD<sub>max</sub> : 0,000 - PSPD<sub>min</sub> p: 0,001)

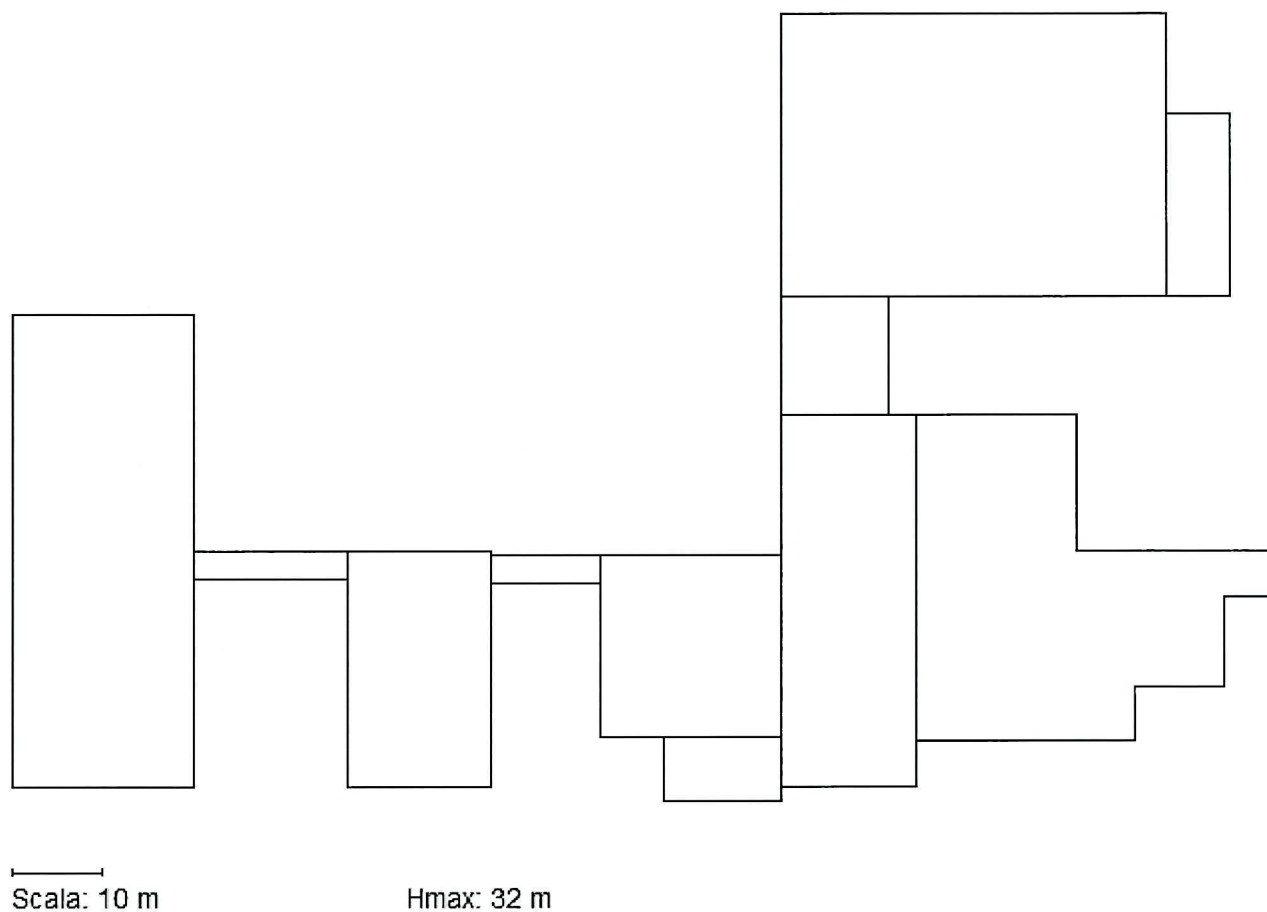
Protetto: Sì

Per quanto riguarda le protezioni delle linee telefoniche e dati, saranno dimensionate in fase di progetto esecutivo in funzione del numero e tipologia di linee e rack dati.

## 5 CONCLUSIONI

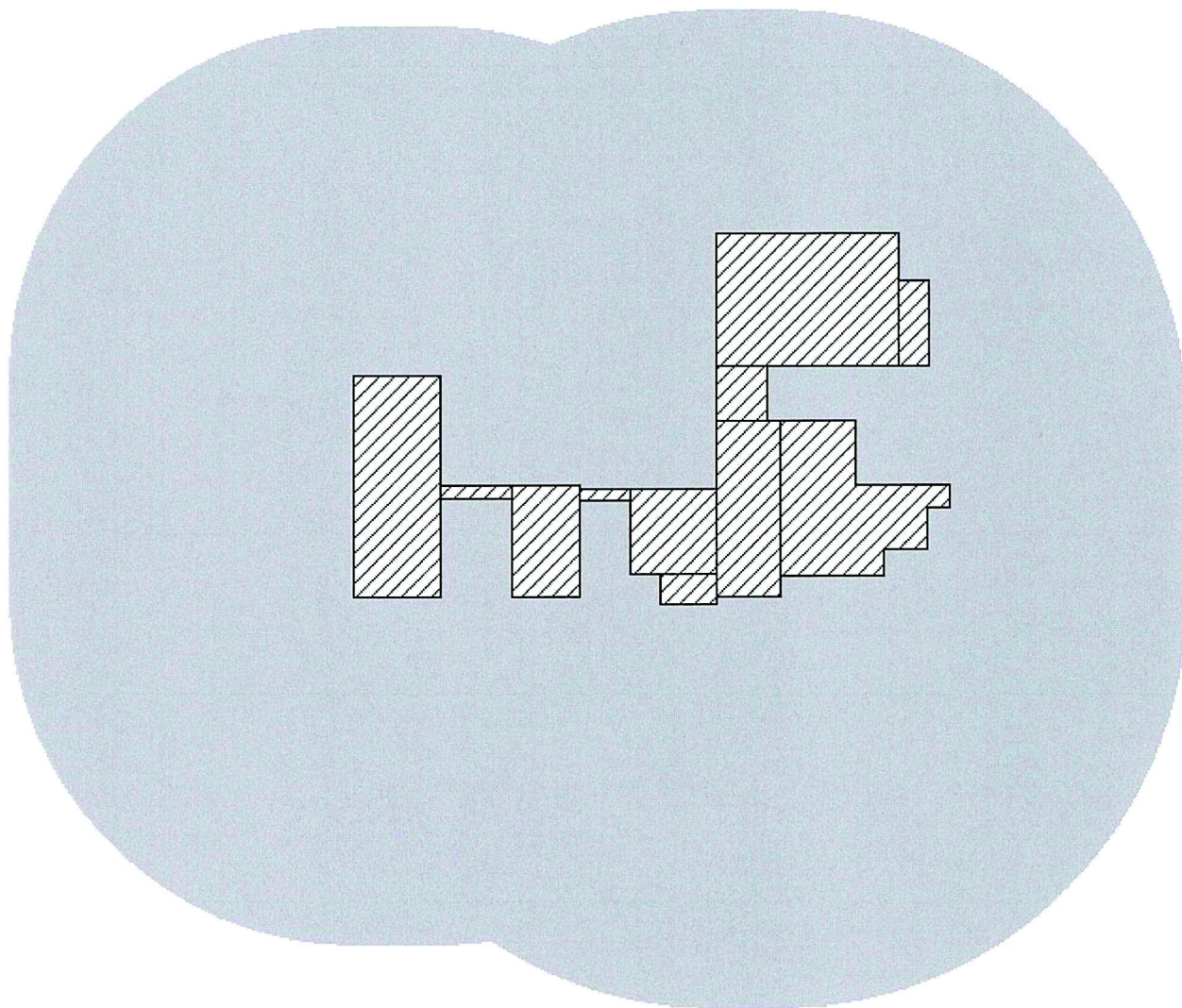
Gli SPD sono stati scelti e dimensionati a regola d'arte. La protezione contro le sovratensioni dell'impianto considerato è completa.

**"ELABORATI GRAFICI"**



### **Allegato - Disegno della struttura**

Committente: EUROVO S.r.l.  
Descrizione struttura: Mangimificio  
Indirizzo: Via Truppatello n.7/A  
Comune: BAGNARA DI ROMAGNA  
Provincia: RA



### **Allegato - Area di raccolta per fulminazione diretta AD**

Area di raccolta AD (km<sup>2</sup>) = 5,49E-02

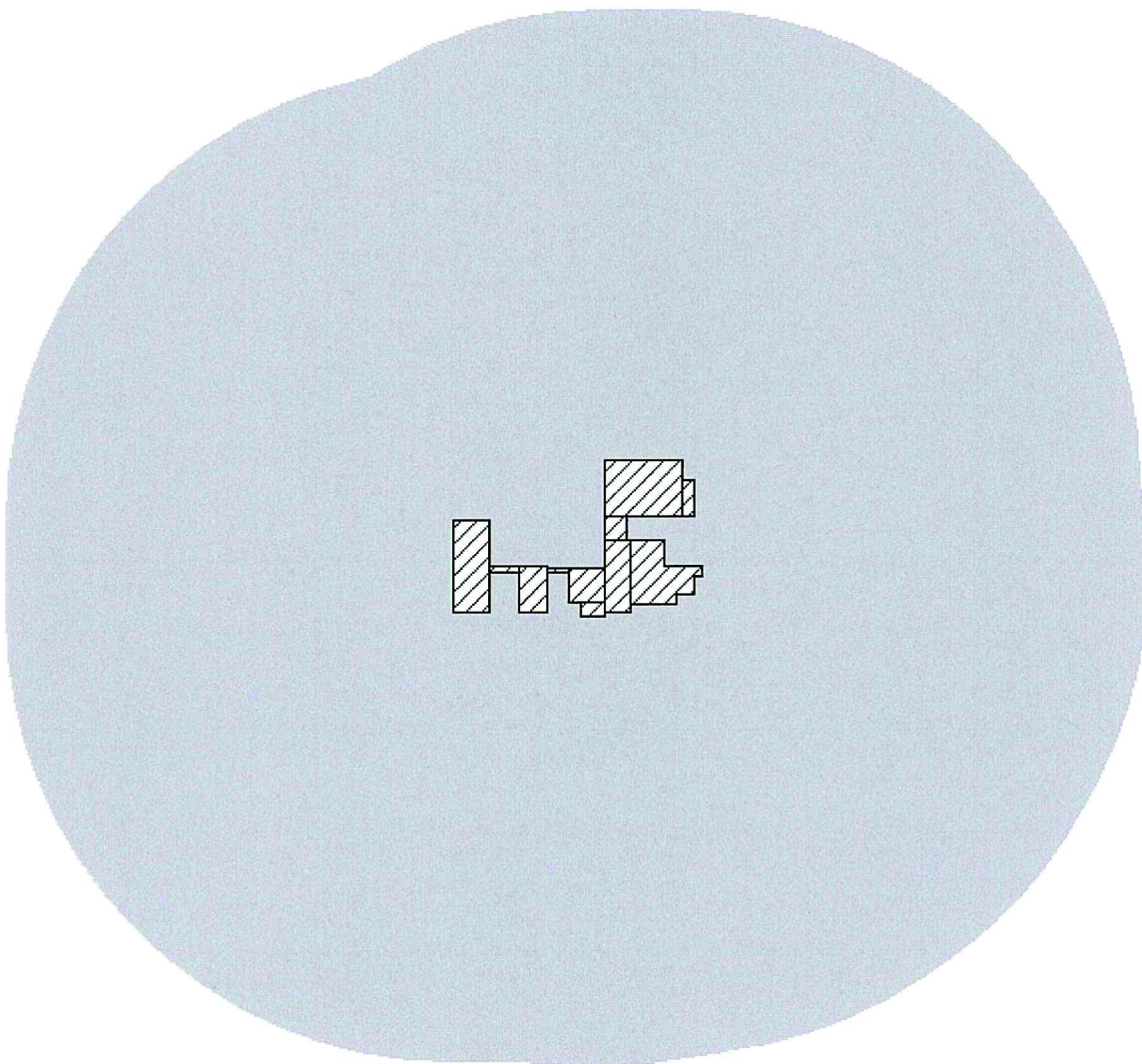
Committente: EUROVO S.r.l.

Descrizione struttura: Mangimificio

Indirizzo: Via Truppatello n.7/A

Comune: BAGNARA DI ROMAGNA

Provincia: RA



### **Allegato - Area di raccolta per fulminazione indiretta AM**

Area di raccolta AM (km<sup>2</sup>) = 5,26E-01

Committente: EUROVO S.r.l.

Descrizione struttura: Mangimificio

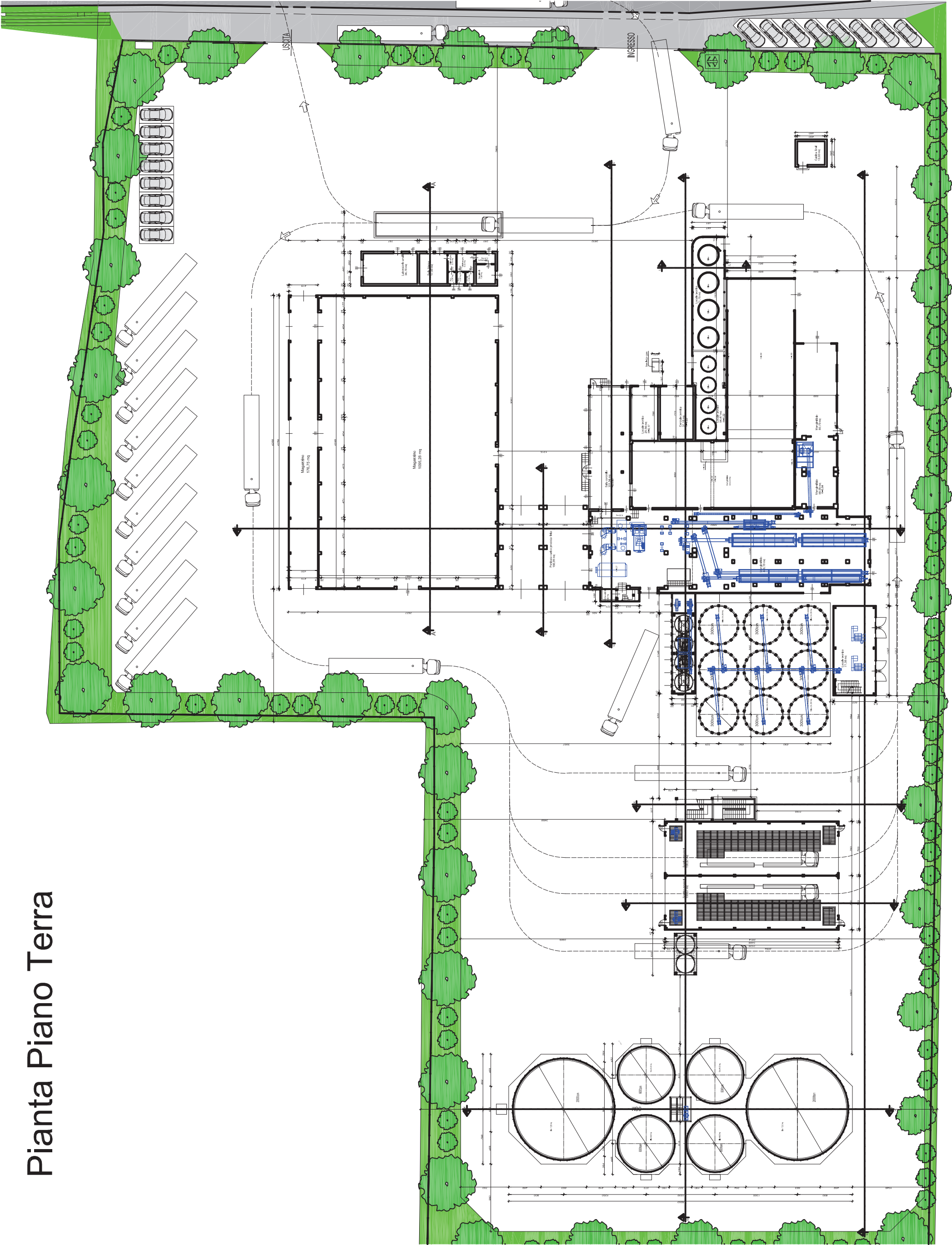
Indirizzo: Via Truppatello n.7/A

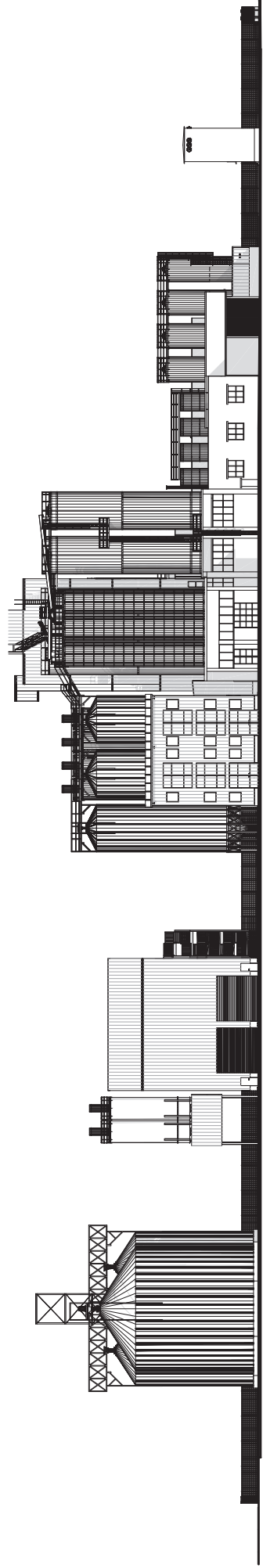
Comune: BAGNARA DI ROMAGNA

Provincia: RA

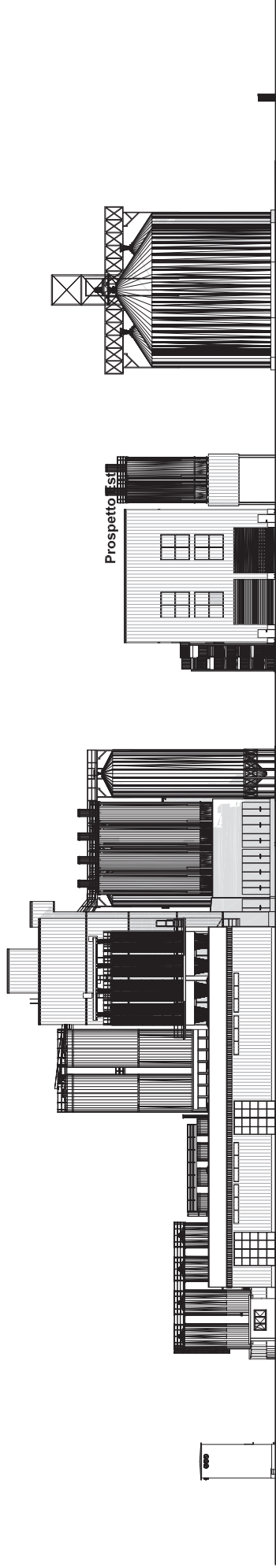


# Pianta Piano Terra





Prospetto Est



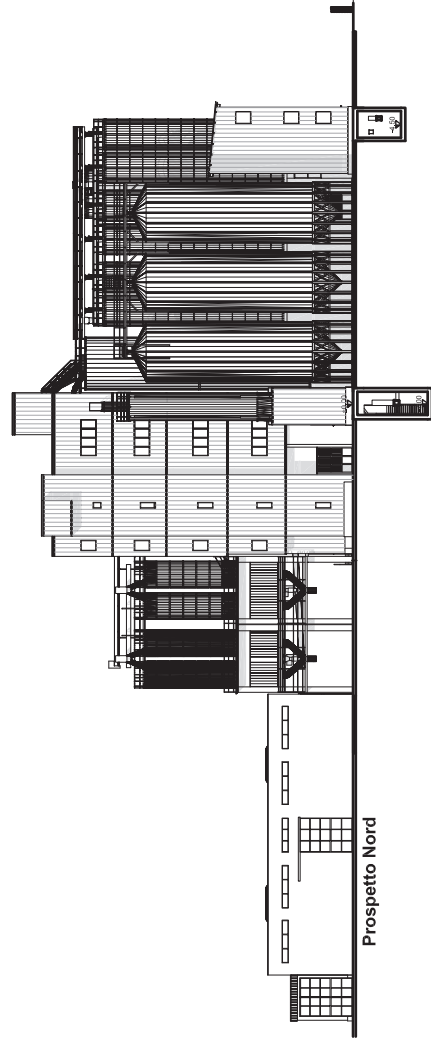
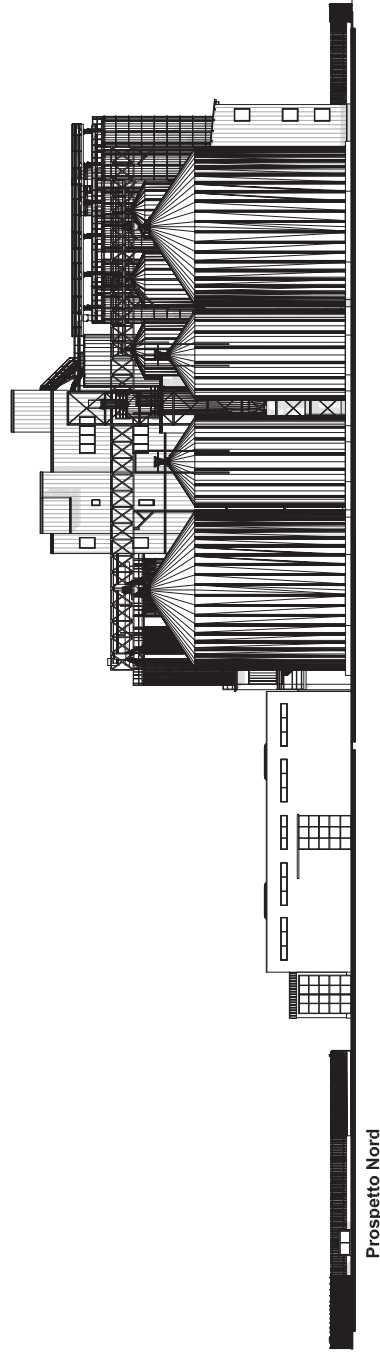
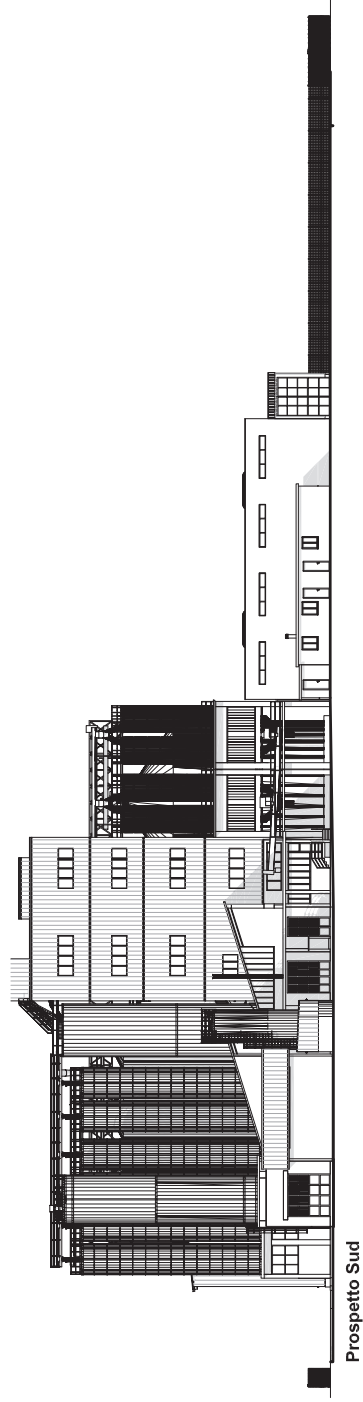
Prospetto Ovest



Prospetto Interno Est

Prospetto interno Ovest

Scala 1:500



Scala 1:500