



CITTA' DI TORINO

DIREZIONE SERVIZI TECNICI – COORDINAMENTO
SERVIZIO EDIFICI COMUNALI GESTIONE TECNICA

PROGETTO CO-CITY- UIA (URBAN INNOVATIVE ACTIONS)
MANUTENZIONE STABILI
VIA ABETI 13, VIA LE CHIUSE 66, VIA FOLIGNO 14



Progetto architettonico:

*arch. Cristina BANFO
arch. Eleonora MANFREDI*

*Collaboratori: arch. Rossella VISSICCHIO
geom. Pasquale CASTALDO
geom. Fabrizio NEGRO*

*Progetto impianti elettrici e speciali: p.i. Uliano ALBERTINETTI
p.i. Gianni LOMANTO*

*Progetto strutturale: CMC studio ing. ass.
ing. Stefano Meluzzi*

*Progetto impianti fluidomeccanici: ing. Laura IDRAME
p.i. Mauro RAIMONDO*

*Progetto acustico: Microbel S.a.
ing. Franco BERTELLINO*

*Coordinamento Sicurezza
in fase di Progettazione:*

ing. Alberto VESPA

*Responsabile del procedimento
e Dirigente Servizio Tecnico: ing. Eugenio BARBIRATO*

PROGETTO ESECUTIVO

OGGETTO
IMPIANTO ELETTRICO
RELAZIONE E CALCOLI
PROBABILITÀ FULMINAZIONE DA
SCARICHE ATMOSFERICHE
VIA ABETI

DATA

giugno 2018

ELABORATO
REL
IE2

-o-

RELAZIONE TECNICA

RELATIVA ALLA PROTEZIONE CONTRO I FULMINI

di struttura adibita a Edificio ad uso civile.

sita nel comune di TORINO (TO) Via degli Abeti 13.

SOMMARIO

1. Generalità.....	2
2. Caratteristiche della struttura	2
3. Caratteristiche delle linee entranti	4
4. Caratteristiche degli impianti interni.....	4
5. Suddivisione in zone della struttura	4
6. Numero annuo atteso di eventi pericolosi per la struttura	5
7. Valutazione del rischio per la struttura non protetta	5
7.1 Valutazione del rischio di perdita di vite umane R1.....	5
7.2 Conclusioni dal calcolo di R1	6
7.3 Valutazione del rischio di perdita economica R4	6
7.4. Conclusioni dal calcolo di R4	7
8. Misure di protezione adottate	7
9. Valutazione del rischio per la struttura protetta.....	8
9.1 Valutazione del rischio di perdita di vite umane R1.....	8
9.2 Valutazione del rischio di perdita economica R4	8
9.3 Valutazione dell'ammontare delle perdite economiche dovute al fulmine.....	9
9.4 Valutazione dell'ammontare delle perdite.....	9
9.5 Analisi costi-benefici.....	11
10. Limitatori di sovratensione (SPD).....	12
10. 1 Caratteristiche dei limitatori di sovratensione.....	12

Valutazione del rischio dovuto al fulmine e scelta delle misure di protezione

1. Generalità

Questo documento è stato elaborato con riferimento alle seguenti norme :

- CEI EN 62305 - 1 "Protezione contro il fulmine - Parte 1: Principi generali". Febbraio 2013;
- CEI EN 62305 - 2 "Protezione contro il fulmine - Parte 2: Valutazione del rischio". Febbraio 2013;
- CEI EN 62305 - 3 "Protezione contro il fulmine - Parte 3: Danno materiale alle strutture e pericolo per le persone". Febbraio 2013;
- CEI EN 62305 - 4 "Protezione contro il fulmine - Parte 4: Impianti elettrici ed elettronici nelle strutture ". Febbraio 2013.



I calcoli per la valutazione del rischio sono  stati elaborati con il programma **FLASH** edito dal Comitato Elettrotecnico Italiano (CEI).

La presente relazione si riferisce ad una struttura adibita a Edificio ad uso civile. La struttura è sita nel comune di TORINO (TO) al seguente indirizzo: Via degli Abeti 13.

Per la struttura in questione sono state considerate le perdite indicate in Tabella1.

Tab. 1 - Perdite considerate

perdita di vite umane (L1)	SI'
perdita di servizio pubblico (L2)	NO
perdita di patrimonio culturale insostituibile (L3)	NO
perdita economica (L4)	SI'

Sono stati pertanto valutati i rischi R1 R4

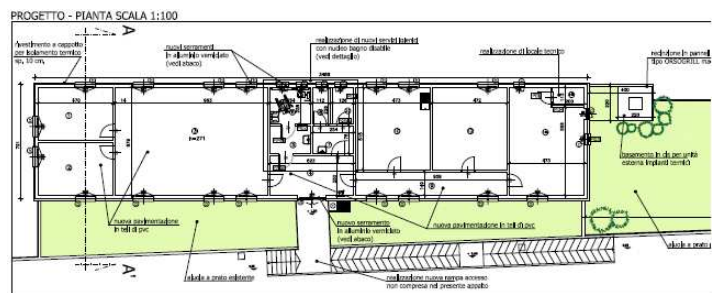
Per i suddetti rischi sono stati considerati i seguenti valori di rischio tollerabile (RT):

- RT1 = 0,00001

- RT4 = occorre effettuare la valutazione economica indicata all'allegato D della Norma CEI EN 62305-2 .

2. Caratteristiche della struttura

I principali dati e caratteristiche della struttura sono specificati nella Tabella 2.



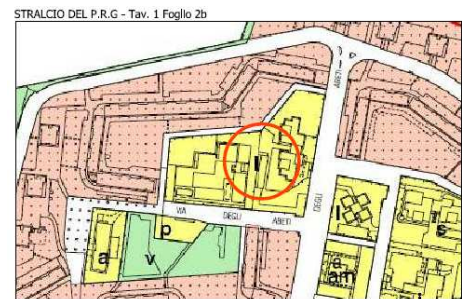
Tab. 2 - Caratteristiche della struttura

Parametro	Commento	Simbolo	Valore
Dimensioni (m)	Struttura monoblocco	$(L_b \cdot W_b \cdot H_b)$	35,0x7,2x8,2
Coefficiente di posizione	Non isolata (*)	C_D	0,25
LPS	Non presente	P_B	0,001
Schermatura della struttura	Non presente	K_{S1}	1,0
Densità di fulmini al suolo	1/km ² /anno	N_G	2,5
Persone presenti nella struttura	esterno ed interno	n_t	non considerate

(*) Struttura circondata da oggetti di altezza più elevata

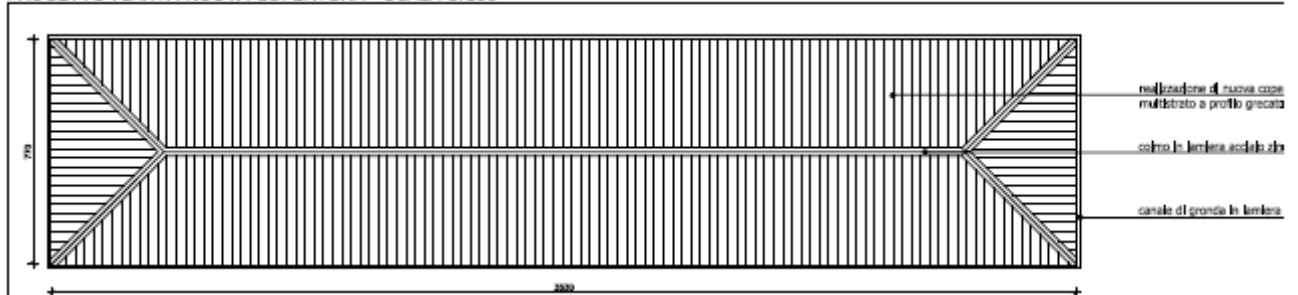
Il valore dell'area di raccolta della struttura isolata vale $A_d = 4229 \text{ [m}^2\text{]}$

Il valore dell'area di raccolta dei fulmini in prossimità della struttura vale $A_m = 827598 \text{ [m}^2\text{]}$



 INDIVIDUAZIONE DELLA ZONA OGGETTO DI INTERVENTO

PROGETTO PIANTA NUOVA COPERTURA - SCALA 1:100



3. Caratteristiche delle linee entranti

I principali dati e caratteristiche delle linee elettriche entranti nella struttura, nonché i valori calcolati delle aree di raccolta (A_1 e A_i) e del numero di eventi attesi pericolosi (N_L e N_I) sono specificati nelle seguenti Tabelle 3.

Tab. 3.1 - Caratteristiche della linea entrante *linea n.1*

Parametro	Commento	Simbolo	Valore
Descrizione			
Resistività del suolo (Ohm x m)		r_o	400
Tensione nominale (V)			230
Lunghezza (m)		L_c	40
Altezza (m)	Linea interrata		
Sezione schermo (mm^2)	Linea non schermata		
Trasformatore AT/BT	Non presente	C_t	1,0
Coefficiente di posizione della linea		C_d	
Coefficiente ambientale della linea	Urbano	C_e	0,01
Connessione alla barra equipotenziale	Schermo non collegato a barra equip. apparecchiature		
Area di raccolta dei fulmini sulla linea (m^2)		A_1	1600,0
Area di raccolta dei fulmini vicino alla linea (m^2)		A_i	160000,0
Frequenza di fulminazione diretta della linea		N_L	0,00002
Frequenza di fulminazione indiretta della linea		N_I	0,002
Dimensioni della struttura adiacente (m)		$(L_a \cdot W_a \cdot H_a)$	
Frequenza di fulminazione della struttura adiacente		N_{Dj}	0,0

4. Caratteristiche degli impianti interni

I principali dati e caratteristiche degli impianti elettrici presenti all'interno della struttura sono specificati nelle seguenti Tabelle 4.

Tab. 4.1 - Caratteristiche impianto interno *impianto n.1*

Parametro	Commento	Simbolo	Valore
Descrizione	Impianto elettrico interno		
Tensione nominale (V)			230
Sezione schermo (mm^2)	Impianto non schermato		
Precauzioni nel cablaggio interno	Nessuna precauzione	K_{S3}	1,0
Tensione di tenuta degli apparati U_w	$U_w=1000$ V	K_{S4}	1,0
Protezione con sistema coordinato di SPD	Non presente	P_{SPD}	1,0

5. Suddivisione in zone della struttura

La struttura è stata considerata come un'unica zona (Zona n.1) le cui caratteristiche sono riportate in Tabella 5.1

Tab. 5.1 - Caratteristiche della zona n.1

Parametro	Commento	Simbolo	Valore
Descrizione			
Tipo di pavimento	asfalto, linoleum, legno	r_t	0,00001
Rischio d'incendio	Rischio di incendio ridotto	r_f	0,001
Pericolo particolare (relativo a R_1)	Nessuno	h	1,0
Protezione antincendio	Adottate (°)	r_p	0,2
Schermo locale	Nessuno	K_{S2}	1,0
Impianti di energia interni presenti	Imp.1;		
Impianti di segnale interni presenti			
Persone potenzialmente in pericolo			0

(°) Estintori; Impianto di allarme manuale; Impianto di allarme automatico;

6. Numero annuo atteso di eventi pericolosi per la struttura

Il numero annuo atteso di eventi pericolosi per la struttura è valutato secondo l'Allegato A della Norma EN 62305-2. I risultati ottenuti sono riportati nella Tabella 6.

Tab. 6 - Numero annuo atteso di eventi pericolosi

Simbolo	Valore (1/anno)
N_D	0,00264
N_M	2,069

7. Valutazione del rischio per la struttura non protetta

7.1 Valutazione del rischio di perdita di vite umane R_1

I valori di probabilità P e delle perdite L sono riportati nelle Tabelle 7.1.1 e 7.1.2 per le diverse zone

Tab. 7.1.1 - Rischio R_1 - Valori delle probabilità nelle diverse zone per la struttura non protetta

	Zona 1
P_A	0,001
P_B	0,001
P_U (linea 1)	1,0
P_V (linea 1)	1,0

Tab. 7.1.2 - Rischio R_1 - Valori delle perdite nelle diverse zone per la struttura non protetta

	Zona 1
L_A	0,0
L_B	0,00002
L_U	0,0
L_V	0,00002

I valori delle componenti di rischio per la struttura non protetta sono riportati nella Tabella 7.1.3

Tab. 7.1.3 - Rischio R_I - Valori delle componenti di rischio nelle diverse zone per la struttura non protetta (valori $\times 10^{-5}$)

	Zona 1	Struttura
R_A	0,0	0,0
R_B	0,0	0,0
R_U (linea 1)	0,0	0,0
R_V (linea 1)	0,0	0,0
TOTALE	0,0	0,0

7.2 Conclusioni dal calcolo di R1

Poiché, per il rischio considerato, il rischio dovuto al fulmine non è superiore al valore di rischio tollerato, la protezione contro il fulmine della struttura non è necessaria.

In definitiva, non è necessario realizzare alcun sistema di protezioni contro i fulmini per la struttura in questione in quanto il rischio dovuto al fulmine è già al di sotto del limite tollerato.

In altre parole, la struttura è da considerarsi

AUTOPROTETTA.

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

7.3 Valutazione del rischio di perdita economica R4

I valori di probabilità P e delle perdite L sono riportati nelle Tabelle 7.4.1 e 7.4.2 per le diverse zone

Tab. 7.4.1 - Rischio R_4 - Valori delle probabilità nelle diverse zone per la struttura non protetta

	Zona 1
P_B	0,001
P_C	1,0
P_M	1,0
P_V (linea 1)	1,0
P_W (linea 1)	1,0
P_Z (linea 1)	1,0

Tab. 7.4.2 - Rischio R_4 - Valori delle perdite nelle diverse zone per la struttura non protetta

	Zona 1
L_B	0,00002
L_C	0,000015
L_M	0,000015
L_V	0,00002
L_W	0,000015
L_Z	0,000015

I valori delle componenti di rischio per la struttura non protetta sono riportati nella Tabella 7.4.3

Tab. 7.4.3 - Rischio R_4 - Valori delle componenti di rischio nelle diverse zone per la struttura non protetta (valori $\times 10^{-3}$)

	Zona 1	Struttura
R_B	0,0	0,0
R_C	0,0	0,0
R_M	0,031	0,031
R_V (linea 1)	0,0	0,0
R_W (linea 1)	0,0	0,0
R_Z (linea 1)	0,0	0,0
TOTALE	0,031	0,031

7.4. Conclusioni dal calcolo di R_4

Per il rischio di perdite economiche (rischio 4), la valutazione della convenienza dell'installazione di misure di protezione deve essere valutata caso per caso. La Norma CEI EN 62305-2 prevede, a tale proposito, un'apposita procedura di valutazione (Appendice G della Norma) riportata nei successivi paragrafi.

8. Misure di protezione adottate

Per la protezione della struttura in questione si è scelto di adottare le seguenti misure di protezione:

- SPD per la realizzazione dei collegamenti equipotenziali sulla linea entrante 1 con LPL I per ridurre le componenti R_U e R_V .

Applicando le suddette misure di protezione il rischio dovuto al fulmine viene ridotto come indicato ai seguenti paragrafi

9. Valutazione del rischio per la struttura protetta

9.1 Valutazione del rischio di perdita di vite umane R1

I valori di probabilità P sono riportati nella Tabella 9.1.1

Tab. 9.1.1 - Rischio R_1 - Valori delle probabilità nelle diverse zone per la struttura protetta

	Zona 1
P_A	0,001
P_B	0,001
P_U (linea 1)	0,01
P_V (linea 1)	0,01

I valori delle componenti di rischio per la struttura protetta sono riportati nella Tabella 9.1.2

Tab. 9.1.2 - Rischio R_1 - Valori delle componenti di rischio nelle diverse zone per la struttura protetta (valori $\times 10^{-5}$)

	Zona 1	Struttura
R_A	0,0	0,0
R_B	0,0	0,0
R_U (linea 1)	0,0	0,0
R_V (linea 1)	0,0	0,0
TOTALE	0,0	0,0

9.2 Valutazione del rischio di perdita economica R4

I valori di probabilità P sono riportati nella Tabella 9.4.1

Tab. 9.4.1 - Rischio R_4 - Valori delle probabilità nelle diverse zone per la struttura protetta

	Zona 1
P_B	0,001
P_C	1,0
P_M	1,0
P_V (linea 1)	0,01
P_W (linea 1)	1,0
P_Z (linea 1)	1,0

I valori delle componenti di rischio per la struttura protetta sono riportati nella Tabella 9.4.2

Tab. 9.4.2 - *Rischio R_4 - Valori delle componenti di rischio nelle diverse zone per la struttura protetta (valori $\times 10^{-3}$)*

	Zona 1	Struttura
R_B	0,0	0,0
R_C	0,0	0,0
R_M	0,031	0,031
R_V (linea 1)	0,0	0,0
R_W (linea 1)	0,0	0,0
R_Z (linea 1)	0,0	0,0
TOTALE	0,031	0,031

9.3 Valutazione dell'ammontare delle perdite economiche dovute al fulmine

La scelta tra le diverse soluzioni è effettuata con il metodo di analisi previsto nell'*Allegato D* della Norma CEI EN (IEC) 62305-2 "Protezione contro il fulmine - Parte 2: Valutazione del rischio" (Marzo 2013).

I calcoli per la valutazione del rischio sono stati elaborati con il programma **FLASH** edito dal Comitato Elettrotecnico Italiano (CEI)

9.4 Valutazione dell'ammontare delle perdite

In Tabella1 è indicato il valore della perdita economica in ciascuna zona della struttura considerata.

Tab. 1 - *Valore dell'ammontare della perdita in ciascuna zona (valori in k€)*

Zone	Costo animali (Ca)	Costo impianti (Cs)	Costo edificio (Cb)	Costo contenuto (Cc)	Totale
<i>Zona 1</i>	0,0	15,0	75,0	10,0	100,0
<i>Struttura</i>	0,0	15,0	75,0	10,0	100,0

L'ammontare delle perdite C_{LZ} in ciascuna zona può essere calcolato mediante la seguente

equazione (relazione D.1 dell'Allegato D):

$$C_{LZ} = R_{4Z} \cdot c_t$$

dove:

R_{4Z} è il rischio relativo alla perdita nella zona, in assenza delle misure di protezione;

c_t è il valore complessivo della struttura (animali, edificio, contenuto e impianti interni incluse le loro attività in moneta corrente.

L'ammontare complessivo della perdita C_L nella struttura può essere calcolato mediante la seguente equazione (relazione D.2 dell'Allegato D):

$$C_L = \sum C_{LZ} = R_4 \cdot c_t$$

dove:

R_4 è il rischio relativo alla perdita, in assenza delle misure di protezione;

I valori assunti per i tassi di interesse, di ammortamento e di manutenzione sono riportati in Tabella 2

Tab. 2 - Valori dei tassi

<i>Tasso</i>	<i>Simbolo</i>	<i>Valore [%]</i>
Interesse	i	4,0
Ammortamento	a	5,0
manutenzione	m	1,0

L'ammontare della perdita residua totale (C_{RL}) e di zona (C_{RLZ}) può essere calcolato con le relazioni (D.3 e D.4) dell'Allegato D dopo che sono stati calcolati i nuovi valori di rischio relativi alle misure di protezione adottate.

$$C_{RLZ} = R'_{4Z} \cdot c_t$$

$$C_{RL} = \sum C_{RLZ} = R'_4 \cdot c_t$$

dove:

R'_{4Z} è il rischio relativo alla perdita nella zona, in presenza delle misure di protezione;

L'ammontare totale C_{PM} delle misure di protezione può essere calcolato con la seguente relazione:

$$C_{PM} = C_P \cdot (i + a + m) \quad (G.3)$$

dove

C_P è il costo delle misure di protezione;

i è il tasso di interesse

a é il tasso di ammortamento
 m é il tasso dei costi di manutenzione.

Il risparmio annuale S_M é dato dalla:

$$S_M = C_L - (C_{PM} + C_{RL}) \quad (G.4)$$

La protezione é conveniente se il risparmio annuale è $S > 0$.

9.5 Analisi costi-benefici

L'ammontare della perdita residua C_{RL} può essere calcolato con la relazione (D.4) dell'Allegato D dopo che sono stati calcolati i nuovi valori relativi alle misure di protezione adottate

I valori dell'ammontare della perdita C_L relativa alla struttura non protetta e della perdita residua C_{RL} relativa alla struttura protetta con le diverse soluzioni sono riportati nella Tabella 3.

Tab. 3 - Ammontare delle perdite C_L e C_{RL} in ciascuna zona (valori in k€)

	C_L (non protetta)	C_{RL} - soluzione 1
Zona 1	0,003	0,003
Totale	0,003	0,003

Il costo C_P ed il costo annuale C_{PM} delle misure di protezione sono riportati nella Tabella 4 (equazione D.5 dell'Allegato D). Nella stessa tabella è riportato il risparmio annuale S_M (relazione D.6)

Tab. 4 - Costi C_P e C_{PM} delle misure di protezione e risparmio annuale S_M (valori in k€)

	Soluzione 1
C_P	0,0
C_{PM}	0,0
S_M	0,0

10. Limitatori di sovratensione (SPD)

Per proteggere le apparecchiature bisogna scaricare verso terra le sovratensioni mediante SPD. Il compito degli SPD (*Surge Protection Device*), comunemente detti scaricatori, è quello di scaricare a terra la sovratensione in modo che non danneggi le apparecchiature. Un SPD è un dispositivo a impedenza variabile con la tensione applicata che, in presenza di una sovratensione, scarica la corrente associata alla sovratensione e mantiene la tensione ai suoi capi entro valori prefissati. Se la protezione contro le sovratensioni di un'apparecchiatura è essenziale, occorre che gli SPD abbiano con contatto di segnalazione per indicare all'utente dell'impianto il guasto del dispositivo.

I limitatori di sovratensione devono avere le seguenti caratteristiche:

· *Riferimenti normativi:*

- **CEI EN 61643-11** (CEI 37-8)

· Tensione nominale 400V c.a.

· Classe d'impiego:

Tipo 1 in classe di prova I (da installare all'origine dell'impianto)

$I_{imp} = 20 \text{ kA}$ (10/350 $f\hat{E}s$)

Tipo 2 in classe di prova II (da installare sui quadri di distribuzione)

$I_n = 15 \text{ kA}$ (8/20 $f\hat{E}s$)

Tipo 3 in classe di prova III (da installare sui circuiti terminali)

$U_{0c} = 6 \text{ kV}$

· Tensione massima residua: $U_p = 2,5 \text{ kV}$

· Tipo di protezione:

Modo comune (tra conduttore attivo e terra)

Modo comune e modo differenziale (anche tra conduttori attivi)

· Dispositivo di protezione coordinato: Integrato

· Dispositivo di segnalazione di fine vita: Presente

· N° poli:

Monofase (fase-terra)

Monofase con neutro (fase-terra, neutro-terra, fase-neutro solo per modo differenziale)

Trifase

Trifase con neutro (fase terra, neutro terra, fase neutro solo per modo differenziale)

· Modulo base: 17,5 mm per profilati EN 50022.

10.1 Caratteristiche dei limitatori di sovratensione

I limitatori di sovratensione modulari devono rispondere agli standard più elevati ed alle norme di riferimento IEC 61643-1 class 2 test e NFC 61740-1995.

Le loro caratteristiche principali sono le seguenti:

· Capacità massima di scarica (I_{max}): da 8 a 65 kA secondo onda 8/20 ms

· Capacità nominale di scarica (I_{nom}): da 2 a 20 kA secondo onda 8/20 ms

· Modo di protezione: comune e differenziale

· Tensione residua o tensione di innesco (U_p):

- Versione monoblocco: da 1000 a 2000 V, da 1500 a 2000V

- Versione a cartucce estraibili: 1200V

- Protezione linee telefoniche analogiche: da 300 a 700V

- Protezione linee trasmissione dati e linee telefoniche digitali: da 15 a 70V
- Numero di poli: 1P+N e 3P+N
- Tensione nominale di funzionamento (U_e)
- Versione monoblocco, a cartucce estraibili e protezione linee telefoniche analogiche: 230 V, 400 V
- Protezione linee trasmissione dati e linee telefoniche digitali: 6V, 12÷48V
- Frequenza nominale: 50/60 Hz
- Corrente di dispersione: < 200 mA
- Tensione di tenuta ad impulso (U_{imp}): 6 kV
- Grado di protezione IP:
- IP20 ai morsetti
- IP40 sul fronte dell'interruttore
- Tropicalizzazione: esecuzione 2 (umidità relativa 95% a 55° C)

I limitatori di sovratensione modulari devono avere un aggancio bistabile adatto al montaggio su guida simmetrica DIN o a doppio profilo.

I morsetti devono essere dotati di un dispositivo di sicurezza, che evita l'introduzione di cavi a serraggio

eseguito; inoltre l'interno dei morsetti è zigrinato in modo da assicurare una migliore tenuta. Le viti possono essere serrate con utensili dotati di parte terminale sia a taglio che a croce.

Ai morsetti di potenza deve essere possibile collegare:

- per la versione monoblocco
- Cavi fino a 16 mm² (fase e neutro) per le versioni con capacità di scarica massima fino a 15 kA.
- Cavi fino a 25 mm² (terra) per le versioni con capacità di scarica massima fino a 15 kA.
- Cavi fino a 25 mm² (fase e neutro) per le versioni con capacità di scarica mas. da 30 kA a 65 kA.
- Cavi fino a 50 mm² (terra) per le versioni con capacità di scarica massima da 30 kA a 65 kA.
- Per la versione a cartucce estraibili (tutti modelli):
- Cavi rigidi fino a 25 mm²
- Cavi flessibili fino a 16 mm²
- Per le protezioni di linee telefoniche e di trasmissione dati:
- Cavi da 2,5 mm²

Ai morsetti del contatto di segnalazione deve essere possibile collegare:

- Per la versione monoblocco: cavi fino a 2x2,5 mm²
- Per la versione a cartucce estraibili: cavi fino a 1 mm²

I limitatori di sovratensione devono avere un indicatore luminoso o meccanico che segnali la fine vita degli stessi. Devono inoltre essere dotati di tasto di prova per effettuare il test di funzionamento della spia di segnalazione ed essere corredati di contatto ausiliario integrato per segnalare a distanza lo stato dello scaricatore.

