

# COMUNE DI SASSO MARCONI



## AREA "EX ALFA WASSERMANN" COMUNE DI SASSO MARCONI, FRAZIONE DI BORGONUOVO

PNRR - MISSIONE M5C2-COMPONENTE C2-INVESTIMENTO 2.3  
PROGETTO PINQUA QUALITA' DELL'ABITARE  
FINANZIATO DALL'UNIONE EUROPEA - NEXT GENERATION EU  
RUP: ING. ANDREA NEGRONI ASSESSORE: GIANLUCA ROSSI  
CUP B99J20002220001

### PROGETTO DI FATTIBILITÀ TECNICO ECONOMICA DEGLI IMMOBILI E DELLE OPERE DI URBANIZZAZIONE AMMESSI AL FINANZIAMENTO

PROPONENTE:



COMUNE DI SASSO MARCONI  
P.ZZA DEI MARTIRI DELLA  
LIBERAZIONE N.6  
40037 SASSO MARCONI (BO)

TECNICO RESPONSABILE:

Per. Ind. Daniele Franchini

GRUPPO DI LAVORO:



TITOLO ELABORATO :	IMPIANTI ELETTRICI E SPECIALI - DIMENSIONAMENTI
--------------------	---

CODICI :	CODICE COMMESSA	TIPOLOGIA PROGETTO	TEMA	TIPO ELABORATO	REVISIONE CORRENTE	SCALA
RIFERIMENTI ELABORATO: <b>IE-10</b>	CIG: 9568925EB3	PRELIMINARE	PRG-IE	RL	00	-
file:						

EMISSIONE		DATA	NOTE DI REVISIONE:	REDATTO	APPROVATO
		23.10.2023	EMISSIONE	FRANCHINI	FRANCHINI
REV.	1				
	2				
	3				

PROTOCOLLI E VISTI:

# PROTEZIONE CONTRO I FULMINI

## ANALISI E VALUTAZIONE DEI RISCHI

**Struttura:** Ex Area Alfa Wassermann

**Committente:** Comune di Sasso Marconi (BO)

**Indirizzo:** Ex Area Alfa Wassermann - Sasso Marconi fraz. Borgonuovo - Sasso Marconi (BO)

### **Il Tecnico**

(Per. Ind. Daniele Franchini)

---

## DATI GENERALI

### Committente

Nome Cognome	<b>Comune di Sasso Marconi (BO)</b>
Stabile oggetto di verifica	<b>Ex Area Alfa Wassermann</b>
Indirizzo	<b>Ex Area Alfa Wassermann - Sasso Marconi fraz. Borgonuovo - Sasso Marconi (BO)</b>

### Tecnico

Ragione Sociale	<b>Daniele Franchini</b>
Qualifica	<b>Per. Ind.</b>
Codice Fiscale	<b>FRNDNL84D26G467N</b>
P. IVA	<b>03012581207</b>
Albo	<b>Ordine dei Periti Industriali di Bologna</b>
Indirizzo	<b>via del Risorgimento n.47</b>
CAP - Comune	<b>40011 Anzola dell'Emilia (BO)</b>

# ANALISI E VALUTAZIONE SCARICHE ATMOSFERICHE

## Normativa di riferimento

Gli impianti sono realizzati a regola d'arte, come prescritto dalle normative vigenti e, in particolare, dal D.M. 22 gennaio 2008, n. 37.

Per i calcoli e la valutazione del rischio si è fatto riferimento alla norma **CEI EN 62305-2** "Protezione contro il fulmine - Parte 2: Valutazione del rischio".

Per ulteriori aggiornamenti e il calcolo della frequenza di danno si è fatto riferimento alla guida **CEI 81-29** "Linee guida per l'applicazione delle Norme CEI EN 62305".

## Definizioni

### Fulmine su una struttura

Fulmine che colpisce una struttura da proteggere.

### Fulmine in prossimità di una struttura

Fulmine che colpisce tanto vicino ad una struttura da proteggere da essere in grado di generare sovratensioni pericolose.

### Fulmine su una linea

Fulmine che colpisce una linea connessa alla struttura da proteggere.

### Fulmine in prossimità di una linea

Fulmine che colpisce tanto vicino ad una linea connessa alla struttura da proteggere, da essere in grado di generare sovratensioni pericolose.

### Danni ad esseri viventi

Danni, inclusa la perdita della vita, causati ad uomini o animali per elettrocuzione provocata da tensioni di contatto e di passo generate dal fulmine.

### LEMP

Impulso elettromagnetico del fulmine, tutti gli effetti elettromagnetici della corrente di fulmine che possono generare impulsi e campi elettromagnetici mediante accoppiamento resistivo, induttivo e capacitivo

### LPL

Livello di protezione, numero, associato ad un gruppo di valori dei parametri della corrente di fulmine, relativo alla probabilità che i correlati valori massimo e minimo di progetto non siano superati in natura.

### Misure di protezione

Misure da adottare nella struttura da proteggere per ridurre il rischio.

### LP

Protezione contro il fulmine, sistema completo usato per la protezione contro il fulmine delle strutture, dei loro impianti interni, del loro contenuto e delle persone, costituito in generale da un LPS e dalle SPM.

### Z<sub>s</sub>

Zona di una struttura, parte di una struttura con caratteristiche omogenee, in cui può essere usato un gruppo unico di parametri per la valutazione di una componente di rischio.

### S<sub>L</sub>

sezione di una linea, parte di una linea con caratteristiche omogenee, in cui può essere usato un unico gruppo di parametri per la valutazione di una componente di rischio.

### LPS

Sistema di protezione contro il fulmine, impianto completo usato per ridurre il danno materiale dovuto alla fulminazione diretta della struttura.

### SPM

Misure di protezione contro il LEMP, misure usate per la protezione degli impianti interni contro gli effetti del LEMP.

### SPD

Limitatore di sovratensione, dispositivo che limita le sovratensioni e scarica le correnti impulsive; contiene almeno un componente non lineare.

### Sistema di SPD

Gruppo di SPD adeguatamente scelto, coordinato ed installato per ridurre i guasti degli impianti elettrici ed elettronici.

## Simboli e abbreviazioni

<b>A<sub>D</sub></b>	Area di raccolta dei fulmini su una struttura isolata.
<b>A<sub>DJ</sub></b>	Area di raccolta dei fulmini su una struttura adiacente.
<b>A<sub>I</sub></b>	Area di raccolta dei fulmini in prossimità di una linea.
<b>A<sub>L</sub></b>	Area di raccolta dei fulmini su una linea.
<b>A<sub>M</sub></b>	Area di raccolta dei fulmini in prossimità di una struttura.
<b>B</b>	Struttura.
<b>C<sub>D</sub></b>	Coefficiente di posizione.
<b>C<sub>DJ</sub></b>	Coefficiente di posizione di una struttura adiacente.
<b>C<sub>E</sub></b>	Coefficiente ambientale.
<b>C<sub>I</sub></b>	Coefficiente di installazione di una linea.
<b>C<sub>L</sub></b>	Costo annuo della perdita totale senza misure di protezione.
<b>C<sub>LD</sub></b>	Coefficiente dipendente dalla schermatura, dalle condizioni di messa a terra e di separazione di una linea per fulmini sulla linea stessa.
<b>C<sub>LI</sub></b>	Coefficiente dipendente dalla schermatura, dalle condizioni di messa a terra e di separazione di una linea per fulmini in prossimità della linea stessa.
<b>C<sub>T</sub></b>	Coefficiente di correzione per un trasformatore AT/BT sulla linea.
<b>D1</b>	Danno ad esseri viventi per elettrocuzione.
<b>D2</b>	Danno materiale.
<b>D3</b>	Guasto di impianti elettrici ed elettronici.
<b>K<sub>S1</sub></b>	Coefficiente relativo all'efficacia dell'effetto schermante della struttura.
<b>K<sub>S2</sub></b>	Coefficiente relativo all'efficacia di uno schermo interno alla struttura.
<b>K<sub>S3</sub></b>	Coefficiente relativo alle caratteristiche dei circuiti interni alla struttura.
<b>K<sub>S4</sub></b>	Coefficiente relativo alla tensione di tenuta ad impulso di un impianto interno.
<b>L<sub>F</sub></b>	Tipica percentuale di perdita per danni materiali in una struttura.
<b>L<sub>O</sub></b>	Tipica percentuale di perdita per guasto di impianti interni in una struttura.
<b>L<sub>T</sub></b>	Tipica percentuale di perdita per danni ad esseri viventi per elettrocuzione.
<b>L1</b>	Perdita di vite umane.
<b>L2</b>	Perdita di servizio pubblico.
<b>L3</b>	Perdita di patrimonio culturale insostituibile.
<b>L4</b>	Perdita economica.
<b>N<sub>G</sub></b>	Densità di fulmini al suolo.
<b>n<sub>z</sub></b>	Numero delle possibili persone danneggiate (vittime o utenti non serviti).
<b>n<sub>t</sub></b>	Numero totale di persone (o utenti serviti).
<b>P</b>	Probabilità di danno.
<b>P<sub>A</sub></b>	Probabilità di danno ad esseri viventi per elettrocuzione (fulminazione sulla struttura).
<b>P<sub>B</sub></b>	Probabilità di danno materiale in una struttura (fulm. sulla struttura).
<b>P<sub>C</sub></b>	Probabilità di guasto di un impianto interno (fulm. sulla struttura).
<b>P<sub>M</sub></b>	Probabilità di guasto degli impianti interni (fulmine in prossimità della struttura).
<b>P<sub>U</sub></b>	Probabilità di danno ad esseri viventi (fulm. sulla linea connessa).
<b>P<sub>V</sub></b>	Probabilità di danno materiale nella struttura (fulm. sulla linea connessa).
<b>P<sub>W</sub></b>	Probabilità di guasto di un impianto interno (fulm. sulla linea connessa).
<b>P<sub>X</sub></b>	Probabilità di danno nella struttura.
<b>P<sub>Z</sub></b>	Probabilità di guasto degli impianti interni (fulm. in prossimità della linea connessa).
<b>P<sub>EB</sub></b>	Probabilità che riduce P <sub>U</sub> e P <sub>V</sub> dipendente dalle caratteristiche della linea e dalla tensione di tenuta degli apparati in presenza di EB (equipotenzializzazione al fulmine).
<b>P<sub>SPD</sub></b>	Probabilità che riduce P <sub>C</sub> , P <sub>M</sub> , P <sub>W</sub> e P <sub>Z</sub> , quando sia installato un sistema di SPD.
<b>P<sub>TA</sub></b>	Probabilità che riduce P <sup>A</sup> dipendente dalle misure di protezione contro le tensioni di contatto e di passo.
<b>r<sub>t</sub></b>	Coefficiente di riduzione associato al tipo di superficie.
<b>r<sub>f</sub></b>	Coefficiente di riduzione delle perdite dipendente dal rischio di incendio.

<b>r<sub>p</sub></b>	Coefficiente di riduzione delle perdite correlato alle misure antincendio.
<b>R<sub>T</sub></b>	Rischio tollerabile, valore massimo del rischio che può essere tollerato nella struttura da proteggere.
<b>R<sub>A</sub></b>	Componente di rischio (danno ad esseri viventi – fulm. sulla struttura).
<b>R<sub>B</sub></b>	Componente di rischio (danno materiale alla struttura – fulm. sulla struttura).
<b>R<sub>C</sub></b>	Componente di rischio (guasto di impianti interni – fulm. sulla struttura).
<b>R<sub>M</sub></b>	Componente di rischio (guasto di impianti interni – fulm. in prossimità della struttura).
<b>R<sub>U</sub></b>	Componente di rischio (danno ad esseri viventi – fulm. sulla linea connessa).
<b>R<sub>V</sub></b>	Componente di rischio (danno materiale alla struttura – fulm. sulla linea connessa).
<b>R<sub>W</sub></b>	Componente di rischio (danno agli impianti – fulm. sulla linea connessa).
<b>R<sub>Z</sub></b>	Componente di rischio (guasto di impianti interni – fulm. in prossimità di una linea).
<b>R1</b>	Rischio di perdita di vite umane nella struttura.
<b>R2</b>	Rischio di perdita di un servizio pubblico in una struttura.
<b>R3</b>	Rischio di perdita di patrimonio culturale insostituibile in una struttura.
<b>R4</b>	Rischio di perdita economica in una struttura.
<b>S</b>	Struttura.
<b>S1</b>	Sorgente di danno (fulm. sulla struttura).
<b>S2</b>	Sorgente di danno (fulm. in prossimità della struttura).
<b>S3</b>	Sorgente di danno (fulm. sulla linea).
<b>S4</b>	Sorgente di danno (fulm. in prossimità della linea).
<b>t<sub>z</sub></b>	Tempo di permanenza delle persone in un luogo pericoloso (ore/anno).
<b>w<sub>m</sub></b>	Lato di maglia.

## Valutazione del rischio fulminazione

La normativa CEI EN 62305-2 specifica una procedura per la valutazione del rischio dovuto a fulminazione e individua le misure di protezione, se necessarie, da realizzare per ridurre il rischio a valori non superiori a quello ritenuto tollerabile dalla norma.

### Sorgente di rischio, S

La corrente di fulmine è la principale sorgente di danno. Le sorgenti sono distinte in base al punto d'impatto del fulmine.

- S1 Fulmine sulla struttura.
- S2 Fulmine in prossimità della struttura.
- S3 Fulmine su una linea.
- S4 Fulmine in prossimità di una linea.

### Tipo di danno, D

Un fulmine può causare danni in funzione delle caratteristiche della struttura da proteggere. Nelle pratiche applicazioni della determinazione del rischio è utile distinguere tra i tre tipi principali di danno che possono manifestarsi come conseguenza di una fulminazione. I tipi di danno si distinguono in:

- D1 Danno ad esseri viventi per elettrocuzione.
- D2 Danno materiale.
- D3 Guasto di impianti elettrici ed elettronici.

### Tipo di perdita, L

Ciascun tipo di danno, solo o in combinazione con altri, può produrre diverse perdite nella struttura da proteggere. Il tipo di perdita che ne consegue dipende dalle caratteristiche della struttura stessa e dal suo contenuto. I tipi di perdita sono:

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

## Rischio, R

Il rischio R è la misura della probabile perdita media annua. Per ciascun tipo di perdita che può verificarsi in una struttura può essere valutato il relativo rischio.

- R<sub>1</sub> Rischio di perdita di vite umane (inclusi danni permanenti).
- R<sub>2</sub> Rischio di perdita di servizio pubblico.
- R<sub>3</sub> Rischio di perdita di patrimonio culturale insostituibile.
- R<sub>4</sub> Rischio di perdita economica (struttura, contenuto e perdita di attività).

## Rischio tollerabile, R<sub>T</sub>

La definizione dei valori di rischio tollerabili R<sub>T</sub> riguardanti le perdite di valore sociale sono stabilite dalla norma CEI EN 62305-2 e di seguito riportati.













- Rischio tollerabile per perdita di vite umane o danni permanenti (R<sub>T</sub> = 10<sup>-5</sup> anni<sup>-1</sup>).
- Rischio tollerabile per perdita di servizio pubblico (R<sub>T</sub> = 10<sup>-3</sup> anni<sup>-1</sup>).
- Rischio tollerabile per perdita di patrimonio culturale insostituibile (R<sub>T</sub> = 10<sup>-4</sup> anni<sup>-1</sup>).

## Metodo di valutazione

Ai fini della valutazione del rischio (R<sub>1</sub>, R<sub>2</sub>, R<sub>3</sub>, R<sub>4</sub>) si deve provvedere a:

- determinare le componenti R<sub>A</sub>, R<sub>B</sub>, R<sub>C</sub>, R<sub>M</sub>, R<sub>U</sub>, R<sub>V</sub>, R<sub>W</sub> e R<sub>Z</sub> che lo compongono;
- determinare il corrispondente valore del rischio R<sub>x</sub>;
- confrontare il rischio R<sub>x</sub> con quello tollerabile R<sub>T</sub> (tranne per R<sub>4</sub>).

La tabella seguente riporta tutti gli elementi da valutare:

Sorgente	S1			S2	S3			S4
								
Danno	D1	D2	D3	D3	D1	D2	D3	D3
								
Comp. di rischio	R <sub>A</sub>	R <sub>B</sub>	R <sub>C</sub>	R <sub>M</sub>	R <sub>U</sub>	R <sub>V</sub>	R <sub>W</sub>	R <sub>Z</sub>
R <sub>1</sub>	SI	SI	SI <sup>(1)</sup>	SI <sup>(1)</sup>	SI	SI	SI <sup>(1)</sup>	SI <sup>(1)</sup>
R <sub>2</sub>	NO	SI	SI	SI	NO	SI	SI	SI
R <sub>3</sub>	NO	SI	NO	NO	NO	SI	NO	NO
R <sub>4</sub>	SI <sup>(2)</sup>	SI	SI	SI	SI <sup>(2)</sup>	SI	SI	SI

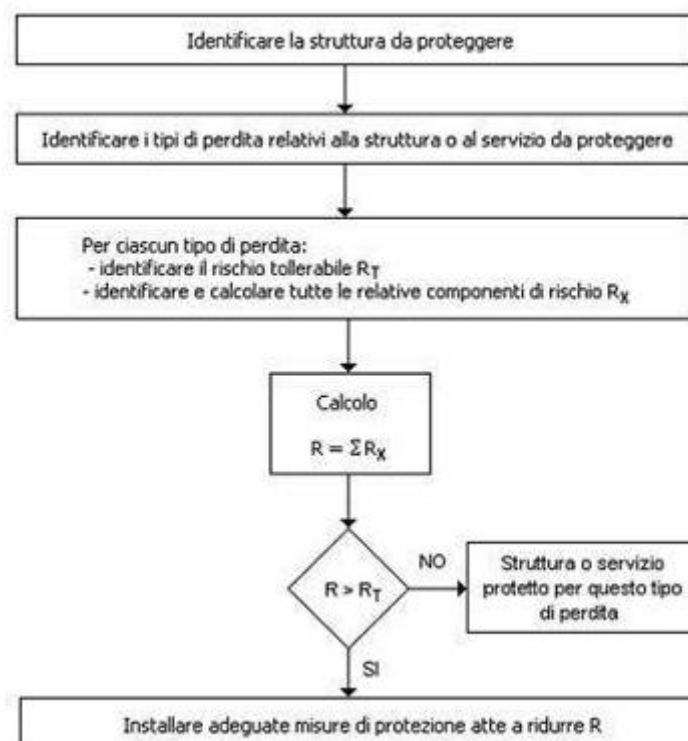
(1) Nel caso di strutture con rischio di esplosione, di ospedali o di altre strutture, in cui i guasti di impianti interni provocano immediato pericolo per la vita umana

(2) Soltanto in strutture in cui si può verificare la perdita di animali

Per ciascun rischio devono essere effettuati i seguenti passi (vedi anche figura successiva):

- identificazione delle componenti R<sub>x</sub> che contribuiscono al rischio;
- calcolo della componente di rischio identificata R<sub>x</sub>;
- calcolo del rischio totale R;
- identificazione del rischio tollerabile R<sub>T</sub>;
- confronto del rischio R con quello tollerabile R<sub>T</sub>.





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

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

Per il rischio  $R_4$ , oltre a determinare le componenti e il valore del rischio  $R_4$ , deve essere effettuata la valutazione della convenienza economica della protezione effettuando il confronto tra il costo totale della perdita con e senza le misure di protezione.

#### Componenti di rischio

Le componenti di rischio sono raggruppate secondo la sorgente di danno ed il tipo di danno, come si evince dalla precedente tabella.

Ciascuna delle componenti di rischio può essere calcolata mediante la seguente equazione generale:

$$R_X = N_X \times P_X \times L_X$$

dove

$N_X$  è il numero di eventi pericolosi [Allegato A, CEI EN 62305-2].

$P_X$  è la probabilità di danno alla struttura [Allegato B, CEI EN 62305-2].

$L_X$  è la perdita conseguente [Allegato C, CEI EN 62305-2].

#### Componente di rischio (danno ad esseri viventi - fulmine sulla struttura), $R_A$

Componente relativa ai danni ad esseri viventi dovuti a tensioni di contatto e di passo in zone fino a 3 m all'esterno della struttura. Possono verificarsi perdite di tipo L1 (perdita di vite umane) e, in strutture ad uso agricolo, anche di tipo L4 (perdita economica) con possibile perdita di animali.

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

dove:

- $R_A$  Componente di rischio (danno ad esseri viventi - fulmine sulla struttura);
- $N_D$  Numero di eventi pericolosi per fulminazione diretta della struttura [§ A.2, CEI EN 62305-2].
- $P_A$  Probabilità di danno ad esseri viventi (fulmine sulla struttura) [§ B.2, CEI EN 62305-2].
- $L_A$  Perdita per danno ad esseri viventi [§ C.3, CEI EN 62305-2].

#### Componente di rischio (danno materiale alla struttura - fulmine sulla struttura), $R_B$



Componente relativa ai danni materiali causati da scariche pericolose all'interno della struttura che innescano l'incendio e l'esplosione e che possono essere pericolose per l'ambiente. Possono verificarsi tutti i tipi di perdita: L1 (perdita di vite umane), L2 (perdita di un servizio pubblico), L3 (perdita di patrimonio culturale insostituibile) e L4 (perdita economica).

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

dove:

- $R_B$  Componente di rischio (danno materiale alla struttura - fulmine sulla struttura).
- $N_D$  Numero di eventi pericolosi per fulminazione diretta della struttura [§ A.2, CEI EN 62305-2].
- $P_B$  Probabilità di danno materiale in una struttura (fulmine sulla struttura) [§ B.3, CEI EN 62305-2].
- $L_B$  Perdita per danno materiale in una struttura (fulmine sulla struttura) [§ C.3, CEI EN 62305-2].

### **Componente di rischio (guasto di impianti interni - fulmine sulla struttura), $R_C$**

Componente relativa al guasto di impianti interni causata dal LEMP (impulso elettromagnetico del fulmine). In tutti i casi possono verificarsi perdite di tipo L2 (perdita di un servizio pubblico) e L4 (perdita economica), unitamente al rischio L1 (perdita di vite umane) nel caso di strutture con rischio di esplosione e di ospedali o di altre strutture in cui il guasto degli impianti interni provoca immediato pericolo per la vita umana.

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

dove:

- $R_C$  Componente di rischio (guasto di apparati del servizio - fulmine sulla struttura);
- $N_D$  Numero di eventi pericolosi per fulminazione diretta della struttura [§ A.2, CEI EN 62305-2].
- $P_C$  Probabilità di guasto di un impianto interno (fulmine sulla struttura) [§ B.43, CEI EN 62305-2].
- $L_C$  Perdita per guasto di un impianto interno (fulmine sulla struttura) [§ C.3, CEI EN 62305-2].

### **Componente di rischio (guasto di impianti interni - fulmine in prossimità della struttura), $R_M$**

Componente relativa al guasto di impianti interni causata dal LEMP (impulso elettromagnetico del fulmine). In tutti i casi possono verificarsi perdite di tipo L2 (perdita di un servizio pubblico) e L4 (perdita economica), unitamente al rischio L1 (perdita di vite umane) nel caso di strutture con rischio di esplosione e di ospedali o di altre strutture in cui il guasto degli impianti interni provoca immediato pericolo per la vita umana.

$$R_M = N_M \times P_M \times L_M$$

dove:

- $R_M$  Componente di rischio (guasto di impianti interni - fulmine in prossimità della struttura);
- $N_M$  Numero di eventi pericolosi per fulminazione in prossimità della struttura [§ A.3, CEI EN 62305-2];
- $P_M$  Probabilità di guasto di un impianto interno (fulmine in prossimità della struttura) [§ B.5, CEI EN 62305-2];
- $L_M$  Perdita per guasto di un impianto interno (fulmine in prossimità della struttura) [§ C.3, CEI EN 62305-2].

### **Componente di rischio (danno ad esseri viventi - fulmine sul servizio connesso), $R_U$**

Componente relativa ai danni ad esseri viventi dovuti a tensioni di contatto all'interno della struttura dovute alla corrente di fulmine iniettata nella linea entrante nella struttura. Possono verificarsi perdite di tipo L1 (perdita di vite umane) e, in strutture ad uso agricolo, anche di tipo L4 (perdita economica) con possibile perdita di animali.

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

dove:

- $R_U$  Componente di rischio (danno ad esseri viventi - fulmine sul servizio);
- $N_L$  Numero di eventi pericolosi per fulminazione sul servizio [§ A.4, CEI EN 62305-2].
- $N_{DJ}$  Numero di eventi pericolosi per fulminazione diretta della struttura all'estremità "a" della linea [§ A.2 della CEI EN 62305-2].
- $P_U$  Probabilità di danno ad esseri viventi (fulmine sul servizio connesso) [§ B.6, CEI EN 62305-2].
- $L_U$  Perdita per danni ad esseri viventi (fulmine sul servizio) [§ C.3, CEI EN 62305-2].

### **Componente di rischio (danno materiale alla struttura - fulmine sul servizio connesso), $R_V$**

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 il servizio entrante. Possono verificarsi tutti i tipi di perdita: L1 (perdita di vite umane), L2 (perdita di un servizio pubblico), L3 (perdita di patrimonio culturale insostituibile) e L4 (perdita economica).

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

dove:

- $R_V$  Componente di rischio (danno materiale alla struttura - fulmine sul servizio connesso).
- $N_L$  Numero di eventi pericolosi per fulminazione sul servizio [§ A.4, CEI EN 62305-2].
- $N_{Da}$  Numero di eventi pericolosi per fulminazione diretta della struttura all'estremità "a" della linea [§ A.2, CEI EN 62305-2].
- $P_V$  Probabilità di danno materiale nella struttura (fulmine sul servizio connesso) [§ B.7, CEI EN 62305-2].
- $L_V$  Perdita per danno materiale in una struttura (fulmine sul servizio) [§ C.3, CEI EN 62305-2].

### **Componente di rischio (danno agli impianti - fulmine sul servizio connesso), $R_W$**

Componente relativa al guasto di impianti interni causati da sovratensioni indotte sulla linea e trasmesse alla struttura. In tutti i casi possono verificarsi perdite di tipo L2 (perdita di un servizio pubblico) e L4 (perdita economica), unitamente al rischio L1 (perdita di vite umane) nel caso di strutture con rischio di esplosione e di ospedali o di altre strutture in cui il guasto degli impianti interni provoca immediato pericolo per la vita umana.

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

dove:

- $R_W$  Componente di rischio (danno agli apparati - fulmine sul servizio connesso).
- $N_L$  Numero di eventi pericolosi per fulminazione sul servizio [§ A.4, CEI EN 62305-2].
- $N_{Da}$  Numero di eventi pericolosi per fulminazione diretta della struttura all'estremità "a" della linea [§ A.2, CEI EN 62305-2].
- $P_W$  Probabilità di guasto di un impianto interno (fulmine sul servizio connesso) [§ B.8, CEI EN 62305-2].
- $L_W$  Perdita per guasto di un impianto interno (fulmine sul servizio) [§ C.3, CEI EN 62305-2].

### **Componente di rischio (guasto di impianti interni - fulmine in prossimità di un servizio connesso), $R_Z$**

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 (perdita di un servizio pubblico) e L4 (perdita economica), unitamente al rischio L1 (perdita di vite umane) nel caso di strutture con rischio di esplosione e di ospedali o di altre strutture in cui il guasto degli impianti interni provoca immediato pericolo per la vita umana.

$$R_Z = N_I \times P_Z \times L_Z$$

dove:

- $R_Z$  Componente di rischio (guasto di impianti interni - fulmine in prossimità del servizio).
- $N_I$  Numero di eventi pericolosi per fulminazione in prossimità del servizio [§ A.4, CEI EN 62305-2].
- $P_Z$  Probabilità di guasto di un impianto interno (fulmine in prossimità del servizio) [§ B.9, CEI EN 62305-2].
- $L_Z$  Perdita per guasto di un impianto interno (fulmine in prossimità del servizio) [§ C.3, CEI EN 62305-2].

### **Determinazione del rischio di perdita di vite umane (R1)**

Il rischio di perdita di vite umane è determinato come somma delle componenti di rischio precedentemente definite.

$$R_1 = R_A + R_B + R_C^{(1)} + R_M^{(1)} + R_U + R_V + R_W^{(1)} + R_Z^{(1)}$$

- (1) 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.

dove:

- $R_A$  Componente di rischio (danno ad esseri viventi - fulmine sulla struttura).
- $R_B$  Componente di rischio (danno materiale alla struttura - fulmine sulla struttura).
- $R_C$  Componente di rischio (guasto di impianti interni - fulmine sulla struttura).
- $R_M$  Componente di rischio (guasto di impianti interni - fulmine in prossimità della struttura).
- $R_U$  Componente di rischio (danno ad esseri viventi - fulmine sul servizio connesso).
- $R_V$  Componente di rischio (danno materiale alla struttura - fulmine sul servizio connesso).
- $R_W$  Componente di rischio (danno agli impianti - fulmine sul servizio connesso).
- $R_Z$  Componente di rischio (guasto di impianti interni - fulmine in prossimità di un servizio connesso).

### **Determinazione del rischio di perdita di servizio pubblico (R2)**

Il rischio di perdita di servizio pubblico è determinato dalla formula:

$$R_2 = R_B + R_C + R_M + R_V + R_W + R_Z$$

dove:

- $R_B$  Componente di rischio (danno materiale alla struttura - fulmine sulla struttura).
- $R_C$  Componente di rischio (guasto di impianti interni - fulmine sulla struttura).
- $R_M$  Componente di rischio (guasto di impianti interni - fulmine in prossimità della struttura).
- $R_V$  Componente di rischio (danno materiale alla struttura - fulmine sul servizio connesso).
- $R_W$  Componente di rischio (danno agli impianti - fulmine sul servizio connesso).
- $R_Z$  Componente di rischio (guasto di impianti interni - fulmine in prossimità di un servizio connesso).

### **Determinazione del rischio di perdita di patrimonio culturale insostituibile (R3)**

Il rischio di perdita di patrimonio culturale insostituibile è dato dalla formula:

$$R_3 = R_B + R_V$$

dove:

- $R_B$  Componente di rischio (danno materiale alla struttura - fulmine sulla struttura)
- $R_V$  Componente di rischio (danno materiale alla struttura - fulmine sul servizio connesso)

## Determinazione del rischio di perdita economica (R4)

Il rischio di perdita economica è determinato secondo la formula:

$$R_4 = R_A^{(1)} + R_B + R_C + R_M + R_U^{(1)} + R_V + R_W + R_Z$$

(1) Solo in strutture in cui si può verificare la perdita di animali

dove:

- $R_A$  Componente di rischio (danno ad esseri viventi - fulmine sulla struttura).
- $R_B$  Componente di rischio (danno materiale alla struttura - fulmine sulla struttura).
- $R_C$  Componente di rischio (guasto di impianti interni - fulmine sulla struttura).
- $R_M$  Componente di rischio (guasto di impianti interni - fulmine in prossimità della struttura).
- $R_U$  Componente di rischio (danno ad esseri viventi - fulmine sul servizio connesso).
- $R_V$  Componente di rischio (danno materiale alla struttura - fulmine sul servizio connesso).
- $R_W$  Componente di rischio (danno agli impianti - fulmine sul servizio connesso).
- $R_Z$  Componente di rischio (guasto di impianti interni - fulmine in prossimità di un servizio connesso).

## Esito della valutazione

Una volta noti i valori di rischio per la struttura bisogna verificare che essi siano inferiori ai rischi tollerabili.

### Caso 1 - Struttura autoprotetta

Se per ogni rischio calcolato i valori sono inferiori ai rispettivi  $R_T$  e non sono state adottate misure di protezione, la struttura oggetto di verifica può considerarsi "Autoprotetta".

### Caso 2 - Struttura protetta

Se per ogni rischio calcolato i valori sono inferiori ai rispettivi  $R_T$  e sono state adottate misure di protezione, la struttura oggetto di verifica può considerarsi "Protetta".

### Caso 3 - Struttura NON protetta

Se almeno un rischio calcolato è superiore al rispettivo  $R_T$  devono essere adottate misure di protezione al fine di rendere il rischio inferiore.

## Frequenza di danno

La frequenza di danno  $F$  è il numero di volte in un anno che un fulmine può causare un danno ad una apparecchiatura di un impianto interno e si valuta secondo la formula:

$$F = F_{S1} + F_{S3} + F_{S4}$$

se i circuiti sono collegati ad una linea esterna all'edificio,

oppure con la formula:

$$F = F_{S1} + F_{S2}$$

per i circuiti stand-alone o collegati ad una linea esterna all'edificio tramite una interfaccia isolante

dove:

- $F_{S1}$  Frequenza di danno dovuta alle sovratensioni per fulmini sulla struttura (sorgente S1).
- $F_{S2}$  Frequenza di danno dovuta alle sovratensioni per fulmini vicino alla struttura (sorgente S2).
- $F_{S3}$  Frequenza di danno dovuta alle sovratensioni per fulmini sulle linee entranti nella struttura (sorgente S3)
- $F_{S4}$  Frequenza di danno dovuta alle sovratensioni per fulmini vicino alle linee entranti nella

struttura (sorgente S4)

Di seguito le formule per il calcolo di queste frequenze parziali:

$$F_{S1} = N_D \times P_C$$

$$F_{S2} = N_M \times P_M$$

$$F_{S3} = (N_L \times N_{DJ}) \times P_W$$

$$F_{S4} = N_I \times P_Z$$

Il significato di tali coefficienti è riportato nei paragrafi precedenti.

La frequenza di danno tollerabile  $F_T$  è il massimo valore della frequenza di danno che può essere tollerato dagli impianti interni. Fissare i valori di  $F_T$  è responsabilità del proprietario o del gestore della struttura tenendo presente che tale valore, secondo la guida **CEI 81-29**, dovrebbe essere 0.1, e, in ogni caso, inferiore ad 1.

Se il valore di  $F$  risulta essere superiore al valore  $F_T$  stabilito, la frequenza di danno risulta essere **non rispettata** e, in tal caso, bisognerebbe agire migliorando le protezioni contro le sovratensioni al fine di fare rientrare il valore al di sotto di quello stabilito.

## STRUTTURA

Dati generali	
Denominazione	Ex Area Alfa Wassermann
Destinazione d'uso	Civile abitazione
Indirizzo	Ex Area Alfa Wassermann - Sasso Marconi fraz. Borgonuovo
Comune	Sasso Marconi (BO)
Cap	
N <sub>G</sub>	2.20 fulmini/anno km <sup>2</sup>
Fonte dati	TNE

Caratteristiche della struttura	
Ubicazione	Isolata [ $C_D = 1$ ]
Geometria della struttura	Calcolo aree da disegno:  Distanza struttura: 500 m (per il calcolo di $A_M$ )  Area raccolta della struttura isolata $A_D$ : 22 494.33 m <sup>2</sup> Area raccolta fulmini in prossimità della struttura $A_M$ : 923 621.49 m <sup>2</sup>
Schermatura	Assente $K_{S1} = 1$
LPS	Struttura non protetta con LPS [ $PB = 1.00$ ]
N° persone totali nella struttura (L1)	$n_T = 190$



## VALORE DI $N_G$

(CEI EN 62305 - CEI EN IEC 62858)

$$N_G = 2,20 \text{ fulmini / (anno km}^2\text{)}$$

### POSIZIONE

Latitudine: **44,448375° N**

Longitudine: **11,274006° 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 ceramica.
- I dati forniti da TNE srl possiedono le caratteristiche indicate dalla norma 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 2028.

Data 01/12/2023

---

TNE srl - Strada dei Ronchi 29 - 10133 Torino - Tel. 011.661.12.12 - Fax 011.661.81.05 - [info@tne.it](mailto:info@tne.it) - [www.tne.it](http://www.tne.it)



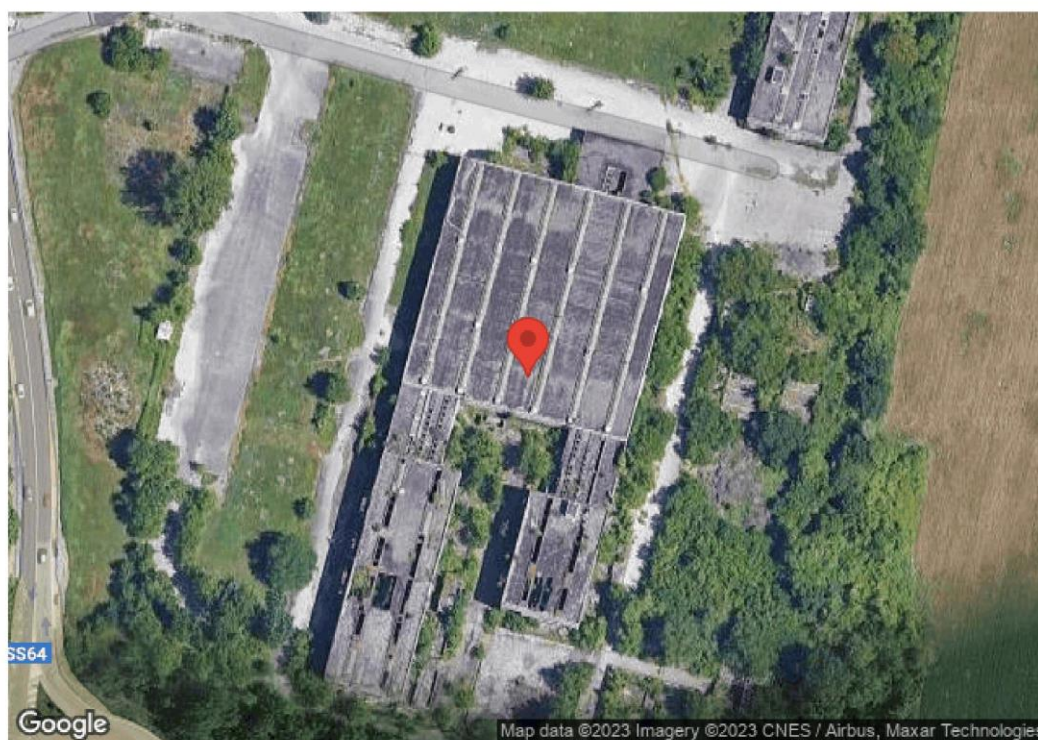


### Coordinate in formato decimale (WGS84)

**Indirizzo:** Coordinate manuali

**Latitudine:** 44,448375

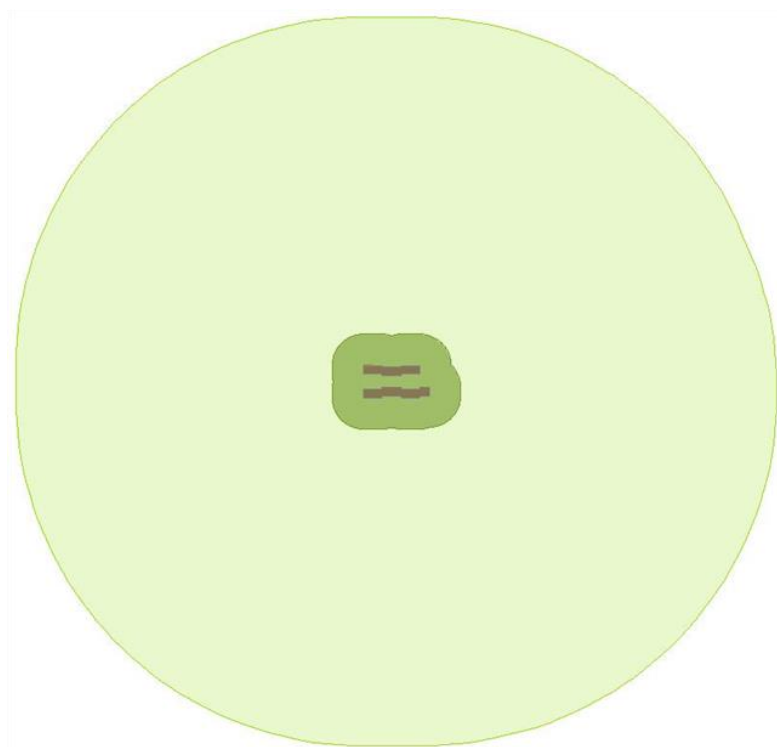
**Longitudine:** 11,274006






---

TNE srl - Strada dei Ronchi 29 - 10133 Torino - Tel. 011.661.12.12 - Fax 011.661.81.05 - [info@tne.it](mailto:info@tne.it) - [www.tne.it](http://www.tne.it)

## DISEGNO DELLA STRUTTURA



-  Struttura
-  Area di raccolta A<sub>0</sub>
-  Area di raccolta A<sub>M</sub>

## ZONE

Nella struttura sono presenti 3 zone.

I dettagli di ogni zona sono riportati nei seguenti paragrafi.

### Zona Z1 - "Edificio 1"

Dati generali	
Denominazione	<b>Edificio 1</b>
Tipo di zona	<b>Interna</b>
Pavimentazione	<b>Ceramica (<math>1\text{k}\Omega \leq R \leq 10\text{k}\Omega</math>) [<math>r_t = 10^{-3}</math>]</b>
Pericoli particolari	<b>Livello ridotto di panico [<math>h_z = 2</math>]</b>
Rischio esplosione	<b>Assente</b>
Rischio incendio	<b>Ordinario [<math>r_f = 10^{-2}</math>]</b>
Schermatura	<b>Assente</b> <b><math>K_{s2} = 1</math></b>
Misure antincendio	<b>Nessuna protezione [<math>r_p = 1</math>]</b>

Perdita di vite umane (L1)	
N° persone presenti ( $n_z$ )	<b>80</b>
Ore presenza/anno ( $t_z$ )	<b>5840</b>
$L_T$	<b><math>10^{-2}</math></b>
$L_F$	<b><math>10^{-2}</math></b>

## Zona Z2 - "Edificio 2"

Dati generali	
Denominazione	<b>Edificio 2</b>
Tipo di zona	<b>Interna</b>
Pavimentazione	<b>Ceramica (<math>1\text{k}\Omega \leq R \leq 10\text{k}\Omega</math>) [<math>r_t = 10^{-3}</math>]</b>
Pericoli particolari	<b>Livello ridotto di panico [<math>h_z = 2</math>]</b>
Rischio esplosione	<b>Assente</b>
Rischio incendio	<b>Ordinario [<math>r_f = 10^{-2}</math>]</b>
Schermatura	<b>Assente</b> <b><math>K_{s2} = 1</math></b>
Misure antincendio	<b>Nessuna protezione [<math>r_p = 1</math>]</b>

Perdita di vite umane (L1)	
N° persone presenti ( $n_z$ )	<b>80</b>
Ore presenza/anno ( $t_z$ )	<b>5840</b>
$L_T$	<b><math>10^{-2}</math></b>
$L_F$	<b><math>10^{-2}</math></b>

## Zona Z3 - "Esterno"

Dati generali	
Denominazione	<b>Esterno</b>
Tipo di zona	<b>Esterna</b>
Pavimentazione	<b>Agricolo (<math>R \leq 1k\Omega</math>) [<math>r_t = 10^{-2}</math>]</b>
Protezioni dalle tensioni di passo e di contatto	<b>Nessuna [PTA = 1]</b>

Perdita di vite umane (L1)	
N° persone presenti ( $n_z$ )	<b>30</b>
Ore presenza/anno ( $t_z$ )	<b>2920</b>
$L_T$	<b><math>10^{-2}</math></b>
$L_F$	<b><math>10^{-2}</math></b>

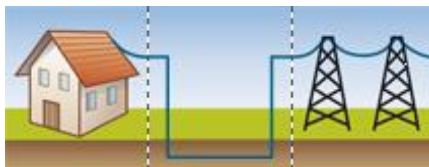
### Legenda:

- $L_T$  è la percentuale media di vittime per elettrocuzione (danno D1) causato da un evento pericoloso.
- $L_F$  è la percentuale media di vittime per danno materiale (danno D2) causato da un evento pericoloso.
- $L_O$  è la percentuale media di vittime per guasto degli impianti interni (danno D3) causato da un evento pericoloso.

## LINEE

Alla struttura sono collegate 5 linee.  
I dettagli di ogni linea sono riportati nei seguenti paragrafi.

### Linea L1 - "ENEL EDIFICIO 1"

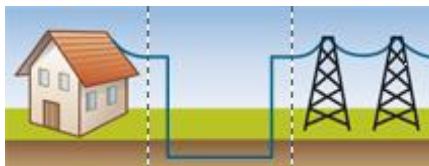


Dati generali	
Denominazione	<b>ENEL EDIFICIO 1</b>
Tipo linea	<b>Linea di energia</b>
Protezione	<b>Nessuna</b>
Ambiente circostante	<b>Urbano [Ce = 0.10]</b>
Protezioni dalle tensioni di contatto	<b>Nessuna misura di protezione [PTU = 1]</b>
SPD su linea entrante	<b>Sistema SPD assente [PEB = 1.00]</b>
Trasformatore AT/BT	<b>Assente [C<sub>T</sub> = 1]</b>

Sezioni della linea:

Tratto interrato	
Denominazione	<b>Tratto 1</b>
Lunghezza	<b>300 m</b>
Schermatura cavi	<b>Assente</b>
Dispersore fittamente magliato	<b>No</b>
Tratto aereo	
Denominazione	<b>Tratto 2</b>
Lunghezza	<b>1 200 m</b>
Schermatura cavi	<b>Assente</b>

## Linea L2 - "ENEL EDIFICIO 2"



Dati generali	
Denominazione	<b>ENEL EDIFICIO 2</b>
Tipo linea	<b>Linea di energia</b>
Protezione	<b>Nessuna</b>
Ambiente circostante	<b>Urbano [Ce = 0.10]</b>
Protezioni dalle tensioni di contatto	<b>Nessuna misura di protezione [PTU = 1]</b>
SPD su linea entrante	<b>Sistema SPD assente [PEB = 1.00]</b>
Trasformatore AT/BT	<b>Assente [C<sub>T</sub> = 1]</b>

### Sezioni della linea:

Tratto interrato	
Denominazione	<b>Tratto 1</b>
Lunghezza	<b>300 m</b>
Schermatura cavi	<b>Assente</b>
Dispersore fittamente magliato	<b>No</b>
Tratto aereo	
Denominazione	<b>Tratto 2</b>
Lunghezza	<b>1 200 m</b>
Schermatura cavi	<b>Assente</b>



## Linea L3 - "ILLUMINAZIONE CONDOMINIALE ESTERNA"



Dati generali	
Denominazione	<b>ILLUMINAZIONE CONDOMINIALE ESTERNA</b>
Tipo linea	<b>Linea di energia</b>
Protezione	<b>Nessuna</b>
Ambiente circostante	<b>Urbano [Ce = 0.10]</b>
Protezioni dalle tensioni di contatto	<b>Nessuna misura di protezione [PTU = 1]</b>
SPD su linea entrante	<b>Sistema SPD assente [PEB = 1.00]</b>
Trasformatore AT/BT	<b>Assente [C<sub>T</sub> = 1]</b>

Sezioni della linea:

Tratto interrato	
Denominazione	<b>Tratto 1</b>
Lunghezza	<b>400 m</b>
Schermatura cavi	<b>Assente</b>
Dispersore fittamente magliato	<b>No</b>

## Linea L4 - "VASCHE METEORICHE"



Dati generali	
Denominazione	<b>VASCHE METEORICHE</b>
Tipo linea	<b>Linea di energia</b>
Protezione	<b>Nessuna</b>
Ambiente circostante	<b>Urbano [Ce = 0.10]</b>
Protezioni dalle tensioni di contatto	<b>Nessuna misura di protezione [PTU = 1]</b>
SPD su linea entrante	<b>Sistema SPD assente [PEB = 1.00]</b>
Trasformatore AT/BT	<b>Assente [C<sub>T</sub> = 1]</b>

Sezioni della linea:

Tratto interrato	
Denominazione	<b>Tratto 1</b>
Lunghezza	<b>100 m</b>
Schermatura cavi	<b>Assente</b>
Dispersore fittamente magliato	<b>No</b>

## Linea L5 - "ILLUMINAZIONE PARCHEGGIO PROVVISORIO"



Dati generali	
Denominazione	<b>ILLUMINAZIONE PARCHEGGIO PROVVISORIO</b>
Tipo linea	<b>Linea di energia</b>
Protezione	<b>Nessuna</b>
Ambiente circostante	<b>Urbano [Ce = 0.10]</b>
Protezioni dalle tensioni di contatto	<b>Nessuna misura di protezione [PTU = 1]</b>
SPD su linea entrante	<b>Sistema SPD assente [PEB = 1.00]</b>
Trasformatore AT/BT	<b>Assente [C<sub>T</sub> = 1]</b>

Sezioni della linea:

Tratto interrato	
Denominazione	<b>Tratto 1</b>
Lunghezza	<b>500 m</b>
Schermatura cavi	<b>Assente</b>
Dispersore fittamente magliato	<b>No</b>

## IMPIANTI

Nella struttura sono presenti 5 impianti interni.

I dettagli di ogni impianto sono riportati nei seguenti paragrafi.

### Impianto I1 - "Elettrico Edificio 1"

Dati generali	
Denominazione	<b>Elettrico Edificio 1</b>
Linea collegata all'impianto	<b>ENEL EDIFICIO 1</b>
Zone servite dall'impianto	<b>Edificio 1</b>
Tensione di tenuta	<b>2500</b>
Cavi impianto schermati	<b>No</b>
Schermi o condotti metallici connessi alla barra equipotenziale	<b>No</b>
Tipo cablaggio	<b>Nessuna precauzione nella scelta del percorso</b>
Tipo SPD	<b>Sistema SPD assente [PSPD =1.00]</b>

## Impianto I2 - "Elettrico Edificio 2"

Dati generali	
Denominazione	<b>Elettrico Edificio 2</b>
Linea collegata all'impianto	<b>ENEL EDIFICIO 2</b>
Zone servite dall'impianto	
Tensione di tenuta	<b>2500</b>
Cavi impianto schermati	<b>No</b>
Schermi o condotti metallici connessi alla barra equipotenziale	<b>No</b>
Tipo cablaggio	<b>Nessuna precauzione nella scelta del percorso</b>
Tipo SPD	<b>Sistema SPD assente [PSPD =1.00]</b>

## Impianto I3 - "illuminazione esterna"

Dati generali	
Denominazione	<b>illuminazione esterna</b>
Linea collegata all'impianto	<b>ILLUMINAZIONE CONDOMINIALE ESTERNA</b>
Zone servite dall'impianto	
Tensione di tenuta	<b>2500</b>
Cavi impianto schermati	<b>No</b>
Schermi o condotti metallici connessi alla barra equipotenziale	<b>No</b>
Tipo cablaggio	<b>Nessuna precauzione nella scelta del percorso</b>
Tipo SPD	<b>Sistema SPD assente [PSPD =1.00]</b>

## Impianto I4 - "Vasche"

Dati generali	
Denominazione	<b>Vasche</b>
Linea collegata all'impianto	<b>VASCHE METEORICHE</b>
Zone servite dall'impianto	
Tensione di tenuta	<b>2500</b>
Cavi impianto schermati	<b>No</b>
Schermi o condotti metallici connessi alla barra equipotenziale	<b>No</b>
Tipo cablaggio	<b>Nessuna precauzione nella scelta del percorso</b>
Tipo SPD	<b>Sistema SPD assente [PSPD =1.00]</b>



## Impianto I5 - "Parcheggio provvisorio"

Dati generali	
Denominazione	<b>Parcheggio provvisorio</b>
Linea collegata all'impianto	<b>ILLUMINAZIONE PARCHEGGIO PROVVISORIO</b>
Zone servite dall'impianto	
Tensione di tenuta	<b>2500</b>
Cavi impianto schermati	<b>No</b>
Schermi o condotti metallici connessi alla barra equipotenziale	<b>No</b>
Tipo cablaggio	<b>Nessuna precauzione nella scelta del percorso</b>
Tipo SPD	<b>Sistema SPD assente [PSPD =1.00]</b>

## ESITO DELLA VALUTAZIONE













### Perdite considerate e rischi tollerabili

Per la valutazione dei rischi sono state considerate le seguenti perdite:













L1 - Perdita di vite umane o danni permanenti (Rischio tollerabile  $R_T = 10^{-5}$ )

### Valutazione del rischio di perdita di vite umane R1

Numero annuo atteso di eventi pericolosi,  $N_x$









Sorgente di danno	S1			S2	S3			S4
								
Tipo di danno	D1	D2	D3	D3	D1	D2	D3	D3
								
Eventi	$N_D$			$N_M$	$N_L + N_{D3}$			$N_I$
Struttura	$4.95 \times 10^{-2}$			2.03	-			-
Eventi	$N_D$			$N_M$	$N_L + N_{D3}$			$N_I$
L1	-			-	$1.19 \times 10^{-2}$			1.19
L2	-			-	$1.19 \times 10^{-2}$			1.19
L3	-			-	$1.76 \times 10^{-3}$			0.18
L4	-			-	$4.40 \times 10^{-4}$			$4.40 \times 10^{-2}$
L5	-			-	$2.20 \times 10^{-3}$			0.22

Valori di probabilità di perdita di vite umane,  $P_x$













Sorgente di danno	S1			S2	S3			S4
								
Tipo di danno	D1	D2	D3	D3	D1	D2	D3	D3
								
Probabilità	$P_A$	$P_B$	$P_C$	$P_M$	$P_U$	$P_V$	$P_W$	$P_Z$
Z1	1	1	1	0.16	1	1	1	0.30
- I1	-	-	1	0.16	-	-	-	-
- L1	-	-	-	-	1	1	1	0.30
Z2	1	1	0	0	0	0	0	0
Z3	1	0	0	0	0	0	0	0

Ammontare delle perdite di vite umane,  $L_x$

Sorgente di danno	S1			S2	S3			S4
								
Tipo di danno	D1	D2	D3	D3	D1	D2	D3	D3

								
Perdite	L <sub>A</sub>	L <sub>B</sub>	L <sub>C</sub>	L <sub>M</sub>	L <sub>U</sub>	L <sub>V</sub>	L <sub>W</sub>	L <sub>Z</sub>
Z1	2.81 x 10 <sup>-6</sup>	5.61 x 10 <sup>-5</sup>	0	0	2.81 x 10 <sup>-6</sup>	5.61 x 10 <sup>-5</sup>	0	0
Z2	2.81 x 10 <sup>-6</sup>	5.61 x 10 <sup>-5</sup>	0	0	2.81 x 10 <sup>-6</sup>	5.61 x 10 <sup>-5</sup>	0	0
Z3	5.26 x 10 <sup>-6</sup>	0	0	0	5.26 x 10 <sup>-6</sup>	0	0	0

Componenti di rischio di perdita di vite umane, R<sub>x</sub>

Sorgente di danno	S1			S2	S3			S4
								
Tipo di danno	D1	D2	D3	D3	D1	D2	D3	D3
								
Rischio	R <sub>A</sub>	R <sub>B</sub>	R <sub>C</sub>	R <sub>M</sub>	R <sub>U</sub>	R <sub>V</sub>	R <sub>W</sub>	R <sub>Z</sub>
Z1	1.39 x 10 <sup>-7</sup>	2.78 x 10 <sup>-6</sup>			3.33 x 10 <sup>-8</sup>	6.67 x 10 <sup>-7</sup>		
Z2	1.39 x 10 <sup>-7</sup>	2.78 x 10 <sup>-6</sup>			0	0		
Z3	2.60 x 10 <sup>-7</sup>	0			0	0		
Totale	5.38 x 10 <sup>-7</sup>	5.56 x 10 <sup>-6</sup>			3.33 x 10 <sup>-8</sup>	6.67 x 10 <sup>-7</sup>		

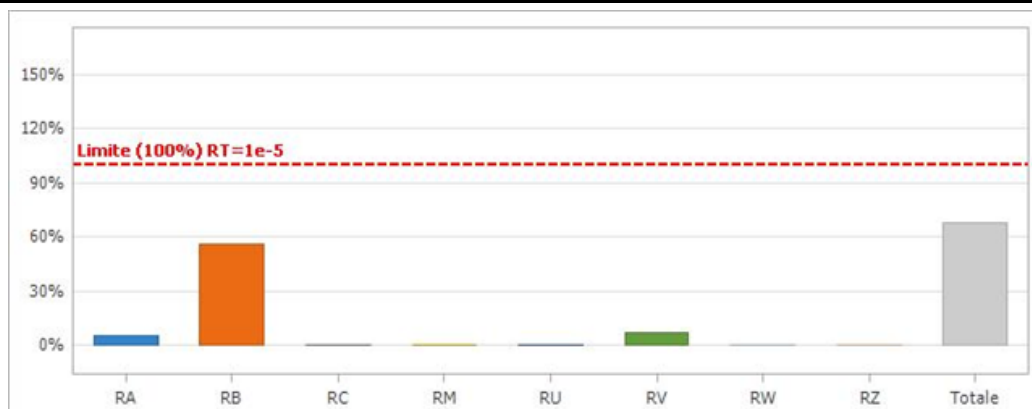
**Rischio di perdita di vita umana, R<sub>1,Struttura</sub>**

(R<sub>1,Struttura</sub> = R<sub>A,Struttura</sub> + R<sub>B,Struttura</sub> + R<sub>C,Struttura</sub> + R<sub>M,Struttura</sub> + R<sub>U,Struttura</sub> + R<sub>V,Struttura</sub> + R<sub>W,Struttura</sub> + R<sub>Z,Struttura</sub>)

**6.80 x 10<sup>-6</sup>**

**Il valore del rischio dovuto al fulmine è inferiore al valore di rischio tollerato R<sub>T</sub>.**

Grafico delle componenti di rischio



## CONCLUSIONI

Visti gli esiti delle verifiche effettuate, non è necessario realizzare alcun sistema di protezione contro i fulmini per la struttura in questione in quanto il rischio dovuto al fulmine è già al di sotto del limite tollerato.

Quindi la struttura è da considerarsi **AUTOPROTETTA**.

In forza della legge n° 186 del 01/03/1968 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.

## FREQUENZA DI DANNO

La tabella seguente riporta il calcolo della frequenza di danno per ogni impianto della struttura corrente:

Impianto	Linea	F <sub>S1</sub>	F <sub>S2</sub>	F <sub>S3</sub>	F <sub>S4</sub>	F	F <sub>T</sub>
Elettrico Edificio 1	ENEL EDIFICIO 1	$4.95 \times 10^{-2}$	0.33	$1.19 \times 10^{-2}$	0.36	0.42	0.10
Elettrico Edificio 2	ENEL EDIFICIO 2	$4.95 \times 10^{-2}$	0	$1.19 \times 10^{-2}$	0.36	0.42	0.10
illuminazione esterna	ILLUMINAZIONE E CONDOMINIAL E ESTERNA	$4.95 \times 10^{-2}$	0	$1.76 \times 10^{-3}$	$5.28 \times 10^{-2}$	0.10	0.10
Vasche	VASCHE METEORICHE	$4.95 \times 10^{-2}$	0	$4.40 \times 10^{-4}$	$1.32 \times 10^{-2}$	$6.31 \times 10^{-2}$	0.10
Parcheggio provvisorio	ILLUMINAZIONE E PARCHEGGIO PROVVISORIO	$4.95 \times 10^{-2}$	0	$2.20 \times 10^{-3}$	$6.60 \times 10^{-2}$	0.12	0.10

### Legenda:

- Impianto Denominazione dell'impianto.
- Linea Denominazione della linea a cui è collegato l'impianto.
- F<sub>S1</sub> Frequenza di danno dovuta alle sovratensioni per fulmini sulla struttura (sorgente S1)
- F<sub>S2</sub> Frequenza di danno dovuta alle sovratensioni per fulmini vicino alla struttura (sorgente S2)
- F<sub>S3</sub> Frequenza di danno dovuta alle sovratensioni per fulmini sulle linee entranti nella struttura (sorgente S3)
- F<sub>S4</sub> Frequenza di danno dovuta alle sovratensioni per fulmini vicino alle linee entranti nella struttura (sorgente S4)
- F Frequenza di danno F: numero di volte in un anno che un fulmine può causare un danno ad un'apparecchiatura di un impianto interno
- F<sub>T</sub> Frequenza di danno tollerabile

La frequenza di danno tollerabile risulta essere **NON RISPETTATA**.

## SOLUZIONI

Di seguito si riportano le soluzioni proposte con i relativi costi per abbassare il rischio della struttura in esame.













### SOLUZIONE "Soluzione 1"

Lista delle migliorie della soluzione

Migliorie impianti	unità di misura	Q.tà	Costo unitario (€)	Costo miglioria (€)
"I1: Elettrico Edificio 1":SPD - Sistema di SPD con LPL di classe III o IV [PSPD = 0.03]	A corpo	1.00	0.00	0.00
"I2: Elettrico Edificio 2":SPD - Sistema di SPD con LPL di classe III o IV [PSPD = 0.03]	A corpo	1.00	0.00	0.00
"I3: illuminazione esterna":SPD - Sistema di SPD con LPL di classe III o IV [PSPD = 0.03]	A corpo	1.00	0.00	0.00
"I5: Parcheggio provvisorio":SPD - Sistema di SPD con LPL di classe III o IV [PSPD = 0.03]	A corpo	1.00	0.00	0.00
<b>Costo totale (€)</b>				<b>0.00</b>

### Valutazione del rischio di perdita di vite umane R1

Componenti di rischio di perdita di vite umane,  $R_x$  utilizzando le migliorie della soluzione

Sorgente di danno	S1			S2	S3			S4
								
Tipo di danno	D1	D2	D3	D3	D1	D2	D3	D3
								
Rischio	$R_A$	$R_B$	$R_C$	$R_M$	$R_U$	$R_V$	$R_W$	$R_Z$
Z1	$1.39 \times 10^{-7}$	$2.78 \times 10^{-6}$			$10^{-9}$	$6.67 \times 10^{-7}$		
Z2	$1.39 \times 10^{-7}$	$2.78 \times 10^{-6}$			0	0		
Z3	$2.60 \times 10^{-7}$	0			0	0		
Totale	$5.38 \times 10^{-7}$	$5.56 \times 10^{-6}$			$10^{-9}$	$6.67 \times 10^{-7}$		

**Rischio di perdita di vita umana,  $R_{1,Struttura}$**

$(R_{1,Struttura} = R_{A,Struttura} + R_{B,Struttura} + R_{C,Struttura} + R_{M,Struttura} + R_{U,Struttura} + R_{V,Struttura} + R_{W,Struttura} + R_{Z,Struttura})$

**$6.76 \times 10^{-6}$**

**Il valore del rischio dovuto al fulmine è inferiore al valore di rischio tollerato  $R_T$ .**

### FREQUENZA DI DANNO

La tabella seguente riporta il calcolo della frequenza di danno per ogni impianto della struttura corrente utilizzando le migliorie della soluzione:

Impianto	Linea	$F_{S1}$	$F_{S2}$	$F_{S3}$	$F_{S4}$	<b>F</b>	<b><math>F_T</math></b>
Elettrico	ENEL	$4.95 \times 10^{-2}$	$9.75 \times 10^{-3}$	$3.56 \times 10^{-4}$	$1.07 \times 10^{-2}$	$6.05 \times 10^{-2}$	0.10

Edificio 1	EDIFICIO 1						
Elettrico Edificio 2	ENEL EDIFICIO 2	$4.95 \times 10^{-2}$	0	$3.56 \times 10^{-4}$	$1.07 \times 10^{-2}$	$6.05 \times 10^{-2}$	0.10
illuminazione esterna	ILLUMINAZIONE E CONDOMINIAL E ESTERNA	$4.95 \times 10^{-2}$	0	$5.28 \times 10^{-5}$	$1.58 \times 10^{-3}$	$5.11 \times 10^{-2}$	0.10
Vasche	VASCHE METEORICHE	$4.95 \times 10^{-2}$	0	$4.40 \times 10^{-4}$	$1.32 \times 10^{-2}$	$6.31 \times 10^{-2}$	0.10
Parcheggio provvisorio	ILLUMINAZIONE E PARCHEGGIO PROVVISORIO	$4.95 \times 10^{-2}$	0	$6.60 \times 10^{-5}$	$1.98 \times 10^{-3}$	$5.15 \times 10^{-2}$	0.10

#### Legenda:

Impianto Denominazione dell'impianto.

Linea Denominazione della linea a cui è collegato l'impianto.

$F_{S1}$  Frequenza di danno dovuta alle sovratensioni per fulmini sulla struttura (sorgente S1)

$F_{S2}$  Frequenza di danno dovuta alle sovratensioni per fulmini vicino alla struttura (sorgente S2)

$F_{S3}$  Frequenza di danno dovuta alle sovratensioni per fulmini sulle linee entranti nella struttura (sorgente S3)

$F_{S4}$  Frequenza di danno dovuta alle sovratensioni per fulmini vicino alle linee entranti nella struttura (sorgente S4)

F Frequenza di danno F: numero di volte in un anno che un fulmine può causare un danno ad un'apparecchiatura di un impianto interno

$F_T$  Frequenza di danno tollerabile

## CONCLUSIONI

Visti gli esiti delle verifiche effettuate utilizzando le migliori proposte dalla soluzione corrente, la struttura è da considerarsi **PROTETTA**.

La frequenza di danno tollerabile risulta essere **RISPETTATA**.



# INDICE

<b>DATI GENERALI</b>	<b>2</b>
Committente	2
Tecnico	2
<b>ANALISI E VALUTAZIONE SCARICHE ATMOSFERICHE</b>	<b>3</b>
Normativa di riferimento	3
Definizioni	3
Simboli e abbreviazioni	4
Valutazione del rischio fulminazione	5
Metodo di valutazione	6
Componenti di rischio	7
Determinazione del rischio di perdita di vite umane (R1)	10
Determinazione del rischio di perdita di servizio pubblico (R2)	10
Determinazione del rischio di perdita di patrimonio culturale insostituibile (R3)	10
Determinazione del rischio di perdita economica (R4)	11
Esito della valutazione	11
Frequenza di danno	11
<b>STRUTTURA</b>	<b>13</b>
VALORE Ng	14
DISEGNO DELLA STRUTTURA	16
<b>ZONE</b>	<b>17</b>
Zona Z1 - "Edificio 1"	17
Zona Z2 - "Edificio 2"	18
Zona Z3 - "Esterno"	19
<b>LINEE</b>	<b>20</b>
Linea L1 - "ENEL EDIFICIO 1"	20
Linea L2 - "ENEL EDIFICIO 2"	21
Linea L3 - "ILLUMINAZIONE CONDOMINIALE ESTERNA"	22
Linea L4 - "VASCHE METEORICHE"	23
Linea L5 - "ILLUMINAZIONE PARCHEGGIO PROVVISORIO"	24
<b>IMPIANTI</b>	<b>25</b>
Impianto I1 - "Elettrico Edificio 1"	25
Impianto I2 - "Elettrico Edificio 2"	26
Impianto I3 - "illuminazione esterna"	27
Impianto I4 - "Vasche"	28
Impianto I5 - "Parcheggio provvisorio"	29
<b>ESITO DELLA VALUTAZIONE</b>	<b>30</b>
Perdite considerate e rischi tollerabili	30
Valutazione del rischio di perdita di vite umane R1	30
Numero annuo atteso di eventi pericolosi, $N_x$	30
Valori di probabilità di perdita di vite umane, $P_x$	30
Ammontare delle perdite di vite umane, $L_x$	30
Componenti di rischio di perdita di vite umane, $R_x$	31
Grafico delle componenti di rischio	31
CONCLUSIONI	32
FREQUENZA DI DANNO	33
<b>SOLUZIONI</b>	<b>34</b>
SOLUZIONE "Soluzione 1"	34
Lista delle migliorie della soluzione	34
Valutazione del rischio di perdita di vite umane R1	34

Componenti di rischio di perdita di vite umane, Rx utilizzando le migliori della soluzione	34
FREQUENZA DI DANNO	34
CONCLUSIONI	35
<b>INDICE</b>	<b>36</b>



## VALORE DI $N_G$

(CEI EN 62305 - CEI EN IEC 62858)

$$N_G = 2,20 \text{ fulmini / (anno km}^2\text{)}$$

### POSIZIONE

Latitudine: **44,448375° N**

Longitudine: **11,274006° 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 norma 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 2028.

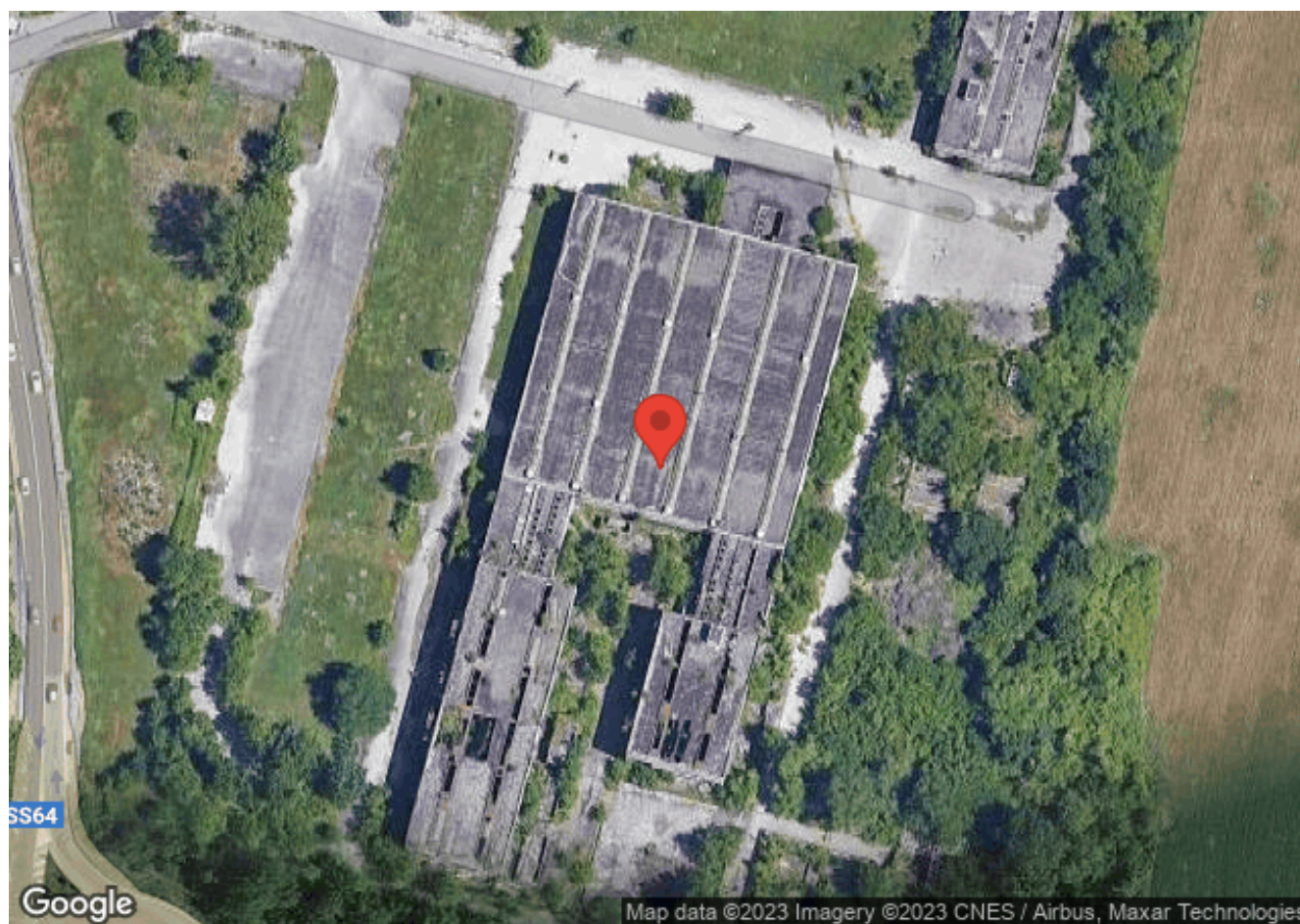
Data 01/12/2023

## Coordinate in formato decimale (WGS84)

**Indirizzo:** Coordinate manuali

**Latitudine:** 44,448375

**Longitudine:** 11,274006



## RELAZIONE SUL CALCOLO ESEGUITO

### Calcolo delle correnti di impiego

Il calcolo delle correnti d'impiego viene eseguito in base alla classica espressione:

$$I_b = \frac{P_d}{k_{ca} V_n \cos}$$

nella quale:

$k_{ca} = 1$  sistema monofase o bifase, due conduttori attivi;  
 $k_{ca} = 1.73$  sistema trifase, tre conduttori attivi.

Se la rete è in corrente continua il fattore di potenza  $\cos$  è pari a 1.

Dal valore massimo (modulo) di  $I_b$  vengono calcolate le correnti di fase in notazione vettoriale (parte reale ed immaginaria) con le formule:

$$\begin{aligned} I_1 &= I_b e^{j 0} = I_b \cos \quad j \sin \\ I_2 &= I_b e^{j 2\pi/3} = I_b \cos \frac{2\pi}{3} \quad j \sin \frac{2\pi}{3} \\ I_3 &= I_b e^{j 4\pi/3} = I_b \cos \frac{4\pi}{3} \quad j \sin \frac{4\pi}{3} \end{aligned}$$

Il vettore della tensione  $V_n$  è supposto allineato con l'asse dei numeri reali:

$$V_n = V_n - j0$$

La potenza di dimensionamento  $P_d$  è data dal prodotto:

$$P_d = P_n \text{ coeff}$$

nella quale *coeff* è pari al fattore di utilizzo per utenze terminali oppure al fattore di contemporaneità per utenze di distribuzione.

Per le utenze terminali la potenza  $P_n$  è la potenza nominale del carico, mentre per le utenze di distribuzione  $P_n$  rappresenta la somma vettoriale delle  $P_d$  delle utenze a valle ( $P_d$  a valle).

La potenza reattiva delle utenze viene calcolata invece secondo la:

$$Q_n = P_n \tan$$

per le utenze terminali, mentre per le utenze di distribuzione viene calcolata come somma vettoriale delle potenze reattive nominali a valle ( $Q_d$  a valle).

Il fattore di potenza per le utenze di distribuzione viene valutato, di conseguenza, con la:

$$\cos \varphi = \cos \arctan \frac{Q_n}{P_n}$$

## Dimensionamento dei cavi

Il criterio seguito per il dimensionamento dei cavi è tale da poter garantire la protezione dei conduttori alle correnti di sovraccarico.

In base alla norma CEI 64-8/4 (par. 433.2), infatti, il dispositivo di protezione deve essere coordinato con la conduttura in modo da verificare le condizioni:

$$\begin{aligned} a) \quad & I_b \leq I_n \leq I_z \\ b) \quad & I_f \leq 1.45 I_z \end{aligned}$$

Per la condizione a) è necessario dimensionare il cavo in base alla corrente nominale della protezione a monte. Dalla corrente  $I_b$ , pertanto, viene determinata la corrente nominale della protezione (seguendo i valori normalizzati) e con questa si procede alla determinazione della sezione.

Il dimensionamento dei cavi rispetta anche i seguenti casi:

condutture senza protezione derivate da una conduttura principale protetta contro i sovraccarichi con dispositivo idoneo ed in grado di garantire la protezione anche delle condutture derivate;

conduttura che alimenta diverse derivazioni singolarmente protette contro i sovraccarichi, quando la somma delle correnti nominali dei dispositivi di protezione delle derivazioni non supera la portata  $I_z$  della conduttura principale.

L'individuazione della sezione si effettua utilizzando le tabelle di posa assegnate ai cavi. Elenchiamo alcune tabelle, indicate per il mercato italiano:

IEC 60364-5-52 (PVC/EPR);

IEC 60364-5-52 (Mineral);

CEI-UNEL 35024/1;

CEI-UNEL 35024/2;

CEI-UNEL 35026;

CEI 20-91 (HEPR).

In media tensione, la gestione del calcolo si divide a seconda delle tabelle scelte:

CEI 11-17;

CEI UNEL 35027 (1-30kV).

EC 60502-2 (6-30kV)

IEC 61892-4 off-shore (fino a 30kV)

Il software gestisce ulteriori tabelle, specifiche per alcuni paesi. L'elenco completo è disponibile nei Riferimenti normativi.

Esse oltre a riportare la corrente ammissibile  $I_z$  in funzione del tipo di isolamento del cavo, del tipo di posa e del numero di conduttori attivi, riportano anche la metodologia di valutazione dei coefficienti di declassamento.

La portata minima del cavo viene calcolata come:

$$I_{z \min} = \frac{I_n}{k}$$

dove il coefficiente  $k$  ha lo scopo di declassare il cavo e tiene conto dei seguenti fattori:

tipo di materiale conduttore;  
tipo di isolamento del cavo;  
numero di conduttori in prossimità compresi eventuali paralleli;  
eventuale declassamento deciso dall'utente.

La sezione viene scelta in modo che la sua portata (moltiplicata per il coefficiente  $k$ ) sia superiore alla  $I_{z \min}$ . Gli eventuali paralleli vengono calcolati nell'ipotesi che abbiano tutti la stessa sezione, lunghezza e tipo di posa (vedi norma 64.8 par. 433.3), considerando la portata minima come risultante della somma delle singole portate (declassate per il numero di paralleli dal coefficiente di declassamento per prossimità).

La condizione b) non necessita di verifica in quanto gli interruttori che rispondono alla norma CEI 23.3 hanno un rapporto tra corrente convenzionale di funzionamento  $I_f$  e corrente nominale  $I_n$  minore di 1.45 ed è costante per tutte le tarature inferiori a 125 A. Per le apparecchiature industriali, invece, le norme CEI 17.5 e IEC 947 stabiliscono che tale rapporto può variare in base alla corrente nominale, ma deve comunque rimanere minore o uguale a 1.45.

Risulta pertanto che, in base a tali normative, la condizione b) sarà sempre verificata.

Le condutture dimensionate con questo criterio sono, pertanto, protette contro le sovracorrenti.

## Integrale di Joule

Dalla sezione dei conduttori del cavo deriva il calcolo dell'integrale di Joule, ossia la massima energia specifica ammessa dagli stessi, tramite la:

$$I^2 t = K^2 S^2$$

La costante  $K$  viene data dalla norma CEI 64-8/4 (par. 434.3), per i conduttori di fase e neutro e, dal paragrafo 64-8/5 (par. 543.1), per i conduttori di protezione in funzione al materiale conduttore e al materiale isolante. Per i cavi ad isolamento minerale le norme attualmente sono allo studio, i paragrafi sopracitati riportano però nella parte commento dei valori prudenziali.

I valori di  $K$  riportati dalla norma sono per i conduttori di fase (par. 434.3):

Cavo in rame e isolato in PVC:	$K = 115$
Cavo in rame e isolato in gomma G:	$K = 135$
Cavo in rame e isolato in gomma etilenpropilenica G5-G7:	$K = 143$
Cavo in rame serie L rivestito in materiale termoplastico:	$K = 115$
Cavo in rame serie L nudo:	$K = 200$
Cavo in rame serie H rivestito in materiale termoplastico:	$K = 115$
Cavo in rame serie H nudo:	$K = 200$
Cavo in alluminio e isolato in PVC:	$K = 74$
Cavo in alluminio e isolato in G, G5-G7:	$K = 92$

I valori di  $K$  per i conduttori di protezione unipolari (par. 543.1) tab. 54B:



Cavo in rame e isolato in PVC:	K = 143
Cavo in rame e isolato in gomma G:	K = 166
Cavo in rame e isolato in gomma G5-G7:	K = 176
Cavo in rame serie L rivestito in materiale termoplastico:	K = 143
Cavo in rame serie L nudo:	K = 228
Cavo in rame serie H rivestito in materiale termoplastico:	K = 143
Cavo in rame serie H nudo:	K = 228
Cavo in alluminio e isolato in PVC:	K = 95
Cavo in alluminio e isolato in gomma G:	K = 110
Cavo in alluminio e isolato in gomma G5-G7:	K = 116

I valori di K per i conduttori di protezione in cavi multipolari (par. 543.1) tab. 54C:

Cavo in rame e isolato in PVC:	K = 115
Cavo in rame e isolato in gomma G:	K = 135
Cavo in rame e isolato in gomma G5-G7:	K = 143
Cavo in rame serie L rivestito in materiale termoplastico:	K = 115
Cavo in rame serie L nudo:	K = 228
Cavo in rame serie H rivestito in materiale termoplastico:	K = 115
Cavo in rame serie H nudo:	K = 228
Cavo in alluminio e isolato in PVC:	K = 76
Cavo in alluminio e isolato in gomma G:	K = 89
Cavo in alluminio e isolato in gomma G5-G7:	K = 94

## Dimensionamento dei conduttori di neutro

La norma CEI 64-8 par. 524.2 e par. 524.3, prevede che la sezione del conduttore di neutro, nel caso di circuiti polifasi, possa avere una sezione inferiore a quella dei conduttori di fase se sono soddisfatte le seguenti condizioni:

- il conduttore di fase abbia una sezione maggiore di  $16 \text{ mm}^2$ ;
- la massima corrente che può percorrere il conduttore di neutro non sia superiore alla portata dello stesso
- la sezione del conduttore di neutro sia almeno uguale a  $16 \text{ mm}^2$  se il conduttore è in rame e a  $25 \text{ mm}^2$  se il conduttore è in alluminio.

Nel caso in cui si abbiano circuiti monofasi o polifasi e questi ultimi con sezione del conduttore di fase minore di  $16 \text{ mm}^2$  se conduttore in rame e  $25 \text{ mm}^2$  se conduttore in alluminio, il conduttore di neutro deve avere la stessa sezione del conduttore di fase. In base alle esigenze progettuali, sono gestiti fino a tre metodi di dimensionamento del conduttore di neutro, mediante:

- determinazione in relazione alla sezione di fase;
- determinazione tramite rapporto tra le portate dei conduttori;
- determinazione in relazione alla portata del neutro.

Il primo criterio consiste nel determinare la sezione del conduttore in questione secondo i seguenti vincoli dati dalla norma:



$$\begin{array}{ll} S_f & 16\text{mm}^2: & S_n & S_f \\ 16 & S_f & 35\text{mm}^2: & S_n & 16\text{mm}^2 \\ S_f & 35\text{mm}^2: & S_n & S_f/2 \end{array}$$

Il secondo criterio consiste nell'impostare il rapporto tra le portate del conduttore di fase e il conduttore di neutro, e il software determinerà la sezione in base alla portata.

Il terzo criterio consiste nel dimensionare il conduttore tenendo conto della corrente di impiego circolante nel neutro come per un conduttore di fase.

Le sezioni dei neutri possono comunque assumere valori differenti rispetto ai metodi appena citati, comunque sempre calcolati a regola d'arte.

## Dimensionamento dei conduttori di protezione

Le norme CEI 64.8 par. 543.1 prevedono due metodi di dimensionamento dei conduttori di protezione:

determinazione in relazione alla sezione di fase;  
determinazione mediante calcolo.

Il primo criterio consiste nel determinare la sezione del conduttore di protezione seguendo vincoli analoghi a quelli introdotti per il conduttore di neutro:

$$\begin{array}{ll} S_f & 16\text{mm}^2: & S_{PE} & S_f \\ 16 & S_f & 35\text{mm}^2: & S_{PE} & 16\text{mm}^2 \\ S_f & 35\text{mm}^2: & S_{PE} & S_f/2 \end{array}$$

Il secondo criterio determina tale valore con l'integrale di Joule, ovvero la sezione del conduttore di protezione non deve essere inferiore al valore determinato con la seguente formula:

$$S_p = \frac{\sqrt{I^2 t}}{K}$$

dove:

- $S_p$  è la sezione del conduttore di protezione ( $\text{mm}^2$ );
- $I$  è il valore efficace della corrente di guasto che può percorrere il conduttore di protezione per un guasto di impedenza trascurabile (A);
- $t$  è il tempo di intervento del dispositivo di protezione (s);
- $K$  è un fattore il cui valore dipende dal materiale del conduttore di protezione, dell'isolamento e di altre parti.

Se il risultato della formula non è una sezione unificata, viene presa una unificata immediatamente superiore.

In entrambi i casi si deve tener conto, per quanto riguarda la sezione minima, del paragrafo 543.1.3. Esso afferma che la sezione di ogni conduttore di protezione che non faccia parte della conduttura di alimentazione non deve essere, in ogni caso, inferiore a:

2,5  $\text{mm}^2$  rame o 16  $\text{mm}^2$  alluminio se è prevista una protezione meccanica;  
4  $\text{mm}^2$  o 16  $\text{mm}^2$  alluminio se non è prevista una protezione meccanica;

E' possibile, altresì, determinare la sezione mediante il rapporto tra le portate del conduttore di fase e del conduttore di protezione.

Nei sistemi TT, la sezione dei conduttori di protezione può essere limitata a:

25 mm<sup>2</sup>, se in rame;

35 mm<sup>2</sup>, se in alluminio;

## Calcolo della temperatura dei cavi

La valutazione della temperatura dei cavi si esegue in base alla corrente di impiego e alla corrente nominale tramite le seguenti espressioni:

$$T_{cavo} I_b = T_{ambiente} + c_{cavo} \frac{I_b^2}{I_z^2}$$
$$T_{cavo} I_n = T_{ambiente} + c_{cavo} \frac{I_n^2}{I_z^2}$$

esprese in °C.

Esse derivano dalla considerazione che la sovratemperatura del cavo a regime è proporzionale alla potenza in esso dissipata.

Il coefficiente  $c_{cavo}$  è vincolato dal tipo di isolamento del cavo e dal tipo di tabella di posa che si sta usando.

## Cadute di tensione

Le cadute di tensione sono calcolate vettorialmente. Per ogni utenza si calcola la caduta di tensione vettoriale lungo ogni fase e lungo il conduttore di neutro (se distribuito). Tra le fasi si considera la caduta di tensione maggiore che viene riportata in percentuale rispetto alla tensione nominale:

$$c.d.t(ib) = \max_{i=1}^k \left| \sum_{f=R,S,T} Z_{fi} I_{fi} + Z_{ni} I_{ni} \right|$$

con  $f$  che rappresenta le tre fasi R, S, T;

con  $n$  che rappresenta il conduttore di neutro;

con  $i$  che rappresenta le  $k$  utenze coinvolte nel calcolo;

Il calcolo fornisce, quindi, il valore esatto della formula approssimata:

$$c.d.t I_b = k_{cdt} I_b \frac{L_c}{1000} R_{cavo} \cos \varphi + X_{cavo} \sin \varphi \frac{100}{V_n}$$

con:

$k_{cdt} = 2$  per sistemi monofase;

$k_{cdt} = 1.73$  per sistemi trifase.

I parametri  $R_{cavo}$  e  $X_{cavo}$  sono ricavati dalla tabella UNEL in funzione del tipo di cavo (unipolare/multipolare) ed alla sezione dei conduttori; di tali parametri il primo è riferito a 70° C per i cavi con isolamento PVC, a 90° C per i cavi con isolamento EPR; mentre il secondo è riferito a 50Hz, ferme restando le unità di misura in  $\Omega/\text{km}$ .

Se la frequenza di esercizio è differente dai 50 Hz si imposta

$$X_{cavo} = \frac{f}{50} X_{cavo}$$

La caduta di tensione da monte a valle (totale) di una utenza è determinata come somma delle cadute di tensione vettoriale, riferite ad un solo conduttore, dei rami a monte all'utenza in esame, da cui, viene successivamente determinata la caduta di tensione percentuale riferendola al sistema (trifase o monofase) e alla tensione nominale dell'utenza in esame.

Sono adeguatamente calcolate le cadute di tensione totali nel caso siano presenti trasformatori lungo la linea (per esempio trasformatori MT/BT o BT/BT). In tale circostanza, infatti, il calcolo della caduta di tensione totale tiene conto sia della caduta interna nei trasformatori, sia della presenza di spine di regolazione del rapporto spire dei trasformatori stessi.

Se al termine del calcolo delle cadute di tensione alcune utenze abbiano valori superiori a quelli definiti, si ricorre ad un procedimento di ottimizzazione per far rientrare la caduta di tensione entro limiti prestabiliti (limiti dati da CEI 64-8 par. 525). Le sezioni dei cavi vengono forzate a valori superiori cercando di seguire una crescita uniforme fino a portare tutte le cadute di tensione sotto i limiti.

## Fornitura della rete

La conoscenza della fornitura della rete è necessaria per l'inizializzazione della stessa al fine di eseguire il calcolo dei guasti.

Le tipologie di fornitura possono essere:

- in bassa tensione
- in media tensione
- in alta tensione
- ad impedenza nota
- in corrente continua

I parametri trovati in questa fase servono per inizializzare il calcolo dei guasti, ossia andranno sommati ai corrispondenti parametri di guasto della utenza a valle. Noti i parametri alle sequenze nel punto di fornitura, è possibile inizializzare la rete e calcolare le correnti di cortocircuito secondo le norme CEI EN 60909-0.

Tali correnti saranno utilizzate in fase di scelta delle protezioni per la verifica dei poteri di interruzione delle apparecchiature.

## Bassa tensione

Questa può essere utilizzata quando il circuito è alimentato dalla rete di distribuzione in bassa tensione, oppure quando il circuito da dimensionare è collegato in sottoquadro ad una rete preesistente di cui si conosca la corrente di cortocircuito sul punto di consegna.

I dati richiesti sono:

tensione concatenata di alimentazione espressa in V;

corrente di cortocircuito trifase della rete di fornitura espressa in kA (usualmente 10 kA).  
corrente di cortocircuito monofase della rete di fornitura espressa in kA (usualmente 6 kA).

Dai primi due valori si determina l'impedenza diretta corrispondente alla corrente di cortocircuito  $I_{cctrif}$ , in m :

$$Z_{cctrif} = \frac{V_2}{\sqrt{3} I_{cctrif}}$$

In base alla tabella fornita dalla norma CEI 17-5 che fornisce il  $\cos_{cc}$  di cortocircuito in relazione alla corrente di cortocircuito in kA, si ha:

50	$I_{cctrif}$		$\cos_{cc}$	0.2
20	$I_{cctrif}$	50	$\cos_{cc}$	0.25
10	$I_{cctrif}$	20	$\cos_{cc}$	0.3
6	$I_{cctrif}$	10	$\cos_{cc}$	0.5
4.5	$I_{cctrif}$	6	$\cos_{cc}$	0.7
3	$I_{cctrif}$	4.5	$\cos_{cc}$	0.8
1.5	$I_{cctrif}$	3	$\cos_{cc}$	0.9
$I_{cctrif}$	1.5		$\cos_{cc}$	0.95

da questi dati si ricava la resistenza alla sequenza diretta, in m :

$$R_d = Z_{cctrif} \cos_{cc}$$

ed infine la relativa reattanza alla sequenza diretta, in m :

$$X_d = \sqrt{Z_{cctrif}^2 - R_d^2}$$

Dalla conoscenza della corrente di guasto monofase  $I_{k1}$ , è possibile ricavare i valori dell'impedenza omopolare.

Invertendo la formula:

$$I_{k1} = \frac{\sqrt{3} V_2}{\sqrt{2 R_d^2 + R_0^2 + 2 X_d X_0}}$$

con le ipotesi  $\frac{R_0}{X_0} = \frac{Z_0}{X_0} \cos_{cc}$ , cioè l'angolo delle componenti omopolari uguale a quello delle componenti dirette, si ottiene:

$$R_0 = \frac{\sqrt{3} V}{I_{k1}} \cos_{cc} - 2 R_d$$

$$X_0 = R_0 \sqrt{\frac{1}{\cos^2 \phi_c}} - 1$$

## Fattori di correzione per generatori e trasformatori (EN 60909-0)

La norma EN 60909-0 fornisce una serie di fattori correttivi per il calcolo delle impedenze di alcune macchine presenti nella rete. Quelle utilizzate per il calcolo dei guasti riguardano i generatori e i trasformatori.

### Fattore di correzione per trasformatori (EN 60909-0 par. 6.3.3)

Per i trasformatori a due avvolgimenti, con o senza regolazione delle spire, quando si stanno calcolando le correnti massime di cortocircuito, si deve introdurre un fattore di correzione di impedenza  $K_T$  tale che:

$$Z_{TK} = K_T \cdot Z_T$$

$$K_T = 0.95 \cdot \frac{c_{max}}{1 + 0.6 \cdot x_T}$$

dove

$$x_T = \frac{X_T}{U_{rT}^2 / S_{rT}}$$

è la reattanza relativa del trasformatore e  $c_{max}$  è preso dalla tabella 1 ed è relativo alla tensione lato bassa del trasformatore.

Tale fattore deve essere applicato alla impedenza diretta, inversa ed omopolare.

### Fattore di correzione per generatori sincroni (EN 60909-0 par. 6.6.1)

Nel calcolo delle correnti massime di cortocircuito iniziali nei sistemi alimentati direttamente da generatori senza trasformatori intermedi, si deve introdurre un fattore di correzione  $K_G$  tale che:

$$Z_{GK} = K_G \cdot Z_G$$

con

$$K_G = \frac{V_n}{U_{rG}} \cdot \frac{c_{max}}{1 + x_d'' \cdot \sqrt{1 - \cos \phi_{rG}}}$$

dove

$$x_d'' = \frac{X_d''}{U_{rG}^2 / S_{rG}}$$

è la reattanza satura relativa subtransitoria del generatore.

Tale fattore deve essere applicato alla impedenza diretta, inversa ed omopolare.

Nella formula compaiono a numeratore e denominatore la tensione nominale di sistema e la tensione nominale del generatore ( $U_{rG}$ ).

**Fattore di correzione per gruppi di produzione con regolazione automatica della tensione del trasformatore (EN 60909-0 par. 6.7.1)**

Nel calcolo delle correnti massime di cortocircuito iniziali nei gruppi di produzione, si deve introdurre un fattore di correzione di impedenza  $K_S$  da applicare alla impedenza complessiva nel lato alta del trasformatore:

$$Z_{SK} = K_S \cdot (t_r^2 \cdot Z_G + Z_{THV})$$

con

$$K_S = \frac{V_n^2}{U_{rG}^2} \cdot \frac{U_{rTLV}^2}{U_{rTHV}^2} \cdot \frac{c_{max}}{1 + |x_d'' - x_T| \cdot \sqrt{1 - \cos \varphi_{rG}}}$$

Tale fattore deve essere applicato alla impedenza diretta, inversa ed omopolare.

**Fattore di correzione per gruppi di produzione senza regolazione automatica della tensione del trasformatore (EN 60909-0 par. 6.7.2)**

Nel calcolo delle correnti massime di cortocircuito iniziali nei gruppi di produzione, si deve introdurre un fattore di correzione di impedenza  $K_{SO}$  da applicare alla impedenza complessiva nel lato alta del trasformatore:

$$Z_{SOK} = K_{SO} \cdot (t_r^2 \cdot Z_G + Z_{THV})$$

con

$$K_{SO} = \frac{V_n}{U_{rG} \cdot (1 + p_G)} \cdot \frac{U_{rTLV}}{U_{rTHV}} \cdot (1 \pm p_T) \cdot \frac{c_{max}}{1 + x_d'' \cdot \sqrt{1 - \cos \varphi_{rG}}}$$

Dove:

$p_T$  è la variazione di tensione del trasformatore tramite la presa a spina scelta. Nel software viene impostato il fattore  $(1 - p_T)$ , con  $p_T = (|V_{o2} - V_{n2}|) / V_{n2}$ ;

$U_{Gmax} = U_{rG} \cdot (1 + p_G)$ , si considera  $p_G = 0$

Tale fattore deve essere applicato alla impedenza diretta, inversa ed omopolare.

## Calcolo dei guasti

Con il calcolo dei guasti vengono determinate le correnti di cortocircuito minime e massime immediatamente a valle della protezione dell'utenza (inizio linea) e a valle dell'utenza (fondo linea).

Le condizioni in cui vengono determinate sono:

- guasto trifase (simmetrico);
- guasto bifase (disimmetrico);
- guasto bifase-neutro (disimmetrico);
- guasto bifase-terra (disimmetrico);
- guasto fase terra (disimmetrico);
- guasto fase neutro (disimmetrico).

I parametri alle sequenze di ogni utenza vengono inizializzati da quelli corrispondenti della utenza a monte che, a loro volta, inizializzano i parametri della linea a valle.

**Calcolo delle correnti massime di cortocircuito**

Il calcolo delle correnti di cortocircuito massime viene condotto come descritto nella norma CEI EN 60909-0. Sono previste le seguenti condizioni generali:

guasti con contributo della fornitura e dei generatori in regime di guasto subtransitorio.  
Eventuale gestione della attenuazione della corrente per il guasto trifase 'vicino' alla sorgente.  
tensione di alimentazione nominale valutata con fattore di tensione  $C_{max}$ ,  
impedenza di guasto minima della rete, calcolata alla temperatura di 20°C.

La resistenza diretta, del conduttore di fase e di quello di protezione, viene riportata a 20 °C, partendo dalla resistenza data dalle tabelle UNEL 35023-2012 che può essere riferita a 70 o 90 °C a seconda dell'isolante, per cui esprimendola in m risulta:

$$R_{dc} = \frac{R_c}{1000} \cdot \frac{L_c}{1000} \cdot \left( \frac{1}{1 + (\alpha \cdot \Delta T)} \right)$$

dove  $T$  è 50 o 70 °C e  $\alpha = 0.004$  a 20 °C.

Nota poi dalle stesse tabelle la reattanza a 50 Hz, se  $f$  è la frequenza d'esercizio, risulta:

$$X_{dc} = \frac{X_c}{1000} \cdot \frac{L_c}{1000} \cdot \frac{f}{50}$$

possiamo sommare queste ai parametri diretti della utenza a monte ottenendo così la impedenza di guasto minima a fine utenza.

Per le utenze in condotto in sbarre, le componenti della sequenza diretta sono:

$$R_{db} = \frac{R_b}{1000} \cdot \frac{L_b}{1000}$$

La reattanza è invece:

$$X_{db} = \frac{X_b}{1000} \cdot \frac{L_b}{1000} \cdot \frac{f}{50}$$

Per le utenze con impedenza nota, le componenti della sequenza diretta sono i valori stessi di resistenza e reattanza dell'impedenza.

Per quanto riguarda i parametri alla sequenza omopolare, occorre distinguere tra conduttore di neutro e conduttore di protezione.

Per il conduttore di neutro si ottengono da quelli diretti tramite le:

$$\begin{aligned} R_{0cN} &= R_{dc} + 3 \cdot R_{dcN} \\ X_{0cN} &= 3 \cdot X_{dc} \end{aligned}$$

Per il conduttore di protezione, invece, si ottiene:

$$\begin{aligned} R_{0cPE} &= R_{dc} + 3 \cdot R_{dcPE} \\ X_{0cPE} &= 3 \cdot X_{dc} \end{aligned}$$

dove le resistenze  $R_{dcN}$  e  $R_{dcPE}$  vengono calcolate come la  $R_{dc}$ .

Per le utenze in condotto in sbarre, le componenti della sequenza omopolare sono distinte tra conduttore di neutro e conduttore di protezione.

Per il conduttore di neutro si ha:

$$\begin{aligned}R_{0bN} &= R_{db} + 3 \cdot R_{dbN} \\X_{0bN} &= 3 \cdot X_{db}\end{aligned}$$

Per il conduttore di protezione viene utilizzato il parametro di reattanza dell'anello di guasto fornito dai costruttori:

$$\begin{aligned}R_{0bPE} &= R_{db} + 3 \cdot R_{dbPE} \\X_{0bPE} &= X_{db} + 3 \cdot (X_{b-ring} - X_{db})\end{aligned}$$

I parametri di ogni utenza vengono sommati con i parametri, alla stessa sequenza, della utenza a monte, espressi in m :

$$\begin{aligned}R_d &= R_{dc} + R_{d-up} \\X_d &= X_{dc} + X_{d-up} \\R_{0N} &= R_{0cN} + R_{0N-up} \\X_{0N} &= X_{0cN} + X_{0N-up} \\R_{0PE} &= R_{0cPE} + R_{0PE-up} \\X_{0PE} &= X_{0cPE} + X_{0PE-up}\end{aligned}$$

Per le utenze in condotto in sbarre basta sostituire *sbarra a cavo*.  
Ai valori totali vengono sommate anche le impedenze della fornitura.

Noti questi parametri vengono calcolate le impedenze (in m ) di guasto trifase:

$$Z_{k \min} = \sqrt{R_d^2 + X_d^2}$$

Fase neutro (se il neutro è distribuito):

$$Z_{k1N \min} = \frac{1}{3} \cdot \sqrt{(2 \cdot R_d + R_{0N})^2 + (2 \cdot X_d + X_{0N})^2}$$

Fase terra:

$$Z_{k1PE \min} = \frac{1}{3} \sqrt{2 R_d^2 + R_{0PE}^2 + 2 X_d^2 + X_{0PE}^2}$$

Da queste si ricavano le correnti di cortocircuito trifase  $I_{kmax}$  , fase neutro  $I_{k1Nmax}$  , fase terra  $I_{k1PEmax}$  e bifase  $I_{k2max}$  espresse in kA:

$$\begin{aligned}I_{k \max} &= \frac{V_n}{\sqrt{3} \cdot Z_{k \min}} \\I_{k1N \max} &= \frac{V_n}{\sqrt{3} \cdot Z_{k1N \min}} \\I_{k1PE \max} &= \frac{V_n}{\sqrt{3} \cdot Z_{k1PE \min}}\end{aligned}$$



$$I_{k2\max} = \frac{V_n}{2 \cdot Z_{k\min}}$$

Infine dai valori delle correnti massime di guasto si ricavano i valori di cresta delle correnti:

$$I_p = \sqrt{2} \cdot I_{k\max}$$

$$I_{p1N} = k \cdot \sqrt{2} \cdot I_{k1N\max}$$

$$I_{p1PE} = \sqrt{2} \cdot I_{k1PE\max}$$

$$I_{p2} = \sqrt{2} \cdot I_{k2\max}$$

dove:

$$1.02 - 0.98 e^{-3 \frac{R_d}{X_d}}$$

Calcolo della corrente di cresta per guasto trifase secondo la norma IEC 61363-1: Electrical installations of ships. Se richiesto,  $I_p$  può essere calcolato applicando il metodo semplificato della norma riportato al paragrafo 6.2.5 Neglecting short-circuit current decay. Esso prevede l'utilizzo di un coefficiente  $k = 1.8$  che tiene conto della massima asimmetria della corrente dopo il primo semiperiodo di guasto.

#### Calcolo delle correnti minime di cortocircuito

Il calcolo delle correnti di cortocircuito minime viene condotto come descritto nella norma CEI EN 60909-0 par 7.1.2 per quanto riguarda:

guasti con contributo della fornitura e dei generatori. Il contributo dei generatori è in regime permanente per i guasti trifasi 'vicini', mentre per i guasti 'lontani' o asimmetrici si considera il contributo subtransitorio;

la tensione nominale viene moltiplicata per il fattore di tensione  $C_{min}$ , che può essere 0.95 se  $C_{max} = 1.05$ , oppure 0.90 se  $C_{max} = 1.10$  (Tab. 1 della norma CEI EN 60909-0); in media e alta tensione il fattore  $C_{min}$  è pari a 1;

Per la temperatura dei conduttori si può scegliere tra:

la guida UTE C 15-500, per cui vengono determinate le resistenze alla temperatura limite dell'isolante in servizio ordinario del cavo; con protezione di tipo fusibile la temperatura è la media con la temperatura di fine guasto. Vedere Tableau 1 della guida per maggiori dettagli.

la norma CEI EN 60909-0, che indica le temperature alla fine del guasto.

Le temperature sono riportate in relazione al tipo di isolamento del cavo, precisamente:

Isolante	Cenelec R064-003 [°C]	CEI EN 60909-0 [°C]
PVC	70	160
G	85	200

G5/G7/G10/EPR	90	250
HEPR	120	250
serie L rivestito	70	160
serie L nudo	105	160
serie H rivestito	70	160
serie H nudo	105	160

Da queste è possibile calcolare le resistenze alla sequenza diretta e omopolare alla temperatura relativa all'isolamento del cavo:

$$R_{d\max} = R_d \cdot (1 + \alpha \cdot \Delta T)$$

$$R_{0N\max} = R_{0N} \cdot (1 + \alpha \cdot \Delta T)$$

$$R_{0PE\max} = R_{0PE} \cdot (1 + \alpha \cdot \Delta T)$$

Queste, sommate alle resistenze a monte, danno le resistenze massime.

Valutate le impedenze mediante le stesse espressioni delle impedenze di guasto massime, si possono calcolare le correnti di cortocircuito trifase  $I_{k1min}$  e fase terra, espresse in kA:

$$I_{k\min} = \frac{0.95 \cdot V_n}{\sqrt{3} \cdot Z_{k\max}}$$

$$I_{k1N\min} = \frac{0.95 \cdot V_n}{\sqrt{3} \cdot Z_{k1N\max}}$$

$$I_{k1PE\min} = \frac{0.95 \cdot V_n}{\sqrt{3} \cdot Z_{k1PE\max}}$$

$$I_{k2\min} = \frac{0.95 \cdot V_n}{2 \cdot Z_{k\max}}$$

## Calcolo guasti bifase-neutro e bifase-terra

Riportiamo le formule utilizzate per il calcolo dei guasti. Chiamiamo con  $Z_d$  la impedenza diretta della rete, con  $Z_i$  l'impedenza inversa, e con  $Z_0$  l'impedenza omopolare.

Nelle formule riportate in seguito,  $Z_0$  corrisponde all'impedenza omopolare fase-neutro o fase-terra.

$$I_{k2} = j V_n \frac{Z_0 Z_i}{Z_d Z_i Z_d Z_0 Z_i Z_0}$$

e la corrente di picco:

$$I_{p2} = k \sqrt{2} I_{k2\max}$$

## Scelta delle protezioni

La scelta delle protezioni viene effettuata verificando le caratteristiche elettriche nominali delle condutture ed i valori di guasto; in particolare le grandezze che vengono verificate sono:

- corrente nominale, secondo cui si è dimensionata la conduttura;
- numero poli;
- tipo di protezione;

tensione di impiego, pari alla tensione nominale della utenza;  
potere di interruzione, il cui valore dovrà essere superiore alla massima corrente di guasto a monte dell'utenza  $I_{km\ max}$ ;  
temperatura della corrente di sovracorrente, il cui valore deve provocare l'interruzione automatica del dispositivo di protezione, entro il tempo definito nella Tabella 41A in funzione della tensione nominale  $U_0$  o entro i 5s per garantire la protezione contro i contatti indiretti.

## Verifica della protezione a cortocircuito delle condutture

Secondo la norma 64-8 par.434.3 "Caratteristiche dei dispositivi di protezione contro i cortocircuiti.", le caratteristiche delle apparecchiature di protezione contro i cortocircuiti devono soddisfare a due condizioni:

il potere di interruzione non deve essere inferiore alla corrente di cortocircuito presunta nel punto di installazione (a meno di protezioni adeguate a monte);  
la caratteristica di intervento deve essere tale da impedire che la temperatura del cavo non oltrepassi, in condizioni di guasto in un punto qualsiasi, la massima consentita.

La prima condizione viene considerata in fase di scelta delle protezioni. La seconda invece può essere tradotta nella relazione:

$$I^2 \cdot t \leq K^2 S^2$$

ossia in caso di guasto l'energia specifica sopportabile dal cavo deve essere maggiore o uguale a quella lasciata passare dalla protezione.

La norma CEI al par. 533.3 "Scelta dei dispositivi di protezione contro i cortocircuiti" prevede pertanto un confronto tra le correnti di guasto minima (a fondo linea) e massima (inizio linea) con i punti di intersezione tra le curve. Le condizioni sono pertanto:

- a) Le intersezioni sono due:  
 $I_{ccmin} \leq I_{inters\ min}$  (quest'ultima riportata nella norma come  $I_a$ );  
 $I_{ccmax} \leq I_{inters\ max}$  (quest'ultima riportata nella norma come  $I_b$ ).
- b) L'intersezione è unica o la protezione è costituita da un fusibile:  
 $I_{ccmin} \leq I_{inters\ min}$ .
- c) L'intersezione è unica e la protezione comprende un magnetotermico:  
 $I_{cc\ max} \leq I_{inters\ max}$ .

Sono pertanto verificate le relazioni in corrispondenza del guasto, calcolato, minimo e massimo. Nel caso in cui le correnti di guasto escano dai limiti di esistenza della curva della protezione il controllo non viene eseguito.

### Note:

La rappresentazione della curva del cavo è una iperbole con asintoti  $K^2 S^2$  e  $I_a / Z$  dello stesso.

La verifica della protezione a cortocircuito eseguita dal software consiste in una verifica qualitativa, in quanto le curve vengono inserite riprendendo i dati dai grafici di catalogo e non direttamente da dati di prova; la precisione con cui vengono rappresentate è relativa.

## Verifica di selettività

E' verificata la selettività tra protezioni mediante la sovrapposizione delle curve di intervento. I dati forniti dalla sovrapposizione, oltre al grafico sono:

Corrente I<sub>a</sub> di intervento in corrispondenza ai massimi tempi di interruzione previsti dalla CEI 64-8: pertanto viene sempre data la corrente ai 5s (valido per le utenze di distribuzione o terminali fisse) e la corrente ad un tempo determinato tramite la tabella 41A della CEI 64.8 par 413.1.3. Fornendo una fascia di intervento delimitata da una caratteristica limite superiore e una caratteristica limite inferiore, il tempo di intervento viene dato in corrispondenza alla caratteristica limite inferiore. Tali dati sono forniti per la protezione a monte e per quella a valle;

Tempo di intervento in corrispondenza della minima corrente di guasto alla fine dell'utenza a valle: minimo per la protezione a monte (determinato sulla caratteristica limite inferiore) e massimo per la protezione a valle (determinato sulla caratteristica limite superiore);

Rapporto tra le correnti di intervento magnetico: delle protezioni;

Corrente al limite di selettività: ossia il valore della corrente in corrispondenza all'intersezione tra la caratteristica limite superiore della protezione a valle e la caratteristica limite inferiore della protezione a monte (CEI 23.3 par 2.5.14).

Selettività: viene indicato se la caratteristica della protezione a monte si colloca sopra alla caratteristica della protezione a valle (totale) o solo parzialmente (parziale a sovraccarico se l'intersezione tra le curve si ha nel tratto termico).

Selettività cronometrica: con essa viene indicata la differenza tra i tempi di intervento delle protezioni in corrispondenza delle correnti di cortocircuito in cui è verificata.

Nelle valutazioni si deve tenere conto delle tolleranze sulle caratteristiche date dai costruttori.

Quando possibile, alla selettività grafica viene affiancata la selettività tabellare tramite i valori forniti dalle case costruttrici. I valori forniti corrispondono ai limiti di selettività in A relativi ad una coppia di protezioni poste una a monte dell'altra. La corrente di guasto minima a valle deve risultare inferiore a tale parametro per garantire la selettività.

## Protezione contro i contatti indiretti

Secondo la norma 64-8 par. 413, un dispositivo di protezione deve interrompere automaticamente l'alimentazione per proteggere contro i contatti indiretti i circuiti e i componenti elettrici, in modo che, in caso di guasto, non possa persistere una tensione di contatto pericolosa per una persona.

E' definita la tensione di contatto limite convenzionale a 50 V in c.a. e 120 V in c.c. non ondulata, oltre la quale esiste pericolo. Tuttavia, in alcune circostanze, è possibile superare tale valore purché la protezione intervenga entro 5 secondi o tempi definiti dalla norma, a seconda del sistema elettrico adottato.

### Sistemi TN

Tutte le masse dell'impianto devono essere collegate al punto di messa a terra del sistema di alimentazione con conduttori di protezione che devono essere messi a terra in corrispondenza o in prossimità di ogni trasformatore o generatore di alimentazione.

La norma richiede che deve essere soddisfatta la condizione:

$$Z_s \cdot I_a \leq U_0$$

dove:

$U_0$  è la tensione nominale verso terra;

$Z_s$  è l'impedenza dell'anello di guasto che comprende la sorgente, ed in Ampère corrisponde alla variabile  $Zk1(ft)_{max}$ ;

$I_a$  è la corrente che provoca l'interruzione automatica del dispositivo di protezione, entro il tempo definito nella Tab. 41A della norma.

Il software verifica che:

$$I_a \leq I_{a.c.i.} = \frac{U_0}{Z_s}$$

Dove  $I_{a.c.i.}$  è una variabile di Ampère (Corrente contatti indiretti  $I_a$ ) utilizzata per il confronto con i valori di sgancio delle protezioni.

$I_{a.c.i.}$  normalmente è pari alla corrente di guasto a terra  $I_{k1(ft)_{min}}$  calcolata dal software.

Esso calcola anche la corrente:

$$I_{50V} = \frac{50}{Z_E}$$

dove  $Z_E$  è l'impedenza che collega la massa del dispositivo al punto di messa a terra del sistema.

$I_{a.c.i.}$  assume il valore di  $I_{50V}$  se quest'ultima è maggiore della  $I_{k1(ft)_{min}}$ , in pratica si accettano correnti di sgancio superiori fino al valore che porta le masse alla tensione limite convenzionale, quindi:

$$I_{a.c.i.} = \max\left(\frac{50}{Z_E}, \frac{U_0}{Z_s}\right)$$

Se richiesto dal progetto, è possibile imporre a ciascuna utenza il valore di  $I_{a.c.i.}$  a  $I_{50V}$  o  $I_{25V}$  e assicurare di non superare mai le tensioni di contatto limite.

Per i sistemi TN-C, il software verifica la continuità del PEN e che non vi siano protezioni o sezionatori inseriti nel conduttore.

### Sistemi TT

Tutte le masse protette contro i contatti indiretti dallo stesso dispositivo di protezione devono essere collegate allo stesso impianto di terra.

Il punto neutro di ogni trasformatore o di ogni generatore deve essere collegato a terra, in modo da permettere l'interruzione dell'alimentazione al primo guasto franco su una massa collegata al dispersore di resistenza di terra  $R_E$ .

I dispositivi di protezione devono essere a corrente differenziale e deve essere soddisfatta la condizione:

$$R_E \cdot I_{dn} \leq U_L$$

dove:

$R_E$  è la resistenza del dispersore dell'impianto di terra, al quale il software aggiunge anche l'impedenza dei cavi di protezione che collegano la massa protetta, calcolando la variabile  $Z_E$ ;

$I_{dn}$  è la corrente nominale differenziale;

$U_L$  è la tensione limite convenzionale (normalmente 50 V).

Il software verifica che:

$$I_{dn} \leq I_{a.c.i.} = \frac{U_L}{Z_E}$$

Per completezza, quando il software possiede tutti gli elementi per calcolare la corrente di circolazione di un guasto a terra, ossia la  $I_{k1}(ft) \min$ , allora  $I_{a.c.i.}$  è scelta tra la maggiore delle due correnti, similmente al sistema TN:

$$I_{a.c.i.} = \max\left(\frac{U_L}{Z_E}, \frac{U_0}{Z_s}\right)$$

Ovviamente, per la normativa italiana, il dispositivo di protezione deve essere solo a corrente differenziale.

### Sistemi IT

Nei sistemi IT le parti attive devono essere isolate da terra oppure essere collegate a terra attraverso un'impedenza di valore sufficientemente elevato.

Le masse devono essere messe a terra, e nel caso di un singolo guasto a terra, deve essere soddisfatta la seguente condizione:

$$R_E \cdot I_d \leq U_L$$

dove:

$R_E$  è la resistenza del dispersore, al quale il software aggiunge anche l'impedenza dei cavi di protezione che collegano la massa protetta, calcolando la variabile  $Z_E$ ;

$I_d$  è la corrente del primo guasto a terra, che per il software sarà pari alla corrente di guasto a terra  $I_{k1}(ft) \min$  nelle condizioni complessive di rete definite nel progetto.

Il software verifica che:

$$V_T = Z_E \cdot I_d \leq U_L$$

dove  $V_T$  è la tensione della massa a guasto, una variabile di Ampère che per i sistemi IT è associata al primo guasto a terra.

La norma richiede l'interruzione automatica dell'alimentazione per un secondo guasto su di un conduttore attivo differente, ovviamente appartenente alla stessa area elettrica a valle della fornitura o di un trasformatore.

Viene indicata la formula che deve essere rispettata, che in generale è la seguente:

$$2 \cdot Z_s \cdot I_a \leq U_0$$

dove:

$U_0$  è la tensione nominale verso terra;

$Z_s$  è l'impedenza dell'anello di guasto che comprende la sorgente;

$I_a$  è la corrente che provoca l'interruzione automatica del dispositivo di protezione, entro il tempo definito nella Tab. 41A della norma.

Il coefficiente 2 indica che il secondo guasto può manifestarsi in un circuito differente, ed in più la

norma suggerisce di considerare il caso più severo, comprendendo anche i guasti sul neutro.

Il software Ampère assolve a queste indicazioni potendo scegliere tra il metodo proposto dalla norma, oppure risolvendo il seguente algoritmo:

$$I_{a \text{ c.i.}} = \min_{s2} \frac{U_0}{(Z_{s1} + Z_{s2})}$$

dove:

$Z_{s1}$  è l'impedenza dell'anello di guasto della utenza in considerazione;

$Z_{s2}$  è l'impedenza dell'anello di guasto di una seconda utenza;

$I_{a \text{ c.i.}}$  è la minima corrente di guasto, calcolata permutando tutte le utenze  $s2$  appartenenti alla stessa area elettrica di  $s1$ .

Il valore  $\max(Z_{s1} + Z_{s2})$  è memorizzato nella variabile  $ZIT \text{ max}$  di Ampère.

$I_{a \text{ c.i.}}$  normalmente è pari alla corrente di guasto a terra  $I_k(IT) \text{ min}$  calcolata dal software.

Esso calcola anche la corrente:

$$I_{50V} = \frac{50}{Z_E}$$

dove  $Z_E$  è l'impedenza che collega la massa del dispositivo al punto di messa a terra del sistema.

$I_{a \text{ c.i.}}$  assume il valore di  $I_{50V}$  se quest'ultima è maggiore della  $I_k(IT) \text{ min}$ , in pratica si accettano correnti di sgancio superiori fino al valore che portano le masse alla tensione limite convenzionale, quindi:

$$I_{a \text{ c.i.}} = \max\left(\frac{50}{Z_E}, \frac{U_0}{ZIT \text{ max}}\right)$$

**Nota.** Il software permette di applicare il punto 413.1.1.1 della CEI 64-8, e quindi validare a contatti indiretti una utenza che presenta, in caso di guasto, un valore di tensione inferiore alla tensione limite convenzionale. In pratica, a differenza di quanto spiegato finora, le tarature delle protezioni possono essere superiori anche alla corrente  $I_{50V}$ .

## Riferimenti normativi

### Norme di riferimento per la Bassa tensione:

CEI 0-21: Regola tecnica di riferimento per la connessione di Utenti attivi e passivi alle reti BT delle imprese distributrici di energia elettrica.

CEI 11-20 IVa Ed. 2000-08: Impianti di produzione di energia elettrica e gruppi di continuità collegati a reti I e II categoria.

CEI EN 60909-0 IIIa Ed. (IEC 60909-0:2016-12): Correnti di cortocircuito nei sistemi trifasi in corrente alternata. Parte 0: Calcolo delle correnti.

IEC 60909-4 First ed. 2000-7: Correnti di cortocircuito nei sistemi trifasi in corrente alternata. Parte 4: Esempi per il calcolo delle correnti di cortocircuito.

CEI 11-28 1993 Ia Ed. (IEC 781): Guida d'applicazione per il calcolo delle correnti di cortocircuito nelle reti radiali e bassa tensione.

CEI IEC 61660-1 Ia Ed. 1997-06: Short-circuit currents in d.c. auxiliary installations in power plants and substations. Part 1: Calculation of short-circuit currents.

CEI EN 60947-2 (CEI 17-5) Ed. 2018-04: Apparecchiature a bassa tensione. Parte 2:

Interruttori automatici.

CEI 20-91 2010: Cavi elettrici con isolamento e guaina elastomerici senza alogeni non propaganti la fiamma con tensione nominale non superiore a 1000 V in corrente alternata e 1500 V in corrente continua per applicazioni in impianti fotovoltaici.

CEI EN 60898-1 (CEI 23-3/1 1a Ed.) 2004: Interruttori automatici per la protezione dalle sovracorrenti per impianti domestici e similari.

CEI EN 60898-2 (CEI 23-3/2) 2007: Interruttori automatici per la protezione dalle sovracorrenti per impianti domestici e similari Parte 2: Interruttori per funzionamento in corrente alternata e in corrente continua.

CEI 64-8 Ed. 2021: Impianti elettrici utilizzatori a tensione nominale non superiore a 1000V in corrente alternata e a 1500V in corrente continua.

IEC 364-5-523: Wiring system. Current-carrying capacities.

IEC 60364-5-52 IIIa Ed. 2009: Electrical Installations of Buildings - Part 5-52: Selection and Erection of Electrical Equipment - Wiring Systems.

CEI UNEL 35016 2016: Classe di Reazione al fuoco dei cavi in relazione al Regolamento EU "Prodotti da Costruzione" (305/2011).

CEI UNEL 35023 2020: Cavi di energia per tensione nominale U uguale ad 1 kV - Cadute di tensione.

CEI UNEL 35024/1 2020: Cavi elettrici isolati con materiale elastomerico o termoplastico per tensioni nominali non superiori a 1000 V in corrente alternata e a 1500 V in corrente continua. Portate di corrente in regime permanente per posa in aria.

CEI UNEL 35024/2 1997: Cavi elettrici ad isolamento minerale per tensioni nominali non superiori a 1000 V in corrente alternata e a 1500 V in corrente continua. Portate di corrente in regime permanente per posa in aria.

CEI UNEL 35026 2000: Cavi elettrici con materiale elastomerico o termoplastico per tensioni nominali di 1000 V in corrente alternata e 1500 V in corrente continua. Portate di corrente in regime permanente per posa interrata.

CEI UNEL 01433 1973: Portate di corrente per barre piatte lucide di rame elettrolitico a spigoli vivi in aria.

CEI EN 61439 2012: Apparecchiature assiemate di protezione e di manovra per bassa tensione (quadri BT).

CEI 17-43 IIa Ed. 2000: Metodo per la determinazione delle sovratemperature, mediante estrapolazione, per apparecchiature assiemate di protezione e di manovra per bassa tensione (quadri BT) non di serie (ANS).

CEI 23-51 2016: Prescrizioni per la realizzazione, le verifiche e le prove dei quadri di distribuzione per installazioni fisse per uso domestico e similare.

NF C 15-100 Calcolo di impianti elettrici in bassa tensione e relative tabelle di portata e declassamento dei cavi secondo norme francesi.

FD C 15-500 Janvier 2020: Installations électriques à basse tension – Détermination des sections des conducteurs et choix des dispositifs de protection à l'aide de logiciels de calcul.

UNE 20460 Calcolo di impianti elettrici in bassa tensione e relative tabelle di portata e declassamento (UNE 20460-5-523) dei cavi secondo regolamento spagnolo.

British Standard BS 7671: 2008: Requirements for Electrical Installations;

ABNT NBR 5410, Segunda edição 2004: Instalações elétricas de baixa tensão;

ABNT NBR 16612, Segunda edição 2020: Cabos de potência para sistemas fotovoltaicos, não halogenados, isolados, com cobertura Requisitos de desempenho;

## Norme di riferimento per la Media tensione

CEI 0-16: Regola tecnica di riferimento per la connessione di Utenti attivi e passivi alle reti AT



ed MT delle imprese distributrici di energia elettrica.

CEI 99-2 (CEI EN 61936-1) 2011: Impianti con tensione superiore a 1 kV in c.a.

CEI 11-17 IIIa Ed. 2006: Impianti di produzione, trasmissione e distribuzione di energia elettrica. Linee in cavo.

CEI-UNEL 35027 IIa Ed. 2009: Cavi di energia per tensione nominale U da 1 kV a 30 kV.

CEI 99-4 2014: Guida per l'esecuzione di cabine elettriche MT/BT del cliente/utente finale.

CEI 17-1 VIIa Ed. (CEI EN 62271-100) 2013: Apparecchiatura ad alta tensione Parte 100: Interruttori a corrente alternata.

CEI 17-130 (CEI EN 62271-103) 2012: Apparecchiatura ad alta tensione Parte 103: Interruttori di manovra e interruttori di manovra sezionatori per tensioni nominali superiori a 1 kV fino a 52 kV compreso.

IEC 60502-2 2014: Power cables with extruded insulation and their accessories for rated voltages from 1 kV up to 30 kV – Part 2.

IEC 61892-4 IIa Ed. 2019-04: Mobile and fixed offshore units – Electrical installations. Part 4: Cables.

IEEE Std 1584-2018: IEEE Guide for Performing Arc-Flash Hazard Calculations.



## Stato utenze

Commessa:

Descrizione:

Cliente:

Responsabile:

Data: 04/12/2023

Alimentazioni:

Tipo di quadro:

Grado di protezione:

Materiali usati:

Riferimenti:

Operatore:

Note:

**Utenza**  
**+QPLIC-GEN**

Protezione | Linea

**Coord. Ib < Ins < Iz [A]**

	Ib	<=	Ins	<=	Iz
Fase	12,83		32		38,4
Neutro	0		32		38,4

1) Utenza +QPLIC-GEN: Ins = 32 [A] (sgancio protezione termica)

**Verifica contatti indiretti**

Ia c.i. [A]	Verificato
Tempo di interruzione [s]	8,948
VT a Ia c.i. [V]	1
	50

Sistema distribuzione: TT; Impedenza di fornitura non nota.

(Nota: l'analisi termina alla prima protezione utile trovata)

La protezione dell'utenza +QPLIC-GEN

interviene tramite sgancio differenziale; I prot. = 0,3 &lt;= Ia c.i. = 8,948

**Potere di interruzione [kA]**

A transitorio inizio linea	Verificato
PdI >= Ikm max	/_Ikm max [°]
10	10
	60

**Sg. mag. < Imagmax [A]**

Sg. mag.	<	Verificato
320		Imagmax
		2437,534

**Cavo**

Designazione	FG17 450/750 V Cca-s1b,d1,a1
Formazione	4x(1x6)+1G6
Lunghezza linea [m]	5
Temperatura cavo a Ib [°C]	30 <= 37 <= 90
Temperatura cavo a In [°C]	30 <= 72 <= 90

**K²S²>I²t [A²s]**

	Verificato
K²S² conduttore fase	7,362*10 <sup>5</sup>
K²S² neutro	7,362*10 <sup>5</sup>
K²S² PE	1,115*10 <sup>6</sup>

**Caduta di tensione [%]**

Tensione nominale [V]	400	
Cdt (Ib)	CdtT (Ib)	Cdt max
0,089	0,089	4
Cdt (In)	CdtT (In)	
0,251	0,251	

**Correnti di guasto [kA]**

A regime fondo linea, Picco a inizio linea

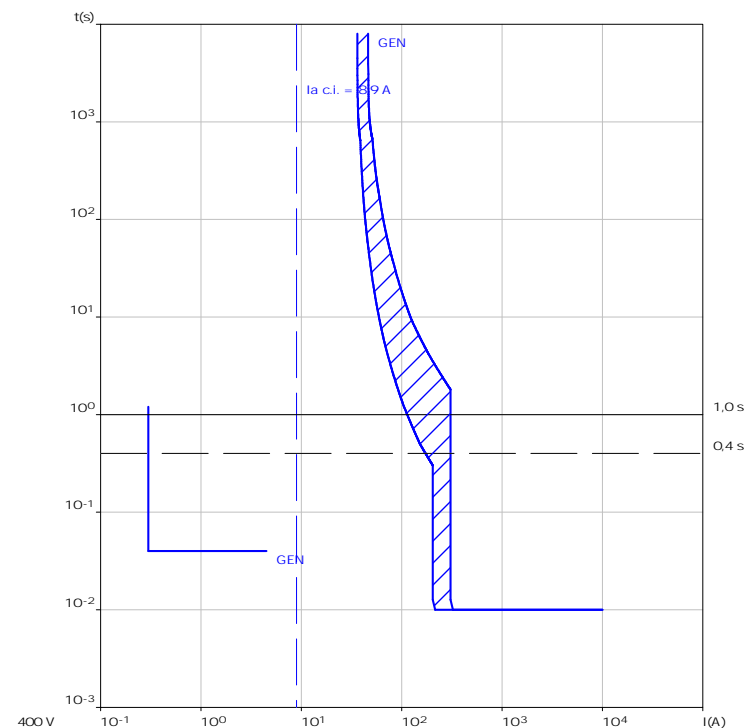
	Max	Min	Picco
Trifase	6,648	4,552	5,951
Bifase	5,757	3,942	5,478
Bifase-N	5,986	3,974	5,57
Fase-N	3,698	2,438	4,556

A transitorio fondo linea

Ikv max	/_Ikv max [°]
6,648	36,31

**Protezione**

SCHNEIDER ELECTRIC - IC60H-C - 32A - 32 A



<b>Utenza</b>		
<b>+QPLIC-QIC</b>		<b>Carico Generico</b>

<b>Coord. Ib &lt; Ins &lt; Iz [A]</b>						
	Ib	<=	Ins	<=	Iz	1) Utenza +QPLIC-GEN: Ins = 32 [A] (sgancio protezione termica)
Fase	4,811		32			
Neutro	0		32			

<b>Verifica contatti indiretti</b>			
	Verificato		Utenza in quadro (definita protetta ai contatti indiretti).
Ia c.i. [A]	8,948		
Tempo di interruzione [s]	0,4		
VT a Ia c.i. [V]	50		

<b>Caduta di tensione [%]</b>			<b>Correnti di guasto [kA]</b>			
Tensione nominale [V]	400		A regime fondo linea, Picco a inizio linea			
Cdt (Ib)	CdtT (Ib)	Cdt max	Max	Min	Picco	
0	0,089	4	Trifase	6,648	4,552	4,139
Cdt (In)	CdtT (In)		Bifase	5,757	3,942	4,358
0	0,251		Bifase-N	5,986	3,974	4,451
			Fase-N	3,698	2,438	3,391
			A transitorio fondo linea			
			Ikv max	/_Ikv max [°]		
			6,648	36,31		

## Utenza +QPLIC-QPM

Quadro Pompe Meteoriche

### Coord. Ib < Ins < Iz [A]

	Ib	<=	Ins	<=	Iz
Fase	8,019		32		41
Neutro	0		32		41

1) Utenza +QPLIC-QPM: Ins = 32 [A] (sgancio protezione termica)

### Verifica contatti indiretti

Ia c.i. [A]	Verificato
Tempo di interruzione [s]	7,959
VT a Ia c.i. [V]	0,4
	50

Sistema distribuzione: TT; Impedenza di fornitura non nota.

(Nota: l'analisi termina alla prima protezione utile trovata)

La protezione dell'utenza +QPLIC-QPM

interviene tramite sgancio differenziale; I prot. = 0,3 <= Ia c.i. = 7,959

### Potere di interruzione [kA]

A transitorio inizio linea	Verificato
PdI >= Ikm max	/_Ikm max [°]
10	6,648
	36,31

### Sg. mag. < Imagmax [A]

Sg. mag. <	Verificato ( $K^2S^2 > I^2t$ )
320	Imagmax
	148,909

### Cavo

Designazione	FG16OM16 0.6/1 kV Cca-s1b,d1,a1
Formazione	5G6
Lunghezza linea [m]	110
Temperatura cavo a Ib [°C]	20 <= 23 <= 90
Temperatura cavo a In [°C]	20 <= 63 <= 90

### $K^2S^2 > I^2t$ [A²s]

	Verificato
$K^2S^2$ conduttore fase	$7,362 \cdot 10^5$
$K^2S^2$ neutro	$7,362 \cdot 10^5$
$K^2S^2$ PE	$7,362 \cdot 10^5$

### Caduta di tensione [%]

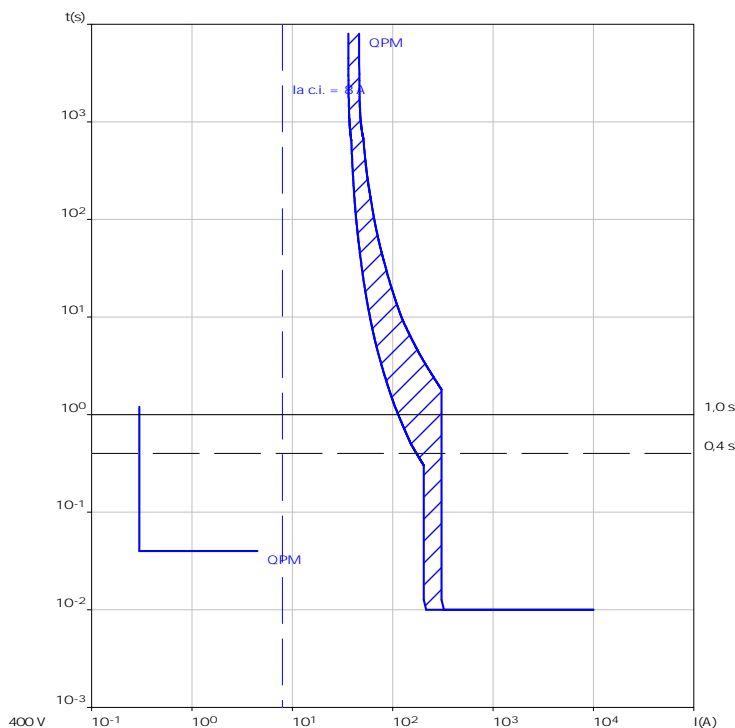
Tensione nominale [V]	400	
Cdt (Ib)	CdtT (Ib)	Cdt max
1,158	1,247	4
Cdt (In)	CdtT (In)	
5.366	5.617	

### Correnti di guasto [kA]

A regime fondo linea, Picco a inizio linea			
	Max	Min	Picco
Trifase	0,591	0,297	4,139
Bifase	0,512	0,257	4,358
Bifase-N	0,523	0,261	4,451
Fase-N	0,297	0,149	3,391
A transitorio fondo linea			
	Ikv max	/_IkV max [°]	
	0,591	4,357	

### Protezione

SCHNEIDER ELECTRIC - IC60H-C - 32A - 32 A



Utenza  
+QPLPDC-Gen

Generale

Coord.  $I_b < I_{ns} < I_z$  [A]

	$I_b$	$I_{ns}$	$I_z$
Fase	0	160	188,3
Neutro	0	160	122,5

1) Utenza +QPLPDC-Gen:  $I_{ns} = 160$  [A] (sgancio protezione termica)

## Verifica contatti indiretti

la c.i. [A]	Verificato 8,964
Tempo di interruzione [s]	1
VT a la c.i. [V]	50

Sistema distribuzione: TT; Impedenza di fornitura non nota.  
(Nota: l'analisi termina alla prima protezione utile trovata)  
La protezione dell'utenza +QPLPDC-Gen  
interviene tramite sgancio differenziale;  $I_{prot.} = 1 \leq la\ c.i. = 8,964$

## Potere di interruzione [kA]

A transitorio inizio linea	Verificato
PdI $\geq$ Ikm max	$I_{km\ max}$ [°]
36	10 60

Sg. mag.  $< I_{magmax}$  [A]

Sg. mag. $< I_{magmax}$	Verificato
1250	3347,405

## Cavo

Designazione	FG16M16 0.6/1 kV Cca-s1b,d1,a1
Formazione	3x(1x95)+1x50+1G50
Lunghezza linea [m]	30
Temperatura cavo a $I_b$ [°C]	30 $\leq$ 30 $\leq$ 90
Temperatura cavo a $I_n$ [°C]	30 $\leq$ 73 $\leq$ 90

 $K^2S^2 > I^2t$  [A²s]

$K^2S^2$ conduttore fase	Verificato $1,846 \cdot 10^8$
$K^2S^2$ neutro	$5,112 \cdot 10^7$
$K^2S^2$ PE	$7,744 \cdot 10^7$

## Caduta di tensione [%]

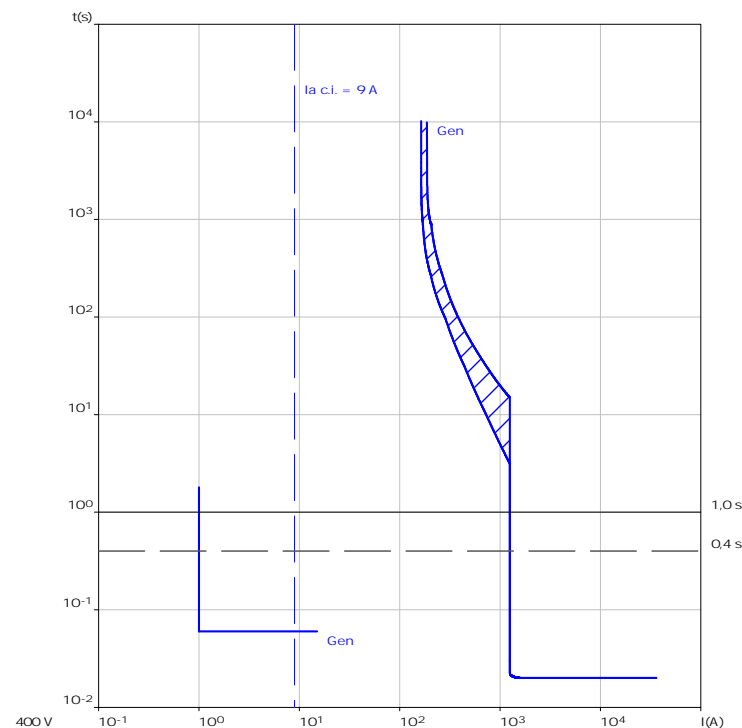
Tensione nominale [V]		400
Cdt (Ib)	CdtT (Ib)	Cdt max
0	0	4
Cdt (In)	CdtT (In)	
0.536	0.536	

## Correnti di guasto [kA]

A regime fondo linea, Picco a inizio linea			
	Max	Min	Picco
Trifase	8,08	6,714	16,877
Bifase	6,997	5,814	14,616
Bifase-N	7,377	5,699	15,057
Fase-N	4,395	3,347	10,126
A transitorio fondo linea			
	$I_{kv\ max}$	$I_{kv\ max}$ [°]	
	8,08	51,89	

## Protezione

SCHNEIDER ELECTRIC - Compact NSA160N TM160D - 160 A



## Utenza +QPLPDC-QPC

### Generale Quadro

#### Coord. Ib < Ins < Iz [A]

	Ib	<=	Ins	<=	Iz	
Fase	0		160			1) Utenza +QPLPDC-Gen: Ins = 160 [A] (sgancio protezione termica)
Neutro	0		160			

#### Verifica contatti indiretti

Ia c.i. [A]	Verificato	Utenza in quadro (definita protetta ai contatti indiretti).
Tempo di interruzione [s]	8,964	
VT a Ia c.i. [V]	1	
	50	

#### Icw [kA]

Icw: corrente ammissibile di breve durata	
Icw	Tcw
5,5	1

#### Caduta di tensione [%]

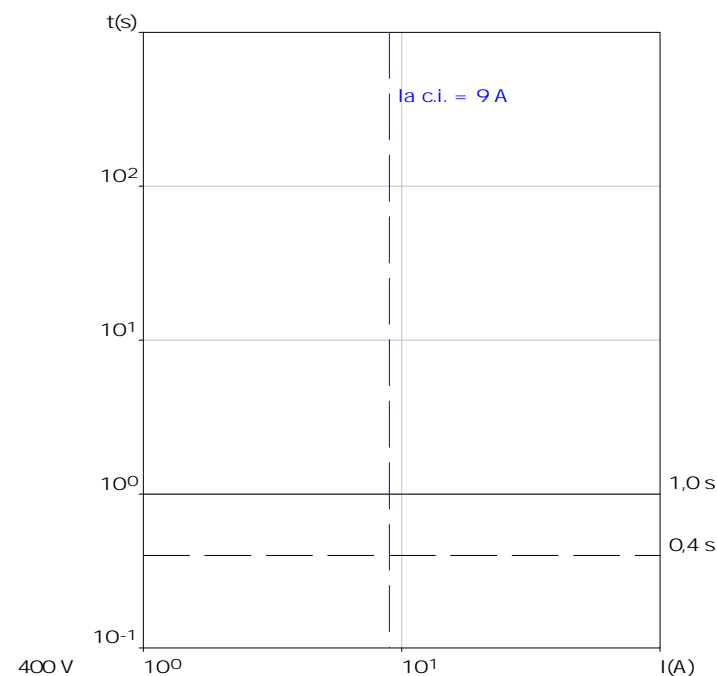
Tensione nominale [V]	400	
Cdt (Ib)	CdT (Ib)	Cdt max
0	0	4
Cdt (In)	CdT (In)	
0	0,536	

#### Correnti di guasto [kA]

A regime fondo linea, Picco a inizio linea			
	Max	Min	Picco
Trifase	8,08	6,714	12,719
Bifase	6,997	5,814	11,015
Bifase-N	7,377	5,699	11,614
Fase-N	4,395	3,347	6,919
A transitorio fondo linea			
	Ikv max	/_IkV max [°]	
	8,08	51,89	

#### Protezione

SCHNEIDER ELECTRIC - Compact INS160 - 160 A



**Utenza**  
**+QPLPDC-PDC**

Pompa di calore

**Coord. Ib < Ins < Iz [A]**

	Ib	<=	Ins	<=	Iz
Fase	56,131		100		118,3
Neutro	0		100		118,3

1) Utenza +QPLPDC-PDC: Ins = 100 [A] (sgancio protezione termica)

**Verifica contatti indiretti**

Ia c.i. [A]	Verificato
Tempo di interruzione [s]	8,904
VT a Ia c.i. [V]	1
	50

Sistema distribuzione: TT; Impedenza di fornitura non nota.

(Nota: l'analisi termina alla prima protezione utile trovata)

La protezione dell'utenza +QPLPDC-PDC

interviene tramite sgancio differenziale; I prot. = 0,3 &lt;= Ia c.i. = 8,904

**Potere di interruzione [kA]**

A transitorio inizio linea	Verificato
PdI >= Ikm max	/_Ikm max [°]
10	8,08
	51,89

**Sg. mag.-Imagmax [A]**

Sg. mag.	<	Verificato
		Imagmax
1000		1622,426

**Cavo**

Designazione	FG16M16 0.6/1 kV Cca-s1b,d1,a1
Formazione	4x(1x35)+1G35
Lunghezza linea [m]	35
Temperatura cavo a Ib [°C]	30 <= 44 <= 90
Temperatura cavo a In [°C]	30 <= 73 <= 90

**K²S²>I²t [A²s]**

	Verificato
K²S² conduttore fase	2,505*10 <sup>7</sup>
K²S² neutro	2,505*10 <sup>7</sup>
K²S² PE	3,795*10 <sup>7</sup>

**Caduta di tensione [%]**

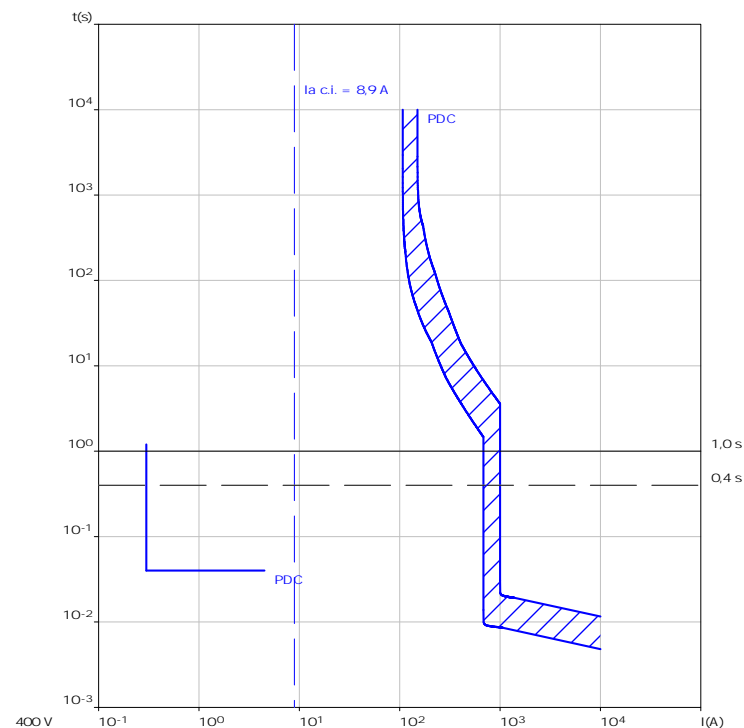
Tensione nominale [V]		400
Cdt (Ib)	CdtT (Ib)	Cdt max
0,498	0,498	4
Cdt (In)	CdtT (In)	
0,976	1,512	

**Correnti di guasto [kA]**

A regime fondo linea, Picco a inizio linea			
	Max	Min	Picco
Trifase	5,127	3,317	6,794
Bifase	4,44	2,873	6,259
Bifase-N	4,636	2,869	6,451
Fase-N	2,659	1,622	5,035
A transitorio fondo linea			
	Ikv max	/_IkV max [°]	
	5,127	34,645	

**Protezione**

SCHNEIDER ELECTRIC - C120N-C - 100 A





**Utenza**  
**+QPLPDC-PDC**

Pompa di calore

**Coord. Ib < Ins < Iz [A]**

	Ib	<=	Ins	<=	Iz
Fase	43,301		100		118,3
Neutro	0		100		118,3

1) Utenza +QPLPDC-PDC: Ins = 100 [A] (sgancio protezione termica)

**Verifica contatti indiretti**

Ia c.i. [A]	Verificato
Tempo di interruzione [s]	8,904
VT a Ia c.i. [V]	1
	50

Sistema distribuzione: TT; Impedenza di fornitura non nota.

(Nota: l'analisi termina alla prima protezione utile trovata)

La protezione dell'utenza +QPLPDC-PDC

interviene tramite sgancio differenziale; I prot. = 0,3 &lt;= Ia c.i. = 8,904

**Potere di interruzione [kA]**

A transitorio inizio linea	Verificato
PdI >= Ikm max	/_Ikm max [°]
10	8,08
	51,89

**Sg. mag.-Imagmax [A]**

	Verificato
Sg. mag. <	Imagmax
1000	1622,426

**Cavo**

Designazione	FG16M16 0.6/1 kV Cca-s1b,d1,a1
Formazione	4x(1x35)+1G35
Lunghezza linea [m]	35
Temperatura cavo a Ib [°C]	30 <= 38 <= 90
Temperatura cavo a In [°C]	30 <= 73 <= 90

**K²S²>I²t [A²s]**

	Verificato
K²S² conduttore fase	2,505*10 <sup>7</sup>
K²S² neutro	2,505*10 <sup>7</sup>
K²S² PE	3,795*10 <sup>7</sup>

**Caduta di tensione [%]**

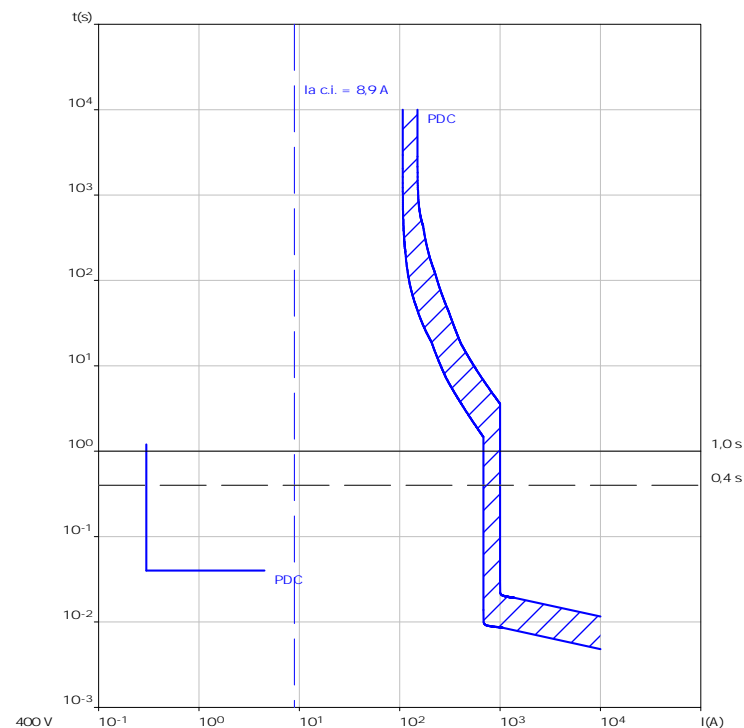
Tensione nominale [V]		400
Cdt (Ib)	CdtT (Ib)	Cdt max
0,377	0,377	4
Cdt (In)	CdtT (In)	
0,976	1,512	

**Correnti di guasto [kA]**

A regime fondo linea, Picco a inizio linea			
	Max	Min	Picco
Trifase	5,127	3,317	6,794
Bifase	4,44	2,873	6,259
Bifase-N	4,636	2,869	6,451
Fase-N	2,659	1,622	5,035
A transitorio fondo linea			
	Ikv max	/_Ikv max [°]	
	5,127	34,645	

**Protezione**

SCHNEIDER ELECTRIC - C120N-C - 100 A



**Utenza**  
**+QPLPDC-PDC**

Pompa di calore

**Coord. Ib < Ins < Iz [A]**

	Ib	<=	Ins	<=	Iz
Fase	43,301		100		118,3
Neutro	0		100		118,3

1) Utenza +QPLPDC-PDC: Ins = 100 [A] (sgancio protezione termica)

**Verifica contatti indiretti**

Ia c.i. [A]	Verificato
Tempo di interruzione [s]	8,904
VT a Ia c.i. [V]	1
	50

Sistema distribuzione: TT; Impedenza di fornitura non nota.

(Nota: l'analisi termina alla prima protezione utile trovata)

La protezione dell'utenza +QPLPDC-PDC

interviene tramite sgancio differenziale; I prot. = 0,3 &lt;= Ia c.i. = 8,904

**Potere di interruzione [kA]**

A transitorio inizio linea	Verificato
PdI >= Ikm max	/_Ikm max [°]
10	8,08
	51,89

**Sg. mag. < Iimagmax [A]**

Sg. mag. <	Verificato
Iimagmax	
1000	1622,426

**Cavo**

Designazione	FG16M16 0.6/1 kV Cca-s1b,d1,a1
Formazione	4x(1x35)+1G35
Lunghezza linea [m]	35
Temperatura cavo a Ib [°C]	30 <= 38 <= 90
Temperatura cavo a In [°C]	30 <= 73 <= 90

**K²S² > I²t [A²s]**

	Verificato
K²S² conduttore fase	2,505*10 <sup>7</sup>
K²S² neutro	2,505*10 <sup>7</sup>
K²S² PE	3,795*10 <sup>7</sup>

**Caduta di tensione [%]**

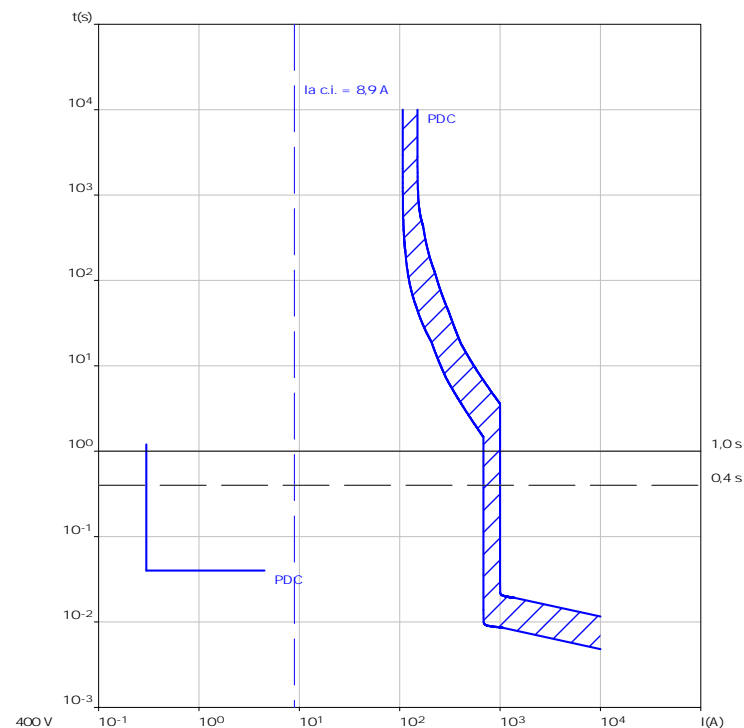
Tensione nominale [V]		400
Cdt (Ib)	CdtT (Ib)	Cdt max
0,377	0,377	4
Cdt (In)	CdtT (In)	
0,976	1,512	

**Correnti di guasto [kA]**

A regime fondo linea, Picco a inizio linea			
	Max	Min	Picco
Trifase	5,127	3,317	6,794
Bifase	4,44	2,873	6,259
Bifase-N	4,636	2,869	6,451
Fase-N	2,659	1,622	5,035
A transitorio fondo linea			
	Ikv max	/_Ikv max [°]	
	5,127	34,645	

**Protezione**

SCHNEIDER ELECTRIC - C120N-C - 100 A



**Utenza**  
**+QPLPDC-QSEZ**

Fotovoltaico

**Coord. Ib < Ins < Iz [A]**

	Ib	<=	Ins	<=	Iz
Fase	129,904		160		194,6
Neutro	0		160		125,3

1) Utenza +QPLPDC-QSEZ: Ins = 160 [A] (sgancio protezione termica)

**Verifica contatti indiretti**

Ia c.i. [A]	Verificato
Tempo di interruzione [s]	8,923
VT a Ia c.i. [V]	1
	50

Sistema distribuzione: TT; Impedenza di fornitura non nota.

(Nota: l'analisi termina alla prima protezione utile trovata)

La protezione dell'utenza +QPLPDC-QSEZ

interviene tramite sgancio differenziale; I prot. = 0,3 <= Ia c.i. = 8,923

**Potere di interruzione [kA]**

A transitorio inizio linea	Verificato
PdI >= Ikm max	/_Ikm max [°]
36	8,08
	51,89

**Sg. mag.-Imagmax [A]**

Sg. mag.	<	Verificato
		Imagmax
1250		2151,533

**Cavo**

Designazione	FG16OM16 0.6/1 kV Cca-s1b,d1,a1
Formazione	3x95+1x50+1G50
Lunghezza linea [m]	35
Temperatura cavo a Ib [°C]	30 <= 57 <= 90
Temperatura cavo a In [°C]	30 <= 71 <= 90

**K²S²>I²t [A²s]**

	Verificato
K²S² conduttore fase	1,846*10 <sup>8</sup>
K²S² neutro	5,112*10 <sup>7</sup>
K²S² PE	5,112*10 <sup>7</sup>

**Caduta di tensione [%]**

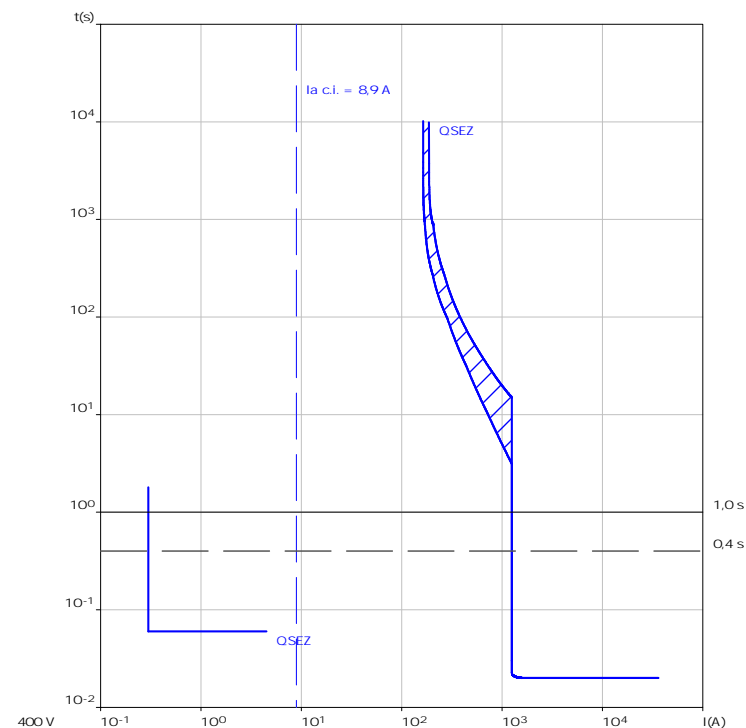
Tensione nominale [V]	400	
Cdt (Ib)	CdtT (Ib)	Cdt max
0,472	0,472	4
Cdt (In)	CdtT (In)	
0,606	1,142	

**Correnti di guasto [kA]**

A regime fondo linea, Picco a inizio linea			
	Max	Min	Picco
Trifase	6,577	4,886	12,719
Bifase	5,696	4,232	11,015
Bifase-N	6,019	4,139	11,614
Fase-N	3,263	2,152	6,919
A transitorio fondo linea			
	Ikv max	/_Ikv max [°]	
	6,577	45,179	

**Protezione**

SCHNEIDER ELECTRIC - Compact NSA160N TM160D - 160 A



Utenza  
+QPLA-Gen

Generale | Protezione Linea

Coord.  $I_b < I_{ns} < I_z$  [A]

	$I_b$	$\leq$	$I_{ns}$	$\leq$	$I_z$
Fase	28,86		32		75
Neutro	28,86		32		75

1) Utenza +QPLA-Gen:  $I_{ns} = 32$  [A] (sgancio protezione termica)

## Verifica contatti indiretti

La c.i. [A]	Verificato
Tempo di interruzione [s]	8,825
VT a la c.i. [V]	1
	50

Sistema distribuzione: TT; Impedenza di fornitura non nota.

(Nota: l'analisi termina alla prima protezione utile trovata)

La protezione dell'utenza +QPLA-Gen

interviene tramite sgancio differenziale;  $I_{prot.} = 0,3 \leq I_{a.c.i.} = 8,825$ 

## Potere di interruzione [kA]

A transitorio inizio linea	Verificato
PdI $\geq$ lkm max	/_lkm max [°]
6	5,992
	60

Sg. mag. <  $I_{magmax}$  [A]

Sg. mag.	<	Verificato
		$I_{magmax}$
320		904,042

## Cavo

Designazione	FG17 450/750 V Cca-s1b,d1,a1
Formazione	2x(1x10)+1G10
Lunghezza linea [m]	30
Temperatura cavo a $I_b$ [°C]	30 $\leq$ 39 $\leq$ 90
Temperatura cavo a $I_n$ [°C]	30 $\leq$ 41 $\leq$ 90

 $K^2S^2 > I^2t$  [A²s]

	Verificato
$K^2S^2$ conduttore fase	$2,045 \cdot 10^6$
$K^2S^2$ neutro	$2,045 \cdot 10^6$
$K^2S^2$ PE	$3,098 \cdot 10^6$

## Caduta di tensione [%]

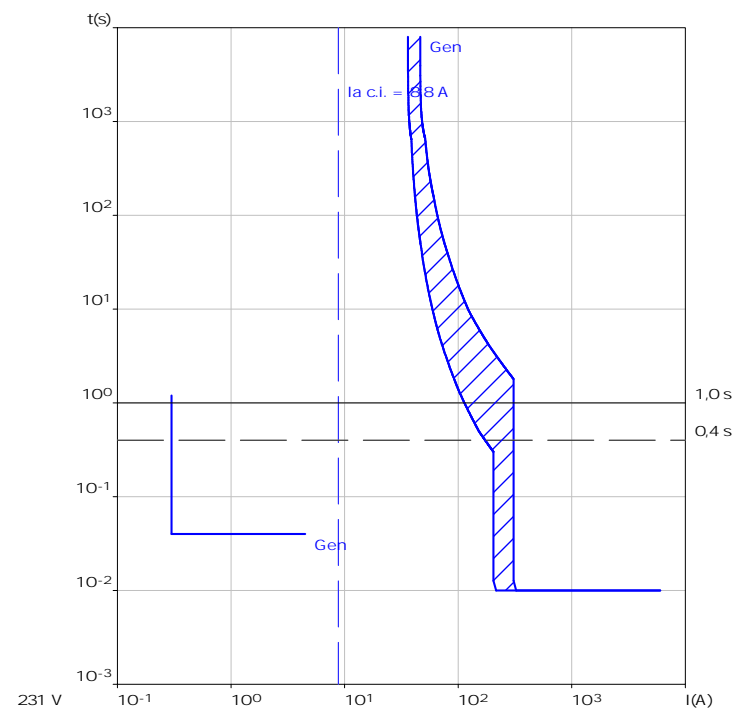
Tensione nominale [V]		231
Cdt (Ib)	CdtT (Ib)	Cdt max
1,419	1,419	4
Cdt (In)	CdtT (In)	
1,584	1,584	

## Correnti di guasto [kA]

A regime fondo linea, Picco a inizio linea			
	Max	Min	Picco
Fase-N	1,66	0,904	4,145
A transitorio fondo linea			
	lkv max	/_lkv max [°]	
	1,66	16,125	

## Protezione

SCHNEIDER ELECTRIC - IC60N-C - 32A - 32 A



## Utenza

+QPLA-QA

Generale Quadro

### Coord. Ib < Ins < Iz [A]

	Ib	<=	Ins	<=	Iz	
Fase	28,86		32			1) Utenza +QPLA-Gen: Ins = 32 [A] (sgancio protezione termica)
Neutro	28,86		32			

### Verifica contatti indiretti

	Verificato	Utenza in quadro (definita protetta ai contatti indiretti).
Ia c.i. [A]	8,825	
Tempo di interruzione [s]	0,4	
VT a Ia c.i. [V]	50	

### Potere di interruzione - Icw [kA]

A transitorio inizio linea	Non applicabile
----------------------------	-----------------

### Caduta di tensione [%]

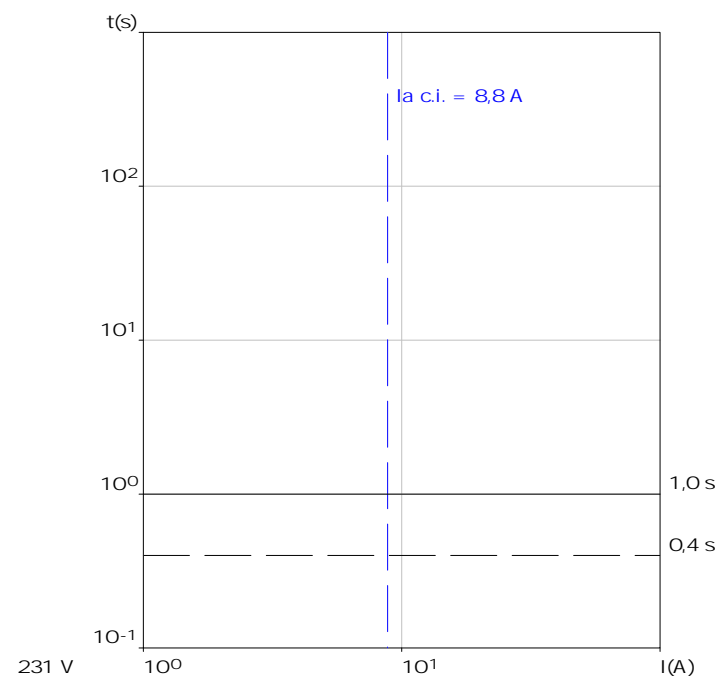
Tensione nominale [V]		231
Cdt (Ib)	CdtT (Ib)	Cdt max
0	1,419	4
Cdt (In)	CdtT (In)	
0	1,584	

### Correnti di guasto [kA]

	A regime fondo linea, Picco a inizio linea		
	Max	Min	Picco
Fase-N	1,66	0,904	1,717
	A transitorio fondo linea		
	Ikv max	/_Ikv max [°]	
	1,66	16,125	

### Protezione

SCHNEIDER ELECTRIC - ISW 32A - 32 A



**Utenza**  
**+QPLCT-Gen**

Generale | Protezione Linea

**Coord. Ib < Ins < Iz [A]**

	Ib	<=	Ins	<=	Iz
Fase	32,075		63		100,8
Neutro	0		63		81,9

1) Utenza +QPLCT-Gen: Ins = 63 [A] (sgancio protezione termica)

**Verifica contatti indiretti**

Ia c.i. [A]	Verificato
Tempo di interruzione [s]	8,928
VT a Ia c.i. [V]	1
	50

Sistema distribuzione: TT; Impedenza di fornitura non nota.

(Nota: l'analisi termina alla prima protezione utile trovata)

La protezione dell'utenza +QPLCT-Gen

interviene tramite sgancio differenziale; I prot. = 1 &lt;= Ia c.i. = 8,928

**Potere di interruzione [kA]**

A transitorio inizio linea	Verificato
PdI >= Ikm max	/_Ikm max [°]
10	10
	60

**Sg. mag. < Imagmax [A]**

Sg. mag. <	Verificato
	Imagmax
630	2116,735

**Cavo**

Designazione	FG16M16 0.6/1 kV Cca-s1b,d1,a1
Formazione	3x(1x35)+1x25+1G25
Lunghezza linea [m]	30
Temperatura cavo a Ib [°C]	30 <= 36 <= 90
Temperatura cavo a In [°C]	30 <= 53 <= 90

**K²S²>I²t [A²s]**

	Verificato
K²S² conduttore fase	2,505*10 <sup>7</sup>
K²S² neutro	1,278*10 <sup>7</sup>
K²S² PE	1,936*10 <sup>7</sup>

**Caduta di tensione [%]**

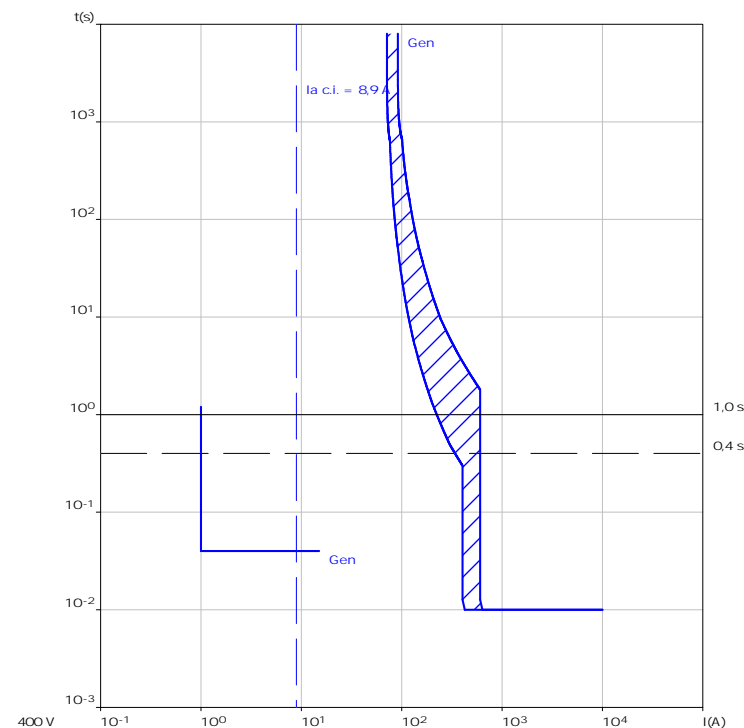
Tensione nominale [V]	400	
Cdt (Ib)	CdtT (Ib)	Cdt max
0,238	0,238	4
Cdt (In)	CdtT (In)	
0,495	0,495	

**Correnti di guasto [kA]**

A regime fondo linea, Picco a inizio linea			
	Max	Min	Picco
Trifase	6,384	4,436	5,058
Bifase	5,529	3,841	5,478
Bifase-N	5,794	3,811	5,57
Fase-N	3,293	2,117	4,56
A transitorio fondo linea			
	Ikv max	/_Ikv max [°]	
	6,384	38,808	

**Protezione**

SCHNEIDER ELECTRIC - IC60H-C - 63A - 63 A



## Utenza +QPLCT-QCT

### Generale Quadro

#### Coord. $I_b < I_{ns} < I_z$ [A]

	$I_b$	$\leq$	$I_{ns}$	$\leq$	$I_z$	
Fase	32,075		63			1) Utenza +QPLCT-Gen: $I_{ns} = 63$ [A] (sgancio protezione termica)
Neutro	0		63			

#### Verifica contatti indiretti

	Verificato	Utenza in quadro (definita protetta ai contatti indiretti).
$I_{a.c.i.}$ [A]	8,928	
Tempo di interruzione [s]	1	
VT a $I_{a.c.i.}$ [V]	50	

#### $I_{cw}$ [kA]

$I_{cw}$ : corrente ammissibile di breve durata

$I_{cw}$	$T_{cw}$	Verificato
1,5	1	

#### Caduta di tensione [%]

Tensione nominale [V]	400	
Cdt (Ib)	CdtT (Ib)	Cdt max
0	0,238	4
Cdt (In)	CdtT (In)	
0	0,495	

#### Correnti di guasto [kA]

A regime fondo linea, Picco a inizio linea

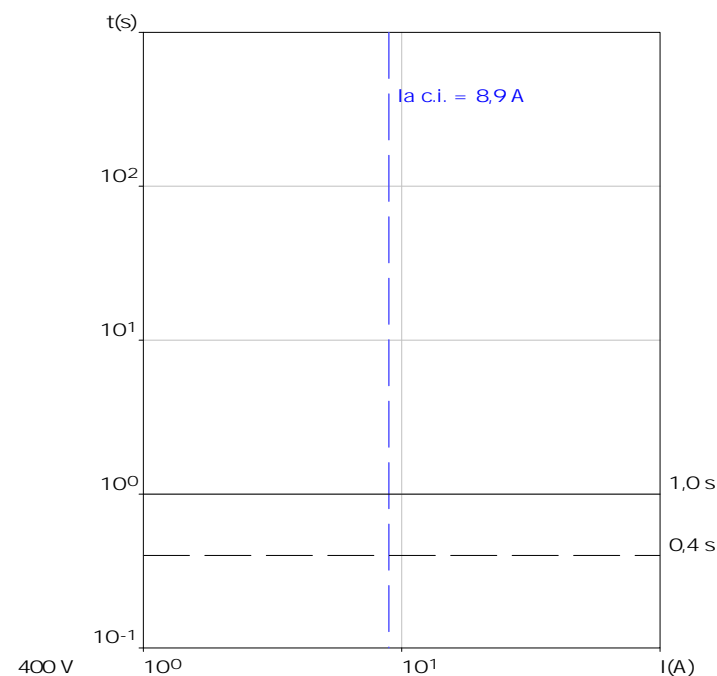
	Max	Min	Picco
Trifase	6,384	4,436	4,085
Bifase	5,529	3,841	4,294
Bifase-N	5,794	3,81	4,403
Fase-N	3,293	2,117	3,099

A transitorio fondo linea

$I_{kv}$ max	$\angle I_{kv}$ max [°]
6,384	38,808

#### Protezione

SCHNEIDER ELECTRIC - ISW 63A - 63 A



**Utenza**  
**+QPLBIBLIO-Gen**

Generale | Protezione Linea

**Coord. Ib < Ins < Iz [A]**

	Ib	<=	Ins	<=	Iz
Fase	32,075		40		67,2
Neutro	0		40		67,2

1) Utenza +QPLBIBLIO-Gen: Ins = 40 [A] (sgancio protezione termica)

**Verifica contatti indiretti**

Ia c.i. [A]	Verificato
Tempo di interruzione [s]	8,944
VT a Ia c.i. [V]	1
	50

Sistema distribuzione: TT; Impedenza di fornitura non nota.

(Nota: l'analisi termina alla prima protezione utile trovata)

La protezione dell'utenza +QPLBIBLIO-Gen

interviene tramite sgancio differenziale; I prot. = 0,3 &lt;= Ia c.i. = 8,944

**Potere di interruzione [kA]**

A transitorio inizio linea	Verificato
PdI >= Ikm max	/_Ikm max [°]
10	10
	60

**Sg. mag. < Imagmax [A]**

Sg. mag.	<	Verificato
400		Imagmax
		2285,25

**Cavo**

Designazione	FG16OM16 0.6/1 kV Cca-s1b,d1,a1
Formazione	5G16
Lunghezza linea [m]	15
Temperatura cavo a Ib [°C]	30 <= 44 <= 90
Temperatura cavo a In [°C]	30 <= 51 <= 90

**K²S² > I²t [A²s]**

	Verificato
K²S² conduttore fase	5,235*10 <sup>6</sup>
K²S² neutro	5,235*10 <sup>6</sup>
K²S² PE	5,235*10 <sup>6</sup>

**Caduta di tensione [%]**

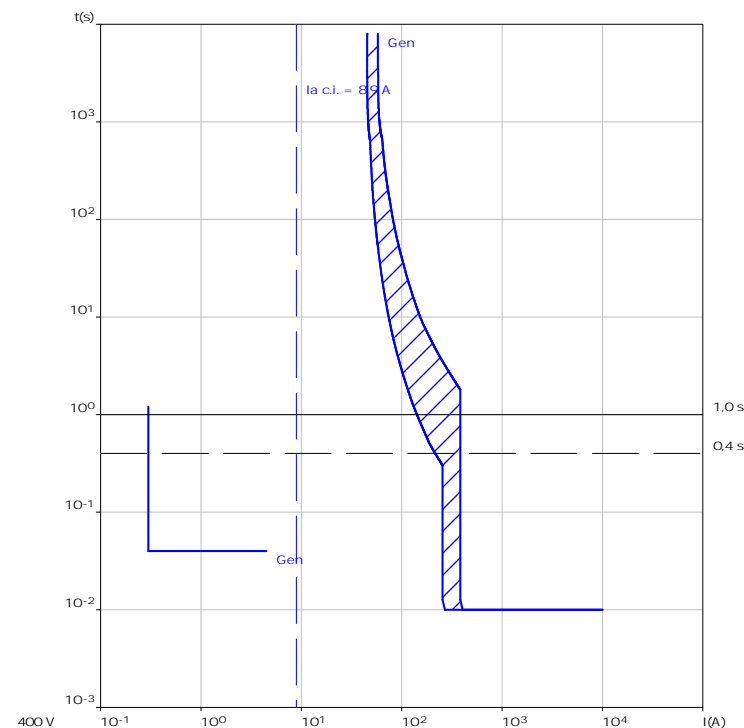
Tensione nominale [V]		400
Cdt (Ib)	CdtT (Ib)	Cdt max
0,254	0,254	4
Cdt (In)	CdtT (In)	
0,325	0,325	

**Correnti di guasto [kA]**

A regime fondo linea, Picco a inizio linea			
	Max	Min	Picco
Trifase	6,351	4,283	5,058
Bifase	5,501	3,71	5,478
Bifase-N	5,72	3,739	5,57
Fase-N	3,521	2,285	4,56
A transitorio fondo linea			
	Ikv max	/_Ikv max [°]	
	6,351	35,52	

**Protezione**

SCHNEIDER ELECTRIC - IC60H-C - 40A - 40A





## Utenza

### +QPLBIBLIO-QBIBLIO

### Generale Quadro

### Coord. Ib < Ins < Iz [A]

	Ib	<=	Ins	<=	Iz	
Fase	32,075		40			1) Utenza +QPLBIBLIO-Gen: Ins = 40 [A] (sgancio protezione termica)
Neutro	0		40			

### Verifica contatti indiretti

	Verificato	Utenza in quadro (definita protetta ai contatti indiretti).
Ia c.i. [A]	8,944	
Tempo di interruzione [s]	1	
VT a Ia c.i. [V]	50	

### Icw [kA]

Icw: corrente ammissibile di breve durata	
Icw	Tcw
1,5	1

### Caduta di tensione [%]

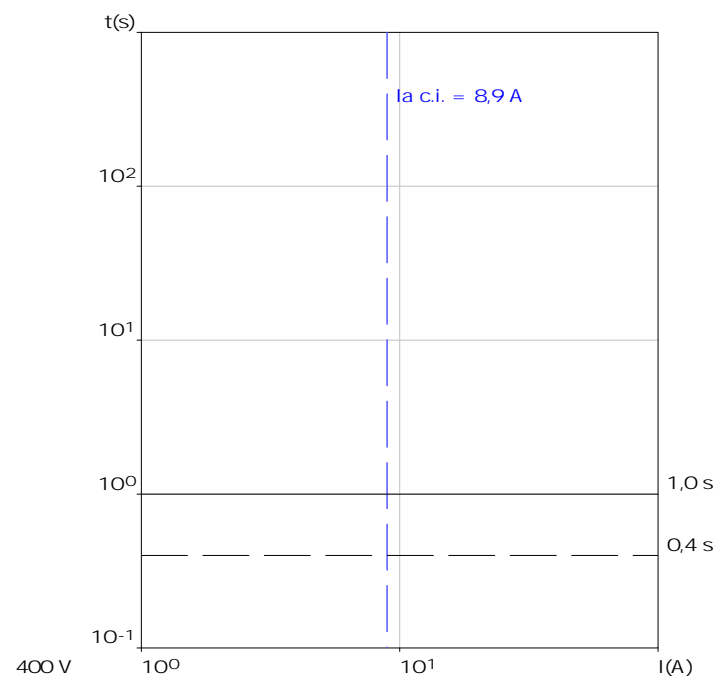
Tensione nominale [V]	400	
Cdt (Ib)	CdtT (Ib)	Cdt max
0	0,254	4
Cdt (In)	CdtT (In)	
0	0,325	

### Correnti di guasto [kA]

	A regime fondo linea, Picco a inizio linea		
	Max	Min	Picco
Trifase	6,351	4,283	4,04
Bifase	5,501	3,71	4,247
Bifase-N	5,72	3,739	4,335
Fase-N	3,521	2,285	3,264
	A transitorio fondo linea		
	Ikv max	/_Ikv max [°]	
	6,351	35,52	

### Protezione

SCHNEIDER ELECTRIC - ISW 63A - 63 A



Utenza  
+QPLSTU-Gen

Generale | Protezione Linea

## Coord. Ib &lt; Ins &lt; Iz [A]

	Ib	<=	Ins	<=	Iz
Fase	80,188		100		118,3
Neutro	0		100		94,5

1) Utenza +QPLSTU-Gen: Ins = 100 [A] (sgancio protezione termica)

## Verifica contatti indiretti

la c.i. [A]	Verificato
Tempo di interruzione [s]	8,963
VT a la c.i. [V]	1
	50

Sistema distribuzione: TT; Impedenza di fornitura non nota.

(Nota: l'analisi termina alla prima protezione utile trovata)

La protezione dell'utenza +QPLSTU-Gen

interviene tramite sgancio differenziale; I prot. = 1 &lt;= la c.i. = 8,963

## Potere di interruzione [kA]

A transitorio inizio linea	Verificato
PdI >= Ikm max	/_Ikm max [°]
10	10
	60

## Sg. mag.-Imagmax [A]

Sg. mag.	<	Verificato
		Imagmax
1000		3214,164

## Cavo

Designazione	FG16M16 0.6/1 kV Cca-s1b,d1,a1
Formazione	3x(1x35)+1x25+1G25
Lunghezza linea [m]	15
Temperatura cavo a Ib [°C]	30 <= 58 <= 90
Temperatura cavo a In [°C]	30 <= 73 <= 90

## K²S²&gt;I²t [A²s]

	Verificato
K²S² conduttore fase	2,505*10 <sup>7</sup>
K²S² neutro	1,278*10 <sup>7</sup>
K²S² PE	1,936*10 <sup>7</sup>

## Caduta di tensione [%]

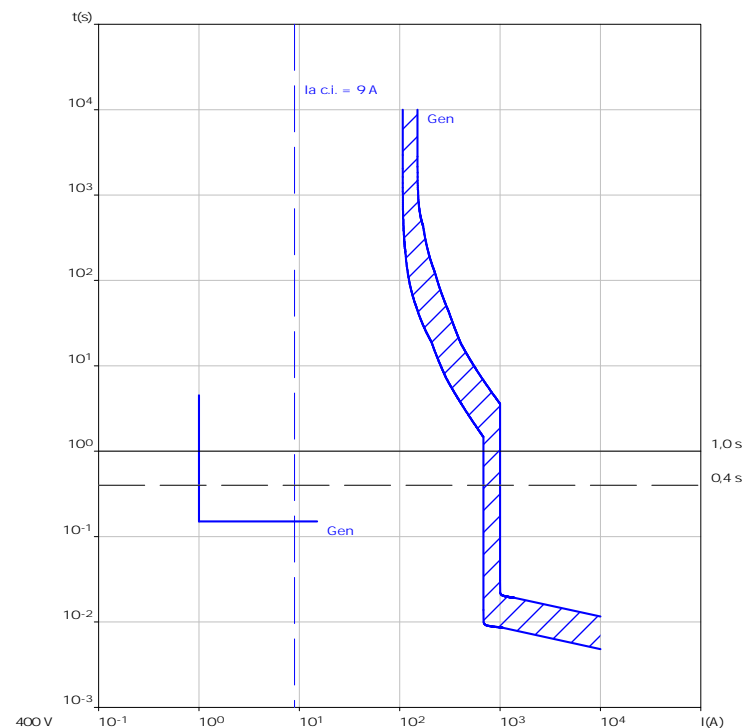
Tensione nominale [V]		400
Cdt (Ib)	CdtT (Ib)	Cdt max
0,319	0,319	4
Cdt (In)	CdtT (In)	
0,418	0,418	

## Correnti di guasto [kA]

A regime fondo linea, Picco a inizio linea			
	Max	Min	Picco
Trifase	7,922	6,235	6,874
Bifase	6,86	5,399	7,526
Bifase-N	7,191	5,357	7,636
Fase-N	4,366	3,214	6,209
A transitorio fondo linea			
	Ikv max	/_Ikv max [°]	
	7,922	47,04	

## Protezione

SCHNEIDER ELECTRIC - C120N-C - 100 A



## Utenza +QPLSTU-QSTU

### Generale Quadro

#### Coord. $I_b < I_{ns} < I_z$ [A]

	$I_b$	$I_{ns}$	$I_z$	
Fase	80,188	100		1) Utenza +QPLSTU-Gen: $I_{ns} = 100$ [A] (sgancio protezione termica)
Neutro	0	100		

#### Verifica contatti indiretti

	Verificato	Utenza in quadro (definita protetta ai contatti indiretti).
$I_{a.c.i.}$ [A]	8,963	
Tempo di interruzione [s]	1	
VT a $I_{a.c.i.}$ [V]	50	

#### $I_{cw}$ [kA]

$I_{cw}$ : corrente ammissibile di breve durata	
$I_{cw}$	$T_{cw}$
1,5	1

#### Caduta di tensione [%]

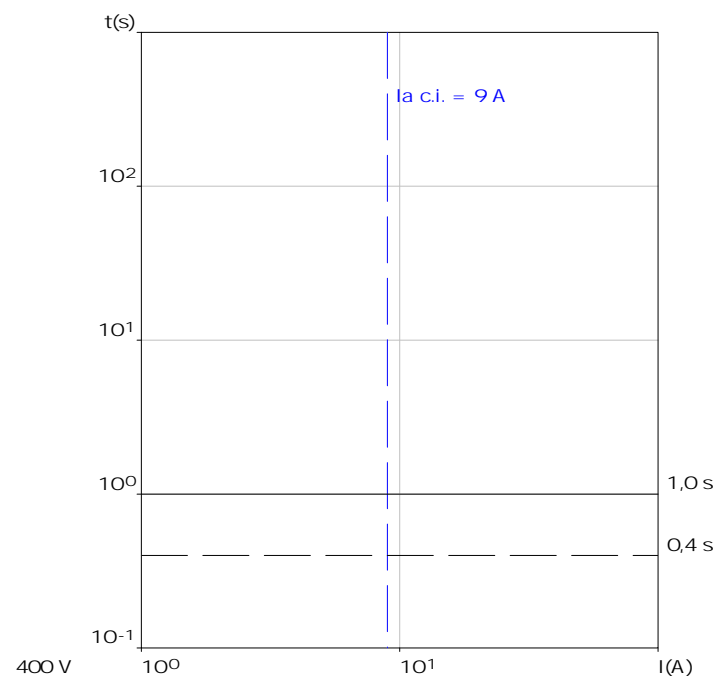
Tensione nominale [V]	400	
Cdt (I <sub>b</sub> )	CdtT (I <sub>b</sub> )	Cdt max
0	0,319	4
Cdt (I <sub>n</sub> )	CdtT (I <sub>n</sub> )	
0	0,418	

#### Correnti di guasto [kA]

	A regime fondo linea, Picco a inizio linea		
	Max	Min	Picco
Trifase	7,922	6,235	6,525
Bifase	6,86	5,399	6,005
Bifase-N	7,191	5,357	6,167
Fase-N	4,366	3,214	5,013
	A transitorio fondo linea		
	$I_{kv} \text{ max}$	$I_{kv} \text{ max } [^\circ]$	
	7,922	47,04	

#### Protezione

SCHNEIDER ELECTRIC - ISW-NA 100A - 100 A



**Utenza**  
**+QPLLAV/OFF-Gen**

Generale | Protezione Linea

**Coord. Ib < Ins < Iz [A]**

	Ib	<=	Ins	<=	Iz
Fase	24,056		40		49,7
Neutro	0		40		49,7

1) Utenza +QPLLAV/OFF-Gen: Ins = 40 [A] (sgancio protezione termica)

**Verifica contatti indiretti**

	Verificato
Ia c.i. [A]	8,657
Tempo di interruzione [s]	1
VT a Ia c.i. [V]	50

Sistema distribuzione: TT; Impedenza di fornitura non nota.

(Nota: l'analisi termina alla prima protezione utile trovata)

La protezione dell'utenza +QPLLAV/OFF-Gen

interviene tramite sgancio differenziale; I prot. = 0,3 &lt;= Ia c.i. = 8,657

**Potere di interruzione [kA]**

A transitorio inizio linea	Verificato
PdI >= Ikm max	/_Ikm max [°]
15	10 60

**Sg. mag. < Imagmax [A]**

	Verificato
Sg. mag. <	Imagmax
400	475,852

**Cavo**

Designazione	FG16OM16 0.6/1 kV Cca-s1b,d1,a1
Formazione	5G10
Lunghezza linea [m]	60
Temperatura cavo a Ib [°C]	30 <= 44 <= 90
Temperatura cavo a In [°C]	30 <= 69 <= 90

**K²S² > I²t [A²s]**

	Verificato
K²S² conduttore fase	2,045*10 <sup>6</sup>
K²S² neutro	2,045*10 <sup>6</sup>
K²S² PE	2,045*10 <sup>6</sup>

**Caduta di tensione [%]**

Tensione nominale [V]		400
Cdt (Ib)	CdtT (Ib)	Cdt max
1,198	1,198	4
Cdt (In)	CdtT (In)	
2,171	2,171	

**Correnti di guasto [kA]**

A regime fondo linea, Picco a inizio linea

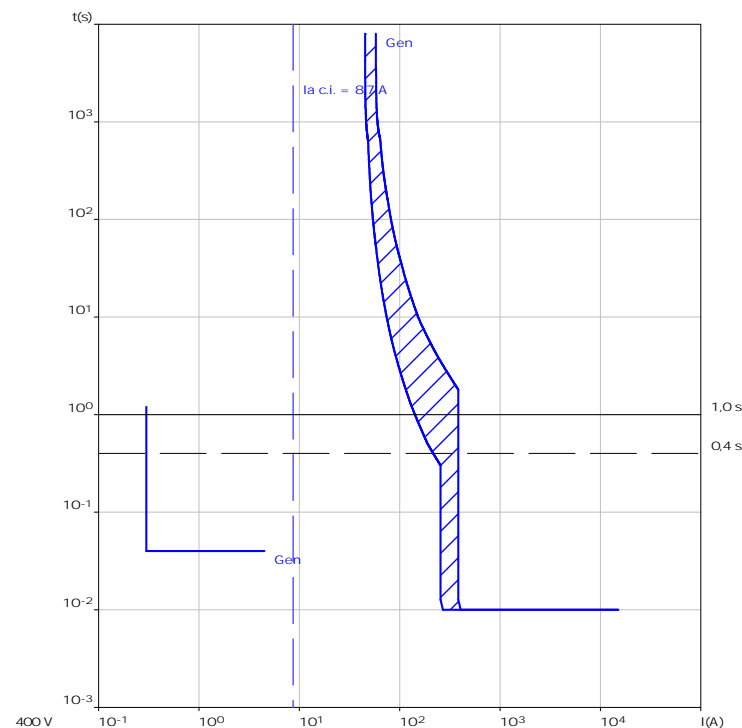
	Max	Min	Picco
Trifase	1,8	0,942	5,058
Bifase	1,559	0,816	5,478
Bifase-N	1,601	0,828	5,57
Fase-N	0,919	0,476	4,56

A transitorio fondo linea

Ikv max	/_Ikv max [°]
1,8	11,089

**Protezione**

SCHNEIDER ELECTRIC - IC60H-C - 40A - 40 A



## Utenza +QPLLAV/OFF-QLAV/QOFF

### Generale Quadro

#### Coord. Ib < Ins < Iz [A]

	Ib	<=	Ins	<=	Iz	
Fase	24,056		40			1) Utenza +QPLLAV/OFF-Gen: Ins = 40 [A] (sgancio protezione termica)
Neutro	0		40			

#### Verifica contatti indiretti

	Verificato	Utenza in quadro (definita protetta ai contatti indiretti).
Ia c.i. [A]	8,657	
Tempo di interruzione [s]	1	
VT a Ia c.i. [V]	50	

#### Icw [kA]

Icw: corrente ammissibile di breve durata	
Icw	Tcw
1,5	1

#### Caduta di tensione [%]

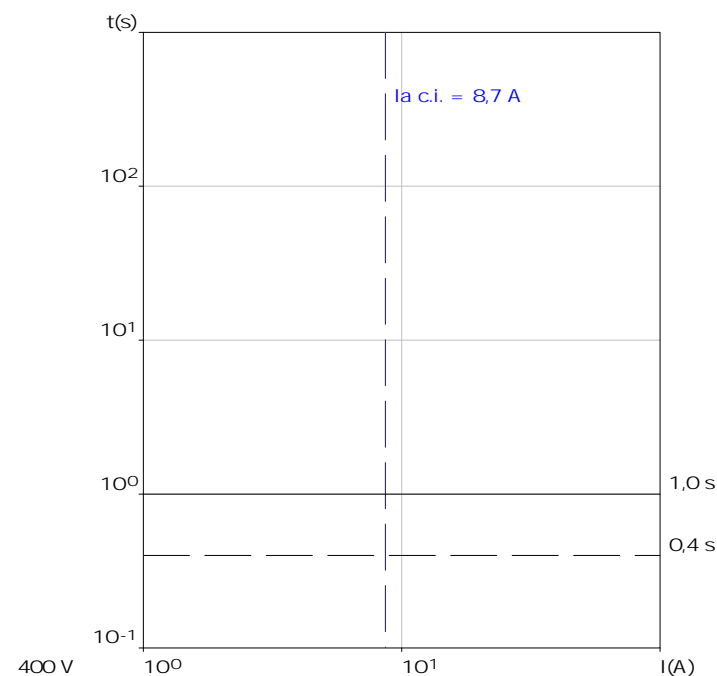
Tensione nominale [V]	400	
Cdt (Ib)	CdtT (Ib)	Cdt max
0	1,198	4
Cdt (In)	CdtT (In)	
0	2,171	

#### Correnti di guasto [kA]

	A regime fondo linea, Picco a inizio linea		
	Max	Min	Picco
Trifase	1,8	0,942	2,077
Bifase	1,559	0,816	1,851
Bifase-N	1,601	0,828	1,89
Fase-N	0,919	0,476	1,325
	A transitorio fondo linea		
	Ikv max	/_Ikv max [°]	
	1,8	11,089	

#### Protezione

SCHNEIDER ELECTRIC - ISW 63A - 63 A





## Dati completi utenza

Commessa:

Descrizione:

Cliente:

Responsabile:

Data: 04/12/2023

Alimentazioni:

Tipo di quadro:

Grado di protezione:

Materiali usati:

Riferimenti:

Operatore:

Note:

## Identificazione

Sigla utenza:	+ QPLIC-GEN
Denominazione 1:	Protezione
Denominazione 2:	Linea
Informazioni aggiuntive/Note 1:	
Informazioni aggiuntive/Note 2:	

## Utenza

Tipologia utenza:	Distribuzione generica	Sistema distribuzione:	TT
Potenza nominale:	8kW	Collegamento fasi:	3F+ N
Coefficiente:	1	Frequenza ingresso:	50Hz
Potenza dimensionamento:	8kW	Pot. trasferita a monte:	8,89kVA
Potenza reattiva:	3,87 kVAR	Potenza totale:	22,2kVA
Corrente di impiego Ib:	12,8A	Potenza disponibile:	13,3kVA
Fattore di potenza:	0,9		
Tensione nominale:	400V		

## Cavi

Formazione:	4x(1x6) + 1G6		
Tipo posa:	3 - cavi unipolari senza guaina in tubi protettivi circolari posati su pareti		
Disposizione posa:	Raggruppati a fascio, annegati		
Designazione cavo	FG17 450/750 V Cca-s1b,d1,a1		
Isolante (fase+ neutro+ PE):	EPR	K <sup>2</sup> S <sup>2</sup> conduttore fase:	7,362*10 <sup>5</sup> A <sup>2</sup> s
Tabella posa:	CEI -UNEL 35024/1	K <sup>2</sup> S <sup>2</sup> neutro:	7,362*10 <sup>5</sup> A <sup>2</sup> s
Materiale conduttore:	RAME	K <sup>2</sup> S <sup>2</sup> PE:	1,115*10 <sup>6</sup> A <sup>2</sup> s
Lunghezza linea:	5m	Caduta di tensione parziale a Ib:	0,089%
Corrente ammissibile Iz:	38,4 A	Caduta di tensione totale a Ib:	0,089%
Corrente ammissibile neutro:	38,4 A	Temperatura ambiente:	30 °C
Coefficiente di prossimità:	0,8 (Numero circuiti: 2)	Temperatura cavo a Ib:	36,7 °C
Coefficiente di temperatura:	1	Temperatura cavo a In:	71,7 °C
Coefficiente di declassamento totale:	0,8	Coordinamento Ib <= In <= Iz:	12,8 <= 32 <= 38,4 A

## Condizioni di guasto (CEI EN 60909-0)

I <sub>km</sub> max a monte:	10kA	I <sub>k1fn</sub> max:	3,7 kA
I <sub>kv</sub> max a valle:	6,65 kA	I <sub>p1fn</sub> :	4,56 kA (Lim.)
I <sub>mag</sub> max (magnetica massima):	2438 A	I <sub>k1fn</sub> min:	2,44 kA
I <sub>k</sub> max:	6,65 kA	Z <sub>k</sub> min:	34,7 mohm
I <sub>p</sub> :	5,95 kA (Lim.)	Z <sub>k</sub> max:	48,2 mohm
I <sub>k</sub> min:	4,55 kA	Z <sub>k2</sub> min:	40,1 mohm
I <sub>k2</sub> max:	5,76 kA	Z <sub>k2</sub> max:	55,6 mohm
I <sub>p2</sub> :	5,48 kA (Lim.)	Z <sub>k1fn</sub> min:	62,5 mohm
I <sub>k2</sub> min:	3,94 kA	Z <sub>k1fn</sub> max:	90 mohm

## Protezione

Costruttore protezione:	SCHNEIDER ELECTRIC		
Sigla protezione:	iC60H-C - 32A + Vigì iC60 AC 0,3 A		
Tipo protezione:	MT + D		
Corrente nominale protez.:	32A	Taratura termica neutro:	32 A
Numero poli:	4	Taratura magnetica neutro:	320A
Curva di sgancio:	C	Taratura differenziale:	0,3A
Classe d'impiego:	AC	Potere di interruzione Pdl:	10kA
Taratura termica:	32 A	Verifica potere di interruzione:	10 >= 10 kA
Taratura magnetica:	320A	Norma:	Icn - EN 60898
Sg. magnetico < I mag. massima:	320 < 2438 A		

## Identificazione

Sigla utenza:	+ QPLI C-QI C
Denominazione 1:	Carico Generico
Denominazione 2:	
Informazioni aggiuntive/Note 1:	
Informazioni aggiuntive/Note 2:	

## Utenza

Tipologia utenza:	Terminale generica	Sistema distribuzione:	TT
Potenza nominale:	3kW	Collegamento fasi:	3F+ N
Coefficiente:	1	Frequenza ingresso:	50Hz
Potenza dimensionamento:	3kW	Pot. trasferita a monte:	3,33kVA
Potenza reattiva:	1,45kVAR	Potenza totale:	22,2kVA
Corrente di impiego Ib:	4,81 A	Potenza disponibile:	18,8kVA
Fattore di potenza:	0,9	Numero carichi utenza:	1
Tensione nominale:	400V		

## Condizioni di guasto (CEI EN 60909-0)

I <sub>km</sub> max a monte:	6,65 kA	I <sub>k1fn</sub> max:	3,7 kA
I <sub>kv</sub> max a valle:	6,65 kA	I <sub>p1fn</sub> :	3,39 kA (Lim.)
I <sub>mag</sub> max (magnetica massima):	2438 A	I <sub>k1fn</sub> min:	2,44 kA
I <sub>k</sub> max:	6,65 kA	Z <sub>k</sub> min:	34,7 mohm
I <sub>p</sub> :	4,14 kA (Lim.)	Z <sub>k</sub> max:	48,2 mohm
I <sub>k</sub> min:	4,55 kA	Z <sub>k2</sub> min:	40,1 mohm
I <sub>k2</sub> max:	5,76 kA	Z <sub>k2</sub> max:	55,6 mohm
I <sub>p2</sub> :	4,36 kA (Lim.)	Z <sub>k1fn</sub> min:	62,5 mohm
I <sub>k2</sub> min:	3,94 kA	Z <sub>k1fn</sub> mx:	90 mohm



## Identificazione

Sigla utenza:	+ QPLI C-QPM
Denominazione 1:	Quadro Pompe Meteoriche
Denominazione 2:	
Informazioni aggiuntive/Note 1:	
Informazioni aggiuntive/Note 2:	

## Utenza

Tipologia utenza:	Terminale generica	Sistema distribuzione:	TT
Potenza nominale:	5 kW	Collegamento fasi:	3F+ N
Coefficiente:	1	Frequenza ingresso:	50Hz
Potenza dimensionamento:	5 kW	Pot. trasferita a monte:	5,56 kVA
Potenza reattiva:	2,42 kVAR	Potenza totale:	22,2 kVA
Corrente di impiego Ib:	8,02 A	Potenza disponibile:	16,6 kVA
Fattore di potenza:	0,9	Numero carichi utenza:	1
Tensione nominale:	400V		

## Cavi

Formazione:	5G6		
Tipo posa:	61 cavi multipolari in tubi protettivi interrati		
Disposizione posa:	In tubi interrati a 0.25 m		
Designazione cavo	FG160M16 0.6/1 kV Cca-s1b,d1,a1		
Isolante (fase+ neutro+ PE):	HEPR	K <sup>2</sup> S <sup>2</sup> conduttore fase:	7,362*10 <sup>5</sup> A <sup>2</sup> s
Tabella posa:	CEI-UNEL 35026	K <sup>2</sup> S <sup>2</sup> neutro:	7,362*10 <sup>5</sup> A <sup>2</sup> s
Materiale conduttore:	RAME	K <sup>2</sup> S <sup>2</sup> PE:	7,362*10 <sup>5</sup> A <sup>2</sup> s
Lunghezza linea:	110m	Caduta di tensione parziale a Ib:	1,16 %
Corrente ammissibile Iz:	41 A	Caduta di tensione totale a Ib:	1,25 %
Corrente ammissibile neutro:	41 A	Temperatura ambiente:	20 °C
Coefficiente di prossimità:	1 (Numero circuiti: 1)	Temperatura cavo a Ib:	22,7 °C
Coefficiente di temperatura:	1	Temperatura cavo a In:	62,6 °C
Coefficiente di declassamento totale:	1	Coordinamento Ib <= In <= Iz:	8,02 <= 32 <= 41 A

## Condizioni di guasto (CEI EN 60909-0)

I <sub>km</sub> max a monte:	6,65 kA	I <sub>k1fn</sub> max:	0,297 kA
I <sub>kv</sub> max a valle:	0,591 kA	I <sub>p1fn</sub> :	3,39 kA (Lim.)
I <sub>mag</sub> max (magnetica massima):	148,9 A	I <sub>k1fn</sub> min:	0,149 kA
I <sub>k</sub> max:	0,591 kA	Z <sub>k</sub> min:	390,9 mohm
I <sub>p</sub> :	4,14 kA (Lim.)	Z <sub>k</sub> max:	738,8 mohm
I <sub>k</sub> min:	0,297 kA	Z <sub>k2</sub> min:	451,4 mohm
I <sub>k2</sub> max:	0,512 kA	Z <sub>k2</sub> max:	853,1 mohm
I <sub>p2</sub> :	4,36 kA (Lim.)	Z <sub>k1fn</sub> min:	777,3 mohm
I <sub>k2</sub> min:	0,257 kA	Z <sub>k1fn</sub> max:	1473 mohm

## Protezione

Costruttore protezione:	SCHNEIDER ELECTRIC		
Sigla protezione:	iC60H-C - 32A + Vigi iC60 AC 0,3 A		
Tipo protezione:	MT+D		
Corrente nominale protez.:	32A	Taratura termica neutro:	32 A
Numero poli:	4	Taratura magnetica neutro:	320A
Curva di sgancio:	C	Taratura differenziale:	0,3A
Classe d'impiego:	AC	Potere di interruzione Pdl:	10kA
Taratura termica:	32 A	Verifica potere di interruzione:	10 >= 6,65 kA
Taratura magnetica:	320A	Norma:	Icn - EN 60898
Sg. magnetico < I mag. massima:	Prot. contatti indiretti		

## Identificazione

Sigla utenza:	+ QPLPDC-Gen
Denominazione 1:	Generale
Denominazione 2:	
Informazioni aggiuntive/Note 1:	
Informazioni aggiuntive/Note 2:	

## Utenza

Tipologia utenza:	Distribuzione generica	Sistema distribuzione:	TT
Potenza nominale:	0kW	Collegamento fasi:	3F+ N
Coefficiente:	1	Frequenza ingresso:	50Hz
Potenza dimensionamento:	0kW	Pot. trasferita a monte:	0kVA
Potenza reattiva:	0kVAR	Potenza totale:	110,9kVA
Corrente di impiego Ib:	0A	Potenza disponibile:	110,9kVA
Fattore di potenza:	0,9		
Tensione nominale:	400V		

## Cavi

Formazione:	3x(1x95)+ 1x50+ 1G50		
Tipo posa:	32 - cavi unipolari senza guaina o unipolari con guaina in canali posati su parete con percorso verticale		
Disposizione posa:	Raggruppati a fascio, annegati		
Designazione cavo	FG16M16 0.6/1 kV Cca-s1b,d1,a1		
Isolante (fase+ neutro+ PE):	HEPR	K <sup>2</sup> S <sup>2</sup> conduttore fase:	1,846*10 <sup>8</sup> A <sup>2</sup> s
Tabella posa:	CEI -UNEL 35024/1	K <sup>2</sup> S <sup>2</sup> neutro:	5,112*10 <sup>7</sup> A <sup>2</sup> s
Materiale conduttore:	RAME	K <sup>2</sup> S <sup>2</sup> PE:	7,744*10 <sup>7</sup> A <sup>2</sup> s
Lunghezza linea:	30m	Caduta di tensione parziale a Ib:	0%
Corrente ammissibile Iz:	188,3 A	Caduta di tensione totale a Ib:	0%
Corrente ammissibile neutro:	122,5 A	Temperatura ambiente:	30°C
Coefficiente di prossimità:	0,7 (Numero circuiti: 3)	Temperatura cavo a Ib:	30°C
Coefficiente di temperatura:	1	Temperatura cavo a In:	73,3°C
Coefficiente di declassamento totale:	0,7	Coordinamento Ib<= In<= Iz:	0<= 160<= 188,3 A

## Condizioni di guasto (CEI EN 60909-0)

I <sub>km</sub> max a monte:	10kA	I <sub>k1fn</sub> max:	4,4kA
I <sub>kv</sub> max a valle:	8,08kA	I <sub>p1fn</sub> :	10,1 kA
I <sub>mag</sub> max (magnetica massima):	3347 A	I <sub>k1fn</sub> min:	3,35kA
I <sub>k</sub> max:	8,08kA	Z <sub>k</sub> min:	28,6mohm
I <sub>p</sub> :	16,9 kA	Z <sub>k</sub> max:	32,7mohm
I <sub>k</sub> min:	6,71 kA	Z <sub>k2</sub> min:	33mohm
I <sub>k2</sub> max:	7 kA	Z <sub>k2</sub> max:	37,7 mohm
I <sub>p2</sub> :	14,6 kA	Z <sub>k1fn</sub> min:	52,5mohm
I <sub>k2</sub> min:	5,81 kA	Z <sub>k1fn</sub> mx:	65,5mohm

## Protezione

Costruttore protezione:	SCHNEIDER ELECTRIC		
Sigla protezione:	Compact NSA160N TM160D + Vigi NSA valle 60ms		
Tipo protezione:	MT+ D		
Corrente nominale protez.:	160A	Taratura termica neutro:	160 A
Numero poli:	4	Taratura magnetica neutro:	1250A
Classe d'impiego:	A	Taratura differenziale:	1 A
Taratura termica:	160 A	Potere di interruzione Pdl:	36kA
Taratura magnetica:	1250A	Verifica potere di interruzione:	36 >= 10 kA
Sg. magnetico < I mag. massima:	1250 < 3347 A	Norma:	Icu - EN 60947

## Identificazione

Sigla utenza:	+ QPLPDC-QPC
Denominazione 1:	Generale Quadro
Denominazione 2:	
Informazioni aggiuntive/Note 1:	
Informazioni aggiuntive/Note 2:	

## Utenza

Tipologia utenza:	Distribuzione generica	Sistema distribuzione:	TT
Potenza nominale:	OkW	Collegamento fasi:	3F+ N
Coefficiente:	1	Frequenza ingresso:	50Hz
Potenza dimensionamento:	OkW	Pot. trasferita a monte:	OkVA
Potenza reattiva:	OkVAR	Potenza totale:	110,9kVA
Corrente di impiego Ib:	0A	Potenza disponibile:	110,9kVA
Fattore di potenza:	0,9		
Tensione nominale:	400V		

## Condizioni di guasto (CEI EN 60909-0)

I <sub>km</sub> max a monte:	8,08 kA	I <sub>k1fn</sub> max:	4,4 kA
I <sub>kv</sub> max a valle:	8,08 kA	I <sub>p1fn</sub> :	6,92 kA
I <sub>mag</sub> max (magnetica massima):	3347 A	I <sub>k1fn</sub> min:	3,35 kA
I <sub>k</sub> max:	8,08 kA	Z <sub>k</sub> min:	28,6 mohm
I <sub>p</sub> :	12,7 kA	Z <sub>k</sub> max:	32,7 mohm
I <sub>k</sub> min:	6,71 kA	Z <sub>k2</sub> min:	33 mohm
I <sub>k2</sub> max:	7 kA	Z <sub>k2</sub> max:	37,7 mohm
I <sub>p2</sub> :	11 kA	Z <sub>k1fn</sub> min:	52,5 mohm
I <sub>k2</sub> min:	5,81 kA	Z <sub>k1fn</sub> mx:	65,5 mohm

## Protezione

Costruttore protezione:	SCHNEIDER ELECTRIC	Corrente sovraccarico I <sub>ns</sub> :	160A
Sigla protezione:	Compact INS160	Potere di interruzione P <sub>dI</sub> :	n.d.
Corrente nominale protez.:	160A		
Numero poli:	4		

## Identificazione

Sigla utenza:	+ QPLPDC-PDC
Denominazione 1:	Pompa di calore
Denominazione 2:	
Informazioni aggiuntive/Note 1:	
Informazioni aggiuntive/Note 2:	

## Utenza

Tipologia utenza:	Terminale generica	Sistema distribuzione:	TT
Potenza nominale:	35 kW	Collegamento fasi:	3F+ N
Coefficiente:	1	Frequenza ingresso:	50Hz
Potenza dimensionamento:	35 kW	Pot. trasferita a monte:	0kVA
Potenza reattiva:	17 kVAR	Potenza totale:	69,3 kVA
Corrente di impiego Ib:	56,1 A	Potenza disponibile:	30,4 kVA
Fattore di potenza:	0,9	Numero carichi utenza:	1
Tensione nominale:	400V		

## Cavi

Formazione:	4x(1x35)+1G35		
Tipo posa:	12 - cavi unipolari con guaina, con o senza armatura su passerelle non perforate		
Disposizione posa:	Raggruppati a fascio, annegati		
Designazione cavo	FG16M16 0.6/1 kV Cca-s1b,d1,a1		
Isolante (fase+ neutro+ PE):	HEPR	K <sup>2</sup> S <sup>2</sup> conduttore fase:	2,505*10 <sup>7</sup> A <sup>2</sup> s
Tabella posa:	CEI-UNEL 35024/1	K <sup>2</sup> S <sup>2</sup> neutro:	2,505*10 <sup>7</sup> A <sup>2</sup> s
Materiale conduttore:	RAME	K <sup>2</sup> S <sup>2</sup> PE:	3,795*10 <sup>7</sup> A <sup>2</sup> s
Lunghezza linea:	35m	Caduta di tensione parziale a Ib:	0,498%
Corrente ammissibile Iz:	118,3 A	Caduta di tensione totale a Ib:	0,498%
Corrente ammissibile neutro:	118,3 A	Temperatura ambiente:	30°C
Coefficiente di prossimità:	0,7 (Numero circuiti: 3)	Temperatura cavo a Ib:	43,5°C
Coefficiente di temperatura:	1	Temperatura cavo a In:	72,9°C
Coefficiente di declassamento totale:	0,7	Coordinamento Ib<=In<=Iz:	56,1<=100<=118,3 A

## Condizioni di guasto (CEI EN 60909-0)

I <sub>km</sub> max a monte:	8,08 kA	I <sub>k1fn</sub> max:	2,66 kA
I <sub>kv</sub> max a valle:	5,13 kA	I <sub>p1fn</sub> :	5,04 kA (Lim.)
I <sub>mag</sub> max (magnetica massima):	1622 A	I <sub>k1fn</sub> min:	1,62 kA
I <sub>k</sub> max:	5,13 kA	Z <sub>k</sub> min:	45 mohm
I <sub>p</sub> :	6,79 kA (Lim.)	Z <sub>k</sub> max:	66,1 mohm
I <sub>k</sub> min:	3,32 kA	Z <sub>k2</sub> min:	52 mohm
I <sub>k2</sub> max:	4,44 kA	Z <sub>k2</sub> max:	76,4 mohm
I <sub>p2</sub> :	6,26 kA (Lim.)	Z <sub>k1fn</sub> min:	86,9 mohm
I <sub>k2</sub> min:	2,87 kA	Z <sub>k1fn</sub> mx:	135,2 mohm

## Protezione

Costruttore protezione:	SCHNEIDER ELECTRIC		
Sigla protezione:	C120N-C + Vigi C120 A 0,3 A		
Tipo protezione:	MT+D		
Corrente nominale protez.:	100A	Taratura termica neutro:	100 A
Numero poli:	4	Taratura magnetica neutro:	1000A
Curva di sgancio:	C	Taratura differenziale:	0,3 A
Classe d'impiego:	A	Potere di interruzione Pdl:	10kA
Taratura termica:	100 A	Verifica potere di interruzione:	10 >= 8,08 kA
Taratura magnetica:	1000A	Norma:	Icn - EN 60898
Sg. magnetico < I mag. massima:	1000 < 1622 A		

## Identificazione

Sigla utenza:	+ QPLPDC-PDC
Denominazione 1:	Pompa di calore
Denominazione 2:	
Informazioni aggiuntive/Note 1:	
Informazioni aggiuntive/Note 2:	

## Utenza

Tipologia utenza:	Terminale generica	Sistema distribuzione:	TT
Potenza nominale:	27 kW	Collegamento fasi:	3F+ N
Coefficiente:	1	Frequenza ingresso:	50Hz
Potenza dimensionamento:	27 kW	Pot. trasferita a monte:	0kVA
Potenza reattiva:	13,1 KVAR	Potenza totale:	69,3kVA
Corrente di impiego Ib:	43,3 A	Potenza disponibile:	39,3kVA
Fattore di potenza:	0,9	Numero carichi utenza:	1
Tensione nominale:	400V		

## Cavi

Formazione:	4x(1x35)+ 1G35		
Tipo posa:	12 - cavi unipolari con guaina, con o senza armatura su passerelle non perforate		
Disposizione posa:	Raggruppati a fascio, annegati		
Designazione cavo	FG16M16 0.6/1 kV Cca-s1b,d1,a1		
Isolante (fase+ neutro+ PE):	HEPR	K <sup>2</sup> S <sup>2</sup> conduttore fase:	2,505* 10 <sup>7</sup> A <sup>2</sup> s
Tabella posa:	CEI-UNEL 35024/1	K <sup>2</sup> S <sup>2</sup> neutro:	2,505* 10 <sup>7</sup> A <sup>2</sup> s
Materiale conduttore:	RAME	K <sup>2</sup> S <sup>2</sup> PE:	3,795* 10 <sup>7</sup> A <sup>2</sup> s
Lunghezza linea:	35m	Caduta di tensione parziale a Ib:	0,377 %
Corrente ammissibile Iz:	118,3 A	Caduta di tensione totale a Ib:	0,377 %
Corrente ammissibile neutro:	118,3 A	Temperatura ambiente:	30°C
Coefficiente di prossimità:	0,7 (Numero circuiti: 3)	Temperatura cavo a Ib:	38°C
Coefficiente di temperatura:	1	Temperatura cavo a In:	72,9°C
Coefficiente di declassamento totale:	0,7	Coordinamento Ib<= In<= Iz:	43,3<= 100<= 118,3 A

## Condizioni di guasto (CEI EN 60909-0)

I <sub>km</sub> max a monte:	8,08 kA	I <sub>k1fn</sub> max:	2,66 kA
I <sub>kv</sub> max a valle:	5,13 kA	I <sub>p1fn</sub> :	5,04 kA (Lim.)
I <sub>mag</sub> max (magnetica massima):	1622 A	I <sub>k1fn</sub> min:	1,62 kA
I <sub>k</sub> max:	5,13 kA	Z <sub>k</sub> min:	45mohm
I <sub>p</sub> :	6,79 kA (Lim.)	Z <sub>k</sub> max:	66,1 mohm
I <sub>k</sub> min:	3,32 kA	Z <sub>k2</sub> min:	52mohm
I <sub>k2</sub> max:	4,44 kA	Z <sub>k2</sub> max:	76,4 mohm
I <sub>p2</sub> :	6,26 kA (Lim.)	Z <sub>k1fn</sub> min:	86,9mohm
I <sub>k2</sub> min:	2,87 kA	Z <sub>k1fn</sub> mx:	135,2 mohm

## Protezione

Costruttore protezione:	SCHNEIDER ELECTRIC		
Sigla protezione:	C120N-C + Vigi C120 A 0,3 A		
Tipo protezione:	MT+ D		
Corrente nominale protez.:	100A	Taratura termica neutro:	100 A
Numero poli:	4	Taratura magnetica neutro:	1000A
Curva di sgancio:	C	Taratura differenziale:	0,3A
Classe d'impiego:	A	Potere di interruzione Pdl:	10kA
Taratura termica:	100 A	Verifica potere di interruzione:	10 >= 8,08 kA
Taratura magnetica:	1000A	Norma:	Icn - EN 60898
Sg. magnetico < I mag. massima:	1000 < 1622 A		

## Identificazione

Sigla utenza:	+ QPLPDC-PDC
Denominazione 1:	Pompa di calore
Denominazione 2:	
Informazioni aggiuntive/Note 1:	
Informazioni aggiuntive/Note 2:	

## Utenza

Tipologia utenza:	Terminale generica	Sistema distribuzione:	TT
Potenza nominale:	27 kW	Collegamento fasi:	3F+ N
Coefficiente:	1	Frequenza ingresso:	50Hz
Potenza dimensionamento:	27 kW	Pot. trasferita a monte:	0kVA
Potenza reattiva:	13,1 KVAR	Potenza totale:	69,3kVA
Corrente di impiego Ib:	43,3 A	Potenza disponibile:	39,3kVA
Fattore di potenza:	0,9	Numero carichi utenza:	1
Tensione nominale:	400V		

## Cavi

Formazione:	4x(1x35)+ 1G35		
Tipo posa:	12 - cavi unipolari con guaina, con o senza armatura su passerelle non perforate		
Disposizione posa:	Raggruppati a fascio, annegati		
Designazione cavo	FG16M16 0.6/1 kV Cca-s1b,d1,a1		
Isolante (fase+ neutro+ PE):	HEPR	K <sup>2</sup> S <sup>2</sup> conduttore fase:	2,505* 10 <sup>7</sup> A <sup>2</sup> s
Tabella posa:	CEI-UNEL 35024/1	K <sup>2</sup> S <sup>2</sup> neutro:	2,505* 10 <sup>7</sup> A <sup>2</sup> s
Materiale conduttore:	RAME	K <sup>2</sup> S <sup>2</sup> PE:	3,795* 10 <sup>7</sup> A <sup>2</sup> s
Lunghezza linea:	35m	Caduta di tensione parziale a Ib:	0,377 %
Corrente ammissibile Iz:	118,3 A	Caduta di tensione totale a Ib:	0,377 %
Corrente ammissibile neutro:	118,3 A	Temperatura ambiente:	30°C
Coefficiente di prossimità:	0,7 (Numero circuiti: 3)	Temperatura cavo a Ib:	38°C
Coefficiente di temperatura:	1	Temperatura cavo a In:	72,9°C
Coefficiente di declassamento totale:	0,7	Coordinamento Ib<= In<= Iz:	43,3<= 100<= 118,3 A

## Condizioni di guasto (CEI EN 60909-0)

I <sub>km</sub> max a monte:	8,08 kA	I <sub>k1fn</sub> max:	2,66 kA
I <sub>kv</sub> max a valle:	5,13 kA	I <sub>p1fn</sub> :	5,04 kA (Lim.)
I <sub>mag</sub> max (magnetica massima):	1622 A	I <sub>k1fn</sub> min:	1,62 kA
I <sub>k</sub> max:	5,13 kA	Z <sub>k</sub> min:	45mohm
I <sub>p</sub> :	6,79 kA (Lim.)	Z <sub>k</sub> max:	66,1 mohm
I <sub>k</sub> min:	3,32 kA	Z <sub>k2</sub> min:	52mohm
I <sub>k2</sub> max:	4,44 kA	Z <sub>k2</sub> max:	76,4 mohm
I <sub>p2</sub> :	6,26 kA (Lim.)	Z <sub>k1fn</sub> min:	86,9mohm
I <sub>k2</sub> min:	2,87 kA	Z <sub>k1fn</sub> mx:	135,2 mohm

## Protezione

Costruttore protezione:	SCHNEIDER ELECTRIC		
Sigla protezione:	C120N-C + Vigi C120 A 0,3 A		
Tipo protezione:	MT+ D		
Corrente nominale protez.:	100A	Taratura termica neutro:	100 A
Numero poli:	4	Taratura magnetica neutro:	1000A
Curva di sgancio:	C	Taratura differenziale:	0,3A
Classe d'impiego:	A	Potere di interruzione Pdl:	10kA
Taratura termica:	100 A	Verifica potere di interruzione:	10 >= 8,08 kA
Taratura magnetica:	1000A	Norma:	Icn - EN 60898
Sg. magnetico < I mag. massima:	1000 < 1622 A		

## Identificazione

Sigla utenza:	+ QPLPDC-QSEZ
Denominazione 1:	Fotovoltaico
Denominazione 2:	
Informazioni aggiuntive/Note 1:	
Informazioni aggiuntive/Note 2:	

## Utenza

Tipologia utenza:	Terminale generica	Sistema distribuzione:	TT
Potenza nominale:	81 kW	Collegamento fasi:	3F+ N
Coefficiente:	1	Frequenza ingresso:	50Hz
Potenza dimensionamento:	81 kW	Pot. trasferita a monte:	0kVA
Potenza reattiva:	39,2kVAR	Potenza totale:	110,9kVA
Corrente di impiego Ib:	129,9A	Potenza disponibile:	20,9kVA
Fattore di potenza:	0,9	Numero carichi utenza:	1
Tensione nominale:	400V		

## Cavi

Formazione:	3x95+ 1x50+ 1G50		
Tipo posa:	12 - cavi multipolari con o senza armatura su passerelle non perforate		
Disposizione posa:	Raggruppati a fascio, annegati		
Designazione cavo	FG160M16 0.6/1 kV Cca-s1b,d1,a1		
Isolante (fase+ neutro+ PE):	HEPR	K <sup>2</sup> S <sup>2</sup> conduttore fase:	1,846*10 <sup>8</sup> A <sup>2</sup> s
Tabella posa:	CEI -UNEL 35024/1	K <sup>2</sup> S <sup>2</sup> neutro:	5,112*10 <sup>7</sup> A <sup>2</sup> s
Materiale conduttore:	RAME	K <sup>2</sup> S <sup>2</sup> PE:	5,112*10 <sup>7</sup> A <sup>2</sup> s
Lunghezza linea:	35m	Caduta di tensione parziale a Ib:	0,472%
Corrente ammissibile Iz:	194,6 A	Caduta di tensione totale a Ib:	0,472%
Corrente ammissibile neutro:	125,3A	Temperatura ambiente:	30°C
Coefficiente di prossimità:	0,7 (Numero circuiti: 3)	Temperatura cavo a Ib:	56,7°C
Coefficiente di temperatura:	1	Temperatura cavo a In:	70,6°C
Coefficiente di declassamento totale:	0,7	Coordinamento Ib<= In<= Iz:	129,9<= 160<= 194,6 A

## Condizioni di guasto (CEI EN 60909-0)

I <sub>km</sub> max a monte:	8,08 kA	I <sub>k1fn</sub> max:	3,26 kA
I <sub>kv</sub> max a valle:	6,58 kA	I <sub>p1fn</sub> :	6,92 kA
I <sub>mag</sub> max (magnetica massima):	2152 A	I <sub>k1fn</sub> min:	2,15 kA
I <sub>k</sub> max:	6,58 kA	Z <sub>k</sub> min:	35,1 mohm
I <sub>p</sub> :	12,7 kA	Z <sub>k</sub> max:	44,9 mohm
I <sub>k</sub> min:	4,89 kA	Z <sub>k2</sub> min:	40,5 mohm
I <sub>k2</sub> max:	5,7 kA	Z <sub>k2</sub> max:	51,8 mohm
I <sub>p2</sub> :	11 kA	Z <sub>k1fn</sub> min:	70,8 mohm
I <sub>k2</sub> min:	4,23 kA	Z <sub>k1fn</sub> mx:	102 mohm

## Protezione

Costruttore protezione:	SCHNEIDER ELECTRIC		
Sigla protezione:	Compact NSA160N TM160D + Vigi NSA valle 60ms		
Tipo protezione:	MT + D		
Corrente nominale protez.:	160A	Taratura termica neutro:	160 A
Numero poli:	4	Taratura magnetica neutro:	1250A
Classe d'impiego:	A	Taratura differenziale:	0,3A
Taratura termica:	160 A	Potere di interruzione P <sub>dI</sub> :	36kA
Taratura magnetica:	1250A	Verifica potere di interruzione:	36 >= 8,08 kA
Sg. magnetico < I mag. massima:	1250 < 2152 A	Norma:	Icu - EN 60947

## Identificazione

Sigla utenza:	+ QPLA-Gen
Denominazione 1:	Generale
Denominazione 2:	Protezione Linea
Informazioni aggiuntive/Note 1:	
Informazioni aggiuntive/Note 2:	

## Utenza

Tipologia utenza:	Distribuzione generica	Sistema distribuzione:	TT
Potenza nominale:	6kW	Collegamento fasi:	L1-N
Coefficiente:	1	Frequenza ingresso:	50Hz
Potenza dimensionamento:	6kW	Pot. trasferita a monte:	6,67 kVA
Potenza reattiva:	2,91 kVAR	Potenza totale:	7,39 kVA
Corrente di impiego Ib:	28,9 A	Potenza disponibile:	0,725 kVA
Fattore di potenza:	0,9		
Tensione nominale:	231 V		

## Cavi

Formazione:	2x(1x10)+1G10		
Tipo posa:	5 - cavi unipolari senza guaina in tubi protettivi annegati nella muratura		
Disposizione posa:	Raggruppati a fascio, annegati		
Designazione cavo	FG17 450/750 V Cca-s1b,d1,a1		
Isolante (fase+ neutro+ PE):	EPR	K <sup>2</sup> S <sup>2</sup> conduttore fase:	2,045*10 <sup>6</sup> A <sup>2</sup> s
Tabella posa:	CEI-UNEL 35024/1	K <sup>2</sup> S <sup>2</sup> neutro:	2,045*10 <sup>6</sup> A <sup>2</sup> s
Materiale conduttore:	RAME	K <sup>2</sup> S <sup>2</sup> PE:	3,098*10 <sup>6</sup> A <sup>2</sup> s
Lunghezza linea:	30m	Caduta di tensione parziale a Ib:	1,42 %
Corrente ammissibile Iz:	75 A	Caduta di tensione totale a Ib:	1,42 %
Corrente ammissibile neutro:	75 A	Temperatura ambiente:	30 °C
Coefficiente di prossimità:	1 (Numero circuiti: 1)	Temperatura cavo a Ib:	38,9 °C
Coefficiente di temperatura:	1	Temperatura cavo a In:	40,9 °C
Coefficiente di declassamento totale:	1	Coordinamento Ib <= In <= Iz:	28,9 <= 32 <= 75 A

## Condizioni di guasto (CEI EN 60909-0)

Ikm max a monte:	5,99 kA	Ip1fn:	4,15 kA (Lim.)
Ikv max a valle:	1,66 kA	Ik1fnmin:	0,904 kA
Imagmax (magnetica massima):	904 A	Zk1fnmin:	139,1 mohm
Ik1fnmax:	1,66 kA	Zk1fnmx:	242,7 mohm

## Protezione

Costruttore protezione:	SCHNEIDER ELECTRIC		
Sigla protezione:	iC60N-C - 32A + Vigi iC60 AC 0,3 A		
Tipo protezione:	MT+D		
Corrente nominale protez.:	32 A	Sg. magnetico < I mag. massima:	320 < 904 A
Numero poli:	2	Taratura differenziale:	0,3 A
Curva di sgancio:	C	Potere di interruzione Pdl:	6 kA
Classe d'impiego:	AC	Verifica potere di interruzione:	6 >= 5,99 kA
Taratura termica:	32 A	Norma:	Icn - EN 60898
Taratura magnetica:	320 A		



**Identificazione**

Sigla utenza:	+ QPLA-QA
Denominazione 1:	Generale Quadro
Denominazione 2:	
Informazioni aggiuntive/Note 1:	
Informazioni aggiuntive/Note 2:	

**Utenza**

Tipologia utenza:	Terminale generica	Sistema distribuzione:	TT
Potenza nominale:	6 kW	Collegamento fasi:	L1-N
Coefficiente:	1	Frequenza ingresso:	50Hz
Potenza dimensionamento:	6 kW	Pot. trasferita a monte:	6,67 kVA
Potenza reattiva:	2,91 kVAR	Potenza totale:	7,39 kVA
Corrente di impiego Ib:	28,9 A	Potenza disponibile:	0,725 kVA
Fattore di potenza:	0,9	Numero carichi utenza:	1
Tensione nominale:	231 V		

**Condizioni di guasto (CEI EN 60909-0)**

I <sub>km</sub> max a monte:	1,66 kA	I <sub>p1fn</sub> :	1,72 kA (Lim.)
I <sub>kv</sub> max a valle:	1,66 kA	I <sub>k1fnmin</sub> :	0,904 kA
I <sub>magmax</sub> (magnetica massima):	904 A	Z <sub>k1fnmin</sub> :	139,1 mohm
I <sub>k1fnmax</sub> :	1,66 kA	Z <sub>k1fnmx</sub> :	242,7 mohm

**Protezione**

Costruttore protezione:	SCHNEIDER ELECTRIC		
Sigla protezione:	iSW 32A		
Corrente nominale protez.:	32 A	Corrente sovraccarico I <sub>ns</sub> :	32 A
Numero poli:	2	Potere di interruzione P <sub>dI</sub> :	n.d.

## Identificazione

Sigla utenza:	+ QPLCT-Gen
Denominazione 1:	Generale
Denominazione 2:	Protezione Linea
Informazioni aggiuntive/Note 1:	
Informazioni aggiuntive/Note 2:	

## Utenza

Tipologia utenza:	Distribuzione generica	Sistema distribuzione:	TT
Potenza nominale:	20kW	Collegamento fasi:	3F+ N
Coefficiente:	1	Frequenza ingresso:	50Hz
Potenza dimensionamento:	20kW	Pot. trasferita a monte:	22,2kVA
Potenza reattiva:	9,69kVAR	Potenza totale:	43,6kVA
Corrente di impiego Ib:	32,1 A	Potenza disponibile:	21,4kVA
Fattore di potenza:	0,9		
Tensione nominale:	400V		

## Cavi

Formazione:	3x(1x35)+ 1x25+ 1G25		
Tipo posa:	32 - cavi unipolari senza guaina o unipolari con guaina in canali posati su parete con percorso verticale		
Disposizione posa:	Raggruppati a fascio, annegati		
Designazione cavo	FG16M16 0.6/1 kV Cca-s1b,d1,a1		
Isolante (fase+ neutro+ PE):	HEPR	K <sup>2</sup> S <sup>2</sup> conduttore fase:	2,505* 10 <sup>7</sup> A <sup>2</sup> s
Tabella posa:	CEI -UNEL 35024/1	K <sup>2</sup> S <sup>2</sup> neutro:	1,278* 10 <sup>7</sup> A <sup>2</sup> s
Materiale conduttore:	RAME	K <sup>2</sup> S <sup>2</sup> PE:	1,936* 10 <sup>7</sup> A <sup>2</sup> s
Lunghezza linea:	30m	Caduta di tensione parziale a Ib:	0,238%
Corrente ammissibile Iz:	100,8 A	Caduta di tensione totale a Ib:	0,238%
Corrente ammissibile neutro:	81,9 A	Temperatura ambiente:	30°C
Coefficiente di prossimità:	0,7 (Numero circuiti: 3)	Temperatura cavo a Ib:	36,1 °C
Coefficiente di temperatura:	1	Temperatura cavo a In:	53,4 °C
Coefficiente di declassamento totale:	0,7	Coordinamento Ib<= In<= Iz:	32,1<= 63<= 100,8 A

## Condizioni di guasto (CEI EN 60909-0)

Ikm max a monte:	10kA	Ik1fnmax:	3,29kA
Ikv max a valle:	6,38kA	Ip1fn:	4,56 kA (Lim.)
Imagmax (magnetica massima):	2117 A	Ik1fnmin:	2,12kA
Ik max:	6,38kA	Zk min:	36,2mohm
Ip:	5,06 kA (Lim.)	Zk max:	49,5mohm
Ik min:	4,44kA	Zk2 min:	41,8mohm
Ik2max:	5,53kA	Zk2 max:	57,1 mohm
Ip2:	5,48 kA (Lim.)	Zk1fnmin:	70,1 mohm
Ik2min:	3,84kA	Zk1fnmx:	103,6mohm

## Protezione

Costruttore protezione:	SCHNEIDER ELECTRIC		
Sigla protezione:	iC60H-C - 63A + Vigi iC60 A S 1 A		
Tipo protezione:	MT + D		
Corrente nominale protez.:	63A	Taratura termica neutro:	63 A
Numero poli:	4	Taratura magnetica neutro:	630A
Curva di sgancio:	C	Taratura differenziale:	1 A
Classe d'impiego:	A	Potere di interruzione Pdl:	10kA
Taratura termica:	63 A	Verifica potere di interruzione:	10 >= 10 kA
Taratura magnetica:	630A	Norma:	Icn - EN 60898
Sg. magnetico < I mag. massima:	630 < 2117 A		

**Identificazione**

Sigla utenza:	+ QPLCT-QCT
Denominazione 1:	Generale Quadro
Denominazione 2:	
Informazioni aggiuntive/Note 1:	
Informazioni aggiuntive/Note 2:	

**Utenza**

Tipologia utenza:	Terminale generica	Sistema distribuzione:	TT
Potenza nominale:	20kW	Collegamento fasi:	3F+ N
Coefficiente:	1	Frequenza ingresso:	50Hz
Potenza dimensionamento:	20kW	Pot. trasferita a monte:	22,2kVA
Potenza reattiva:	9,69kVAR	Potenza totale:	43,6kVA
Corrente di impiego Ib:	32,1 A	Potenza disponibile:	21,4kVA
Fattore di potenza:	0,9	Numero carichi utenza:	1
Tensione nominale:	400V		

**Condizioni di guasto (CEI EN 60909-0)**

I <sub>km</sub> max a monte:	6,38 kA	I <sub>k1fn</sub> max:	3,29 kA
I <sub>kv</sub> max a valle:	6,38 kA	I <sub>p1fn</sub> :	3,1 kA (Lim.)
I <sub>mag</sub> max (magnetica massima):	2117 A	I <sub>k1fn</sub> min:	2,12 kA
I <sub>k</sub> max:	6,38 kA	Z <sub>k</sub> min:	36,2 mohm
I <sub>p</sub> :	4,08 kA (Lim.)	Z <sub>k</sub> max:	49,5 mohm
I <sub>k</sub> min:	4,44 kA	Z <sub>k2</sub> min:	41,8 mohm
I <sub>k2</sub> max:	5,53 kA	Z <sub>k2</sub> max:	57,1 mohm
I <sub>p2</sub> :	4,29 kA (Lim.)	Z <sub>k1fn</sub> min:	70,1 mohm
I <sub>k2</sub> min:	3,84 kA	Z <sub>k1fn</sub> mx:	103,6 mohm

**Protezione**

Costruttore protezione:	SCHNEIDER ELECTRIC		
Sigla protezione:	iSW 63A		
Corrente nominale protez.:	63 A	Corrente sovraccarico I <sub>ns</sub> :	63 A
Numero poli:	4	Potere di interruzione P <sub>dl</sub> :	n.d.

## Identificazione

Sigla utenza:	+ QPLBI BLIO-Gen
Denominazione 1:	Generale
Denominazione 2:	Protezione Linea
Informazioni aggiuntive/Note 1:	
Informazioni aggiuntive/Note 2:	

## Utenza

Tipologia utenza:	Distribuzione generica	Sistema distribuzione:	TT
Potenza nominale:	20kW	Collegamento fasi:	3F+ N
Coefficiente:	1	Frequenza ingresso:	50Hz
Potenza dimensionamento:	20kW	Pot. trasferita a monte:	22,2 kVA
Potenza reattiva:	9,69 kVAR	Potenza totale:	27,7 kVA
Corrente di impiego Ib:	32,1 A	Potenza disponibile:	5,49 kVA
Fattore di potenza:	0,9		
Tensione nominale:	400V		

## Cavi

Formazione:	5G16		
Tipo posa:	12 - cavi multipolari con o senza armatura su passerelle non perforate		
Disposizione posa:	Raggruppati a fascio, annegati		
Designazione cavo	FG160M16 0.6/1 kV Cca-s1b,d1,a1		
Isolante (fase+ neutro+ PE):	HEPR	K <sup>2</sup> S <sup>2</sup> conduttore fase:	5,235*10 <sup>6</sup> A <sup>2</sup> s
Tabella posa:	CEI-UNEL 35024/1	K <sup>2</sup> S <sup>2</sup> neutro:	5,235*10 <sup>6</sup> A <sup>2</sup> s
Materiale conduttore:	RAME	K <sup>2</sup> S <sup>2</sup> PE:	5,235*10 <sup>6</sup> A <sup>2</sup> s
Lunghezza linea:	15m	Caduta di tensione parziale a Ib:	0,254%
Corrente ammissibile Iz:	67,2 A	Caduta di tensione totale a Ib:	0,254%
Corrente ammissibile neutro:	67,2 A	Temperatura ambiente:	30°C
Coefficiente di prossimità:	0,7 (Numero circuiti: 3)	Temperatura cavo a Ib:	43,7°C
Coefficiente di temperatura:	1	Temperatura cavo a In:	51,3°C
Coefficiente di declassamento totale:	0,7	Coordinamento Ib<= In<= Iz:	32,1<= 40<= 67,2 A

## Condizioni di guasto (CEI EN 60909-0)

I <sub>km</sub> max a monte:	10kA	I <sub>k1fn</sub> max:	3,52 kA
I <sub>kv</sub> max a valle:	6,35 kA	I <sub>p1fn</sub> :	4,56 kA (Lim.)
I <sub>mag</sub> max (magnetica massima):	2285 A	I <sub>k1fn</sub> min:	2,29 kA
I <sub>k</sub> max:	6,35 kA	Z <sub>k</sub> min:	36,4 mohm
I <sub>p</sub> :	5,06 kA (Lim.)	Z <sub>k</sub> max:	51,2 mohm
I <sub>k</sub> min:	4,28 kA	Z <sub>k2</sub> min:	42 mohm
I <sub>k2</sub> max:	5,5 kA	Z <sub>k2</sub> max:	59,1 mohm
I <sub>p2</sub> :	5,48 kA (Lim.)	Z <sub>k1fn</sub> min:	65,6 mohm
I <sub>k2</sub> min:	3,71 kA	Z <sub>k1fn</sub> max:	96 mohm

## Protezione

Costruttore protezione:	SCHNEIDER ELECTRIC		
Sigla protezione:	iC60H-C - 40A + Vigi iC60 A 0,3 A		
Tipo protezione:	MT+D		
Corrente nominale protez.:	40A	Taratura termica neutro:	40 A
Numero poli:	4	Taratura magnetica neutro:	400A
Curva di sgancio:	C	Taratura differenziale:	0,3A
Classe d'impiego:	A	Potere di interruzione P <sub>dI</sub> :	10kA
Taratura termica:	40 A	Verifica potere di interruzione:	10 >= 10 kA
Taratura magnetica:	400A	Norma:	Icn - EN 60898
Sg. magnetico < I mag. massima:	400 < 2285 A		

**Identificazione**

Sigla utenza:	+ QPLBI BLI O-QBI BLI O
Denominazione 1:	Generale Quadro
Denominazione 2:	
Informazioni aggiuntive/Note 1:	
Informazioni aggiuntive/Note 2:	

**Utenza**

Tipologia utenza:	Terminale generica	Sistema distribuzione:	TT
Potenza nominale:	20kW	Collegamento fasi:	3F+ N
Coefficiente:	1	Frequenza ingresso:	50Hz
Potenza dimensionamento:	20kW	Pot. trasferita a monte:	22,2 kVA
Potenza reattiva:	9,69 kVAR	Potenza totale:	27,7 kVA
Corrente di impiego Ib:	32,1 A	Potenza disponibile:	5,49 kVA
Fattore di potenza:	0,9	Numero carichi utenza:	1
Tensione nominale:	400V		

**Condizioni di guasto (CEI EN 60909-0)**

I <sub>km</sub> max a monte:	6,35 kA	I <sub>k1fn</sub> max:	3,52 kA
I <sub>kv</sub> max a valle:	6,35 kA	I <sub>p1fn</sub> :	3,26 kA (Lim.)
I <sub>mag</sub> max (magnetica massima):	2285 A	I <sub>k1fn</sub> min:	2,29 kA
I <sub>k</sub> max:	6,35 kA	Z <sub>k</sub> min:	36,4 mohm
I <sub>p</sub> :	4,04 kA (Lim.)	Z <sub>k</sub> max:	51,2 mohm
I <sub>k</sub> min:	4,28 kA	Z <sub>k2</sub> min:	42 mohm
I <sub>k2</sub> max:	5,5 kA	Z <sub>k2</sub> max:	59,1 mohm
I <sub>p2</sub> :	4,25 kA (Lim.)	Z <sub>k1fn</sub> min:	65,6 mohm
I <sub>k2</sub> min:	3,71 kA	Z <sub>k1fn</sub> mx:	96 mohm

**Protezione**

Costruttore protezione:	SCHNEIDER ELECTRIC		
Sigla protezione:	iSW 63A		
Corrente nominale protez.:	63 A	Corrente sovraccarico I <sub>ns</sub> :	40A
Numero poli:	4	Potere di interruzione P <sub>dI</sub> :	n.d.

## Identificazione

Sigla utenza:	+ QPLSTU-Gen
Denominazione 1:	Generale
Denominazione 2:	Protezione Linea
Informazioni aggiuntive/Note 1:	
Informazioni aggiuntive/Note 2:	

## Utenza

Tipologia utenza:	Distribuzione generica	Sistema distribuzione:	TT
Potenza nominale:	50kW	Collegamento fasi:	3F+ N
Coefficiente:	1	Frequenza ingresso:	50Hz
Potenza dimensionamento:	50kW	Pot. trasferita a monte:	55,6kVA
Potenza reattiva:	24,2kVAR	Potenza totale:	69,3kVA
Corrente di impiego Ib:	80,2A	Potenza disponibile:	13,7kVA
Fattore di potenza:	0,9		
Tensione nominale:	400V		

## Cavi

Formazione:	3x(1x35)+1x25+1G25		
Tipo posa:	12 - cavi unipolari con guaina, con o senza armatura su passerelle non perforate		
Disposizione posa:	Raggruppati a fascio, annegati		
Designazione cavo	FG16M16 0.6/1 kV Cca-s1b,d1,a1		
Isolante (fase+ neutro+ PE):	HEPR	K <sup>2</sup> S <sup>2</sup> conduttore fase:	2,505*10 <sup>7</sup> A <sup>2</sup> s
Tabella posa:	CEI-UNEL 35024/1	K <sup>2</sup> S <sup>2</sup> neutro:	1,278*10 <sup>7</sup> A <sup>2</sup> s
Materiale conduttore:	RAME	K <sup>2</sup> S <sup>2</sup> PE:	1,936*10 <sup>7</sup> A <sup>2</sup> s
Lunghezza linea:	15m	Caduta di tensione parziale a Ib:	0,319%
Corrente ammissibile Iz:	118,3 A	Caduta di tensione totale a Ib:	0,319%
Corrente ammissibile neutro:	94,5 A	Temperatura ambiente:	30°C
Coefficiente di prossimità:	0,7 (Numero circuiti: 3)	Temperatura cavo a Ib:	57,6°C
Coefficiente di temperatura:	1	Temperatura cavo a In:	72,9°C
Coefficiente di declassamento totale:	0,7	Coordinamento Ib<=In<=Iz:	80,2<=100<=118,3 A

## Condizioni di guasto (CEI EN 60909-0)

Ikm max a monte:	10kA	Ik1fnmax:	4,37 kA
Ikv max a valle:	7,92kA	Ip1fn:	6,21 kA (Lim.)
Imagmax (magnetica massima):	3214 A	Ik1fnmin:	3,21 kA
Ik max:	7,92kA	Zk min:	29,2mohm
Ip:	6,87 kA (Lim.)	Zk max:	35,2mohm
Ik min:	6,23kA	Zk2 min:	33,7mohm
Ik2max:	6,86kA	Zk2 max:	40,6mohm
Ip2:	7,53 kA (Lim.)	Zk1fnmin:	52,9mohm
Ik2min:	5,4kA	Zk1fnmx:	68,3mohm

## Protezione

Costruttore protezione:	SCHNEIDER ELECTRIC		
Sigla protezione:	C120N-C + Vigi C120 A S SI 1 A		
Tipo protezione:	MT+D		
Corrente nominale protez.:	100A	Taratura termica neutro:	100 A
Numero poli:	4	Taratura magnetica neutro:	1000A
Curva di sgancio:	C	Taratura differenziale:	1 A
Classe d'impiego:	A	Potere di interruzione Pdl:	10kA
Taratura termica:	100 A	Verifica potere di interruzione:	10 >= 10 kA
Taratura magnetica:	1000A	Norma:	Icu - EN 60947
Sg. magnetico < I mag. massima:	1000 < 3214 A		

## Identificazione

Sigla utenza:	+ QPLSTU-QSTU
Denominazione 1:	Generale Quadro
Denominazione 2:	
Informazioni aggiuntive/Note 1:	
Informazioni aggiuntive/Note 2:	

## Utenza

Tipologia utenza:	Terminale generica	Sistema distribuzione:	TT
Potenza nominale:	50kW	Collegamento fasi:	3F+ N
Coefficiente:	1	Frequenza ingresso:	50Hz
Potenza dimensionamento:	50kW	Pot. trasferita a monte:	55,6kVA
Potenza reattiva:	24,2kVAR	Potenza totale:	69,3kVA
Corrente di impiego Ib:	80,2A	Potenza disponibile:	13,7kVA
Fattore di potenza:	0,9	Numero carichi utenza:	1
Tensione nominale:	400V		

## Condizioni di guasto (CEI EN 60909-0)

I <sub>km</sub> max a monte:	7,92 kA	I <sub>k1fn</sub> max:	4,37 kA
I <sub>kv</sub> max a valle:	7,92 kA	I <sub>p1fn</sub> :	5,01 kA (Lim.)
I <sub>mag</sub> max (magnetica massima):	3214 A	I <sub>k1fn</sub> min:	3,21 kA
I <sub>k</sub> max:	7,92 kA	Z <sub>k</sub> min:	29,2 mohm
I <sub>p</sub> :	6,52 kA (Lim.)	Z <sub>k</sub> max:	35,2 mohm
I <sub>k</sub> min:	6,23 kA	Z <sub>k2</sub> min:	33,7 mohm
I <sub>k2</sub> max:	6,86 kA	Z <sub>k2</sub> max:	40,6 mohm
I <sub>p2</sub> :	6,01 kA (Lim.)	Z <sub>k1fn</sub> min:	52,9 mohm
I <sub>k2</sub> min:	5,4 kA	Z <sub>k1fn</sub> mx:	68,3 mohm

## Protezione

Costruttore protezione:	SCHNEIDER ELECTRIC		
Sigla protezione:	iSW-NA 100A		
Corrente nominale protez.:	100A	Corrente sovraccarico I <sub>ns</sub> :	100A
Numero poli:	4	Potere di interruzione P <sub>dl</sub> :	n.d.

## Identificazione

Sigla utenza:	+ QPLLAV/OFF-Gen
Denominazione 1:	Generale
Denominazione 2:	Protezione Linea
Informazioni aggiuntive/Note 1:	
Informazioni aggiuntive/Note 2:	

## Utenza

Tipologia utenza:	Distribuzione generica	Sistema distribuzione:	TT
Potenza nominale:	15 kW	Collegamento fasi:	3F+ N
Coefficiente:	1	Frequenza ingresso:	50Hz
Potenza dimensionamento:	15 kW	Pot. trasferita a monte:	16,7 kVA
Potenza reattiva:	7,26 kVAR	Potenza totale:	27,7 kVA
Corrente di impiego Ib:	24,1 A	Potenza disponibile:	11 kVA
Fattore di potenza:	0,9		
Tensione nominale:	400V		

## Cavi

Formazione:	5G10		
Tipo posa:	12 - cavi multipolari con o senza armatura su passerelle non perforate		
Disposizione posa:	Raggruppati a fascio, annegati		
Designazione cavo	FG160M16 0.6/1 kV Cca-s1b,d1,a1		
Isolante (fase+ neutro+ PE):	HEPR	K <sup>2</sup> S <sup>2</sup> conduttore fase:	2,045*10 <sup>6</sup> A <sup>2</sup> s
Tabella posa:	CEI-UNEL 35024/1	K <sup>2</sup> S <sup>2</sup> neutro:	2,045*10 <sup>6</sup> A <sup>2</sup> s
Materiale conduttore:	RAME	K <sup>2</sup> S <sup>2</sup> PE:	2,045*10 <sup>6</sup> A <sup>2</sup> s
Lunghezza linea:	60m	Caduta di tensione parziale a Ib:	1,2%
Corrente ammissibile Iz:	49,7 A	Caduta di tensione totale a Ib:	1,2%
Corrente ammissibile neutro:	49,7 A	Temperatura ambiente:	30°C
Coefficiente di prossimità:	0,7 (Numero circuiti: 3)	Temperatura cavo a Ib:	44,1 °C
Coefficiente di temperatura:	1	Temperatura cavo a In:	68,9 °C
Coefficiente di declassamento totale:	0,7	Coordinamento Ib<= In<= Iz:	24,1<= 40<= 49,7 A

## Condizioni di guasto (CEI EN 60909-0)

I <sub>km</sub> max a monte:	10 kA	I <sub>k1fn</sub> max:	0,919 kA
I <sub>kv</sub> max a valle:	1,8 kA	I <sub>p1fn</sub> :	4,56 kA (Lim.)
I <sub>mag</sub> max (magnetica massima):	475,9 A	I <sub>k1fn</sub> min:	0,476 kA
I <sub>k</sub> max:	1,8 kA	Z <sub>k</sub> min:	128,3 mohm
I <sub>p</sub> :	5,06 kA (Lim.)	Z <sub>k</sub> max:	232,9 mohm
I <sub>k</sub> min:	0,942 kA	Z <sub>k2</sub> min:	148,2 mohm
I <sub>k2</sub> max:	1,56 kA	Z <sub>k2</sub> max:	269 mohm
I <sub>p2</sub> :	5,48 kA (Lim.)	Z <sub>k1fn</sub> min:	251,4 mohm
I <sub>k2</sub> min:	0,816 kA	Z <sub>k1fn</sub> max:	461,1 mohm

## Protezione

Costruttore protezione:	SCHNEIDER ELECTRIC		
Sigla protezione:	iC60H-C - 40A + Vigi iC60 A 0,3 A		
Tipo protezione:	MT + D		
Corrente nominale protez.:	40A	Taratura termica neutro:	40 A
Numero poli:	4	Taratura magnetica neutro:	400A
Curva di sgancio:	C	Taratura differenziale:	0,3 A
Classe d'impiego:	A	Potere di interruzione P <sub>dI</sub> :	15 kA
Taratura termica:	40 A	Verifica potere di interruzione:	15 >= 10 kA
Taratura magnetica:	400A	Norma:	Icu - EN 60947
Sg. magnetico < I mag. massima:	400 < 475,9 A		



**Identificazione**

Sigla utenza:	+ QPLLAV/OFF-QLAV/QOFF
Denominazione 1:	Generale Quadro
Denominazione 2:	
Informazioni aggiuntive/Note 1:	
Informazioni aggiuntive/Note 2:	

**Utenza**

Tipologia utenza:	Terminale generica	Sistema distribuzione:	TT
Potenza nominale:	15kW	Collegamento fasi:	3F+ N
Coefficiente:	1	Frequenza ingresso:	50Hz
Potenza dimensionamento:	15kW	Pot. trasferita a monte:	16,7 kVA
Potenza reattiva:	7,26 kVAR	Potenza totale:	27,7 kVA
Corrente di impiego Ib:	24,1 A	Potenza disponibile:	11 kVA
Fattore di potenza:	0,9	Numero carichi utenza:	1
Tensione nominale:	400V		

**Condizioni di guasto (CEI EN 60909-0)**

I <sub>km</sub> max a monte:	1,8kA	I <sub>k1fn</sub> max:	0,919kA
I <sub>kv</sub> max a valle:	1,8kA	I <sub>p1fn</sub> :	1,33 kA
I <sub>mag</sub> max (magnetica massima):	475,9A	I <sub>k1fn</sub> min:	0,476kA
I <sub>k</sub> max:	1,8kA	Z <sub>k</sub> min:	128,3 mohm
I <sub>p</sub> :	2,08 kA (Lim.)	Z <sub>k</sub> max:	232,9 mohm
I <sub>k</sub> min:	0,942kA	Z <sub>k2</sub> min:	148,2 mohm
I <sub>k2</sub> max:	1,56kA	Z <sub>k2</sub> max:	269mohm
I <sub>p2</sub> :	1,85 kA (Lim.)	Z <sub>k1fn</sub> min:	251,4 mohm
I <sub>k2</sub> min:	0,816kA	Z <sub>k1fn</sub> mx:	461,1 mohm

**Protezione**

Costruttore protezione:	SCHNEIDER ELECTRIC		
Sigla protezione:	iSW 63A		
Corrente nominale protez.:	63A	Corrente sovraccarico I <sub>ns</sub> :	40A
Numero poli:	4	Potere di interruzione P <sub>dI</sub> :	n.d.



## Rapporto di verifica

Commessa:

Descrizione:

Cliente:

Responsabile:

Data: 04/12/2023

Alimentazioni:

Tipo di quadro:

Grado di protezione:

Materiali usati:

Riferimenti:

Operatore:

Note:

**Utenza**  
**+QPLIC-GEN**

Protezione | Linea

**Coord. Ib < Ins < Iz [A]**

	Ib	<=	Ins	<=	Iz
Fase	12,83		32		38,4
Neutro	0		32		38,4

**Protezione**

Costruttore - Sigla	SCHNEIDER ELECTRIC	iC60H-C - 32A
Poli - Corrente nominale IN	4	32
Costruttore - Sigla sganciatore	SCHNEIDER ELECTRIC	Vigi iC60 AC 0,3 A

**Cavo**

Designazione	FG17 450/750 V Cca-s1b,d1,a1
Formazione	4x(1x6)+1G6
Lunghezza linea [m]	5
Temperatura cavo a Ib [°C]	30 <= 37 <= 90
Temperatura cavo a In [°C]	30 <= 72 <= 90

**K²S²>I²t [A²s]**

	Verificato
K²S² conduttore fase	7,362*10 <sup>5</sup>
K²S² neutro	7,362*10 <sup>5</sup>
K²S² PE	1,115*10 <sup>6</sup>

**Caduta di tensione [%]**

Tensione nominale [V]		400
Cdt (Ib)	CdtT (Ib)	Cdt max
0,089	0,089	4
Cdt (In)	CdtT (In)	
0,251	0,251	

**Correnti di guasto [kA]**

A regime fondo linea, Picco a inizio linea			
	Max	Min	Picco
Trifase	6,648	4,552	5,951
Bifase	5,757	3,942	5,478
Bifase-N	5,986	3,974	5,57
Fase-N	3,698	2,438	4,556
A transitorio fondo linea			
	IkV max	/_IkV max [°]	
	6,648	36,31	

**Esame/Prova (Esito e Commento)**

Esito: Non applicabile

**Utenza**  
**+QPLIC-QIC**

Carico Generico

**Coord. Ib < Ins < Iz [A]**

	Ib	<=	Ins	<=	Iz
Fase	4,811		32		
Neutro	0		32		

**Caduta di tensione [%]**

Tensione nominale [V]	400	
Cdt (Ib)	CdtT (Ib)	Cdt max
0	0,089	4
Cdt (In)	CdtT (In)	
0	0,251	

**Correnti di guasto [kA]**

A regime fondo linea, Picco a inizio linea			
	Max	Min	Picco
Trifase	6,648	4,552	4,139
Bifase	5,757	3,942	4,358
Bifase-N	5,986	3,974	4,451
Fase-N	3,698	2,438	3,391
A transitorio fondo linea			
	Ik <sub>v</sub> max	/_Ik <sub>v</sub> max [°]	
	6,648	36,31	

**Esame/Prova (Esito e Commento)**

Esito: Non applicabile

<b>Utenza</b> <b>+QPLIC-QPM</b>		<b>Quadro Pompe Meteoriche</b>																									
<b>Coord. Ib &lt; Ins &lt; Iz [A]</b>		<b>Protezione</b>																									
Fase	Ib <= Ins <= Iz 8,019 32 41	Costruttore - Sigla	SCHNEIDER ELECTRIC iC60H-C - 32A																								
Neutro	0 32 41	Poli - Corrente nominale IN	4 32																								
		Costruttore - Sigla sganciatore	SCHNEIDER ELECTRIC Vigi iC60 AC 0,3 A																								
<b>Cavo</b>		<b>K²S²&gt;I²t [A²s]</b>																									
Designazione FG16OM16 0.6/1 kV Cca-s1b,d1,a1 Formazione 5G6 Lunghezza linea [m] 110 Temperatura cavo a Ib [°C] 20 <= 23 <= 90 Temperatura cavo a In [°C] 20 <= 63 <= 90		Verificato K²S² conduttore fase 7,362*10 <sup>5</sup> K²S² neutro 7,362*10 <sup>5</sup> K²S² PE 7,362*10 <sup>5</sup>																									
<b>Caduta di tensione [%]</b>		<b>Correnti di guasto [kA]</b>																									
Tensione nominale [V] 400 Cdt (Ib) CdtT (Ib) Cdt max 1,158 1,247 4 Cdt (In) CdtT (In) 5,366 5,617		A regime fondo linea, Picco a inizio linea <table style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td></td> <td style="text-align: center;">Max</td> <td style="text-align: center;">Min</td> <td style="text-align: center;">Picco</td> </tr> <tr> <td>Trifase</td> <td style="text-align: center;">0,591</td> <td style="text-align: center;">0,297</td> <td style="text-align: center;">4,139</td> </tr> <tr> <td>Bifase</td> <td style="text-align: center;">0,512</td> <td style="text-align: center;">0,257</td> <td style="text-align: center;">4,358</td> </tr> <tr> <td>Bifase-N</td> <td style="text-align: center;">0,523</td> <td style="text-align: center;">0,261</td> <td style="text-align: center;">4,451</td> </tr> <tr> <td>Fase-N</td> <td style="text-align: center;">0,297</td> <td style="text-align: center;">0,149</td> <td style="text-align: center;">3,391</td> </tr> </table> A transitorio fondo linea <table style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="text-align: center;">Ikv max</td> <td style="text-align: center;">/_Ikv max [°]</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">0,591</td> <td style="text-align: center;">4,357</td> </tr> </table>			Max	Min	Picco	Trifase	0,591	0,297	4,139	Bifase	0,512	0,257	4,358	Bifase-N	0,523	0,261	4,451	Fase-N	0,297	0,149	3,391	Ikv max	/_Ikv max [°]	0,591	4,357
	Max	Min	Picco																								
Trifase	0,591	0,297	4,139																								
Bifase	0,512	0,257	4,358																								
Bifase-N	0,523	0,261	4,451																								
Fase-N	0,297	0,149	3,391																								
Ikv max	/_Ikv max [°]																										
0,591	4,357																										
<b>Esame/Prova (Esito e Commento)</b>																											
Esito: Non applicabile																											

<b>Utenza</b> +QPLPDC-Gen		<b>Generale</b>																																			
<b>Coord. Ib &lt; Ins &lt; Iz [A]</b>		<b>Protezione</b>																																			
	<table border="1"> <thead> <tr> <th></th> <th>Ib</th> <th>&lt;=</th> <th>Ins</th> <th>&lt;=</th> <th>Iz</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Fase</td> <td>0</td> <td></td> <td>160</td> <td></td> <td>188,3</td> </tr> <tr> <td>Neutro</td> <td>0</td> <td></td> <td>160</td> <td></td> <td>122,5</td> </tr> </tbody> </table>		Ib	<=	Ins	<=	Iz	Fase	0		160		188,3	Neutro	0		160		122,5	<table border="1"> <tbody> <tr> <td>Costruttore - Sigla</td> <td>SCHNEIDER ELECTRIC</td> <td>Compact NSA160N TM160D</td> </tr> <tr> <td>Poli - Corrente nominale IN</td> <td>4</td> <td>160</td> </tr> <tr> <td>Costruttore - Sigla</td> <td>SCHNEIDER ELECTRIC</td> <td>Vigi NSA valle 60ms</td> </tr> </tbody> </table>		Costruttore - Sigla	SCHNEIDER ELECTRIC	Compact NSA160N TM160D	Poli - Corrente nominale IN	4	160	Costruttore - Sigla	SCHNEIDER ELECTRIC	Vigi NSA valle 60ms							
	Ib	<=	Ins	<=	Iz																																
Fase	0		160		188,3																																
Neutro	0		160		122,5																																
Costruttore - Sigla	SCHNEIDER ELECTRIC	Compact NSA160N TM160D																																			
Poli - Corrente nominale IN	4	160																																			
Costruttore - Sigla	SCHNEIDER ELECTRIC	Vigi NSA valle 60ms																																			
<b>Cavo</b>		<b>K²S²&gt;I²t [A²s]</b>																																			
Designazione FG16M16 0.6/1 kV Cca-s1b,d1,a1 Formazione 3x(1x95)+1x50+1G50 Lunghezza linea [m] 30 Temperatura cavo a Ib [°C] 30 <= 30 <= 90 Temperatura cavo a In [°C] 30 <= 73 <= 90		<table border="1"> <thead> <tr> <th></th> <th>Verificato</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>K²S² conduttore fase</td> <td>1,846*10<sup>8</sup></td> </tr> <tr> <td>K²S² neutro</td> <td>5,112*10<sup>7</sup></td> </tr> <tr> <td>K²S² PE</td> <td>7,744*10<sup>7</sup></td> </tr> </tbody> </table>			Verificato	K²S² conduttore fase	1,846*10 <sup>8</sup>	K²S² neutro	5,112*10 <sup>7</sup>	K²S² PE	7,744*10 <sup>7</sup>																										
	Verificato																																				
K²S² conduttore fase	1,846*10 <sup>8</sup>																																				
K²S² neutro	5,112*10 <sup>7</sup>																																				
K²S² PE	7,744*10 <sup>7</sup>																																				
<b>Caduta di tensione [%]</b>		<b>Correnti di guasto [kA]</b>																																			
Tensione nominale [V] 400 <table border="1"> <thead> <tr> <th>Cdt (Ib)</th> <th>CdtT (Ib)</th> <th>Cdt max</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>0</td> <td>0</td> <td>4</td> </tr> </tbody> </table> <table border="1"> <thead> <tr> <th>Cdt (In)</th> <th>CdtT (In)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>0,536</td> <td>0,536</td> </tr> </tbody> </table>		Cdt (Ib)	CdtT (Ib)	Cdt max	0	0	4	Cdt (In)	CdtT (In)	0,536	0,536	A regime fondo linea, Picco a inizio linea <table border="1"> <thead> <tr> <th></th> <th>Max</th> <th>Min</th> <th>Picco</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Trifase</td> <td>8,08</td> <td>6,714</td> <td>16,877</td> </tr> <tr> <td>Bifase</td> <td>6,997</td> <td>5,814</td> <td>14,616</td> </tr> <tr> <td>Bifase-N</td> <td>7,377</td> <td>5,699</td> <td>15,057</td> </tr> <tr> <td>Fase-N</td> <td>4,395</td> <td>3,347</td> <td>10,126</td> </tr> </tbody> </table> A transitorio fondo linea <table border="1"> <thead> <tr> <th>Ikv max</th> <th>/_IkV max [°]</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>8,08</td> <td>51,89</td> </tr> </tbody> </table>			Max	Min	Picco	Trifase	8,08	6,714	16,877	Bifase	6,997	5,814	14,616	Bifase-N	7,377	5,699	15,057	Fase-N	4,395	3,347	10,126	Ikv max	/_IkV max [°]	8,08	51,89
Cdt (Ib)	CdtT (Ib)	Cdt max																																			
0	0	4																																			
Cdt (In)	CdtT (In)																																				
0,536	0,536																																				
	Max	Min	Picco																																		
Trifase	8,08	6,714	16,877																																		
Bifase	6,997	5,814	14,616																																		
Bifase-N	7,377	5,699	15,057																																		
Fase-N	4,395	3,347	10,126																																		
Ikv max	/_IkV max [°]																																				
8,08	51,89																																				
<b>Esame/Prova (Esito e Commento)</b>																																					
Esito: Non applicabile																																					

**Utenza**  
**+QPLPDC-QPC**

## Generale Quadro

**Coord. Ib < Ins < Iz [A]**

	Ib	<=	Ins	<=	Iz
Fase	0		160		
Neutro	0		160		

**Protezione**

Costruttore - Sigla	SCHNEIDER ELECTRIC	Compact INS160
Poli - Corrente nominale IN	4	160

**Caduta di tensione [%]**

Tensione nominale [V]	400	
Cdt (Ib)	CdtT (Ib)	Cdt max
0	0	4
Cdt (In)	CdtT (In)	
0	0,536	

**Correnti di guasto [kA]**

A regime fondo linea, Picco a inizio linea			
	Max	Min	Picco
Trifase	8,08	6,714	12,719
Bifase	6,997	5,814	11,015
Bifase-N	7,377	5,699	11,614
Fase-N	4,395	3,347	6,919
A transitorio fondo linea			
	Ik <sub>v</sub> max	/_ Ik <sub>v</sub> max [°]	
	8,08	51,89	

**Esame/Prova (Esito e Commento)**

Esito: Non applicabile

**Utenza**  
**+QPLPDC-PDC****Pompa di calore****Coord. Ib < Ins < Iz [A]**

	Ib	<=	Ins	<=	Iz
Fase	56,131		100		118,3
Neutro	0		100		118,3

**Protezione**

Costruttore - Sigla	SCHNEIDER ELECTRIC	C120N-C
Poli - Corrente nominale IN	4	100
Costruttore - Sigla sganciatore	SCHNEIDER ELECTRIC	Vigi C120 A 0,3 A

**Cavo**

Designazione	FG16M16 0.6/1 kV Cca-s1b,d1,a1				
Formazione	4x(1x35)+1G35				
Lunghezza linea [m]	35				
Temperatura cavo a Ib [°C]	30	<=	44	<=	90
Temperatura cavo a In [°C]	30	<=	73	<=	90

**K²S²>I²t [A²s]**

	Verificato
K²S² conduttore fase	2,505*10 <sup>7</sup>
K²S² neutro	2,505*10 <sup>7</sup>
K²S² PE	3,795*10 <sup>7</sup>

**Caduta di tensione [%]**

Tensione nominale [V]	400	
Cdt (Ib)	CdtT (Ib)	Cdt max
0,498	0,498	4
Cdt (In)	CdtT (In)	
0,976	1,512	

**Correnti di guasto [kA]**

A regime fondo linea, Picco a inizio linea			
	Max	Min	Picco
Trifase	5,127	3,317	6,794
Bifase	4,44	2,873	6,259
Bifase-N	4,636	2,869	6,451
Fase-N	2,659	1,622	5,035
A transitorio fondo linea			
	IkV max	/_IkV max [°]	
	5,127	34,645	

**Esame/Prova (Esito e Commento)**

Esito: Non applicabile



**Utenza**  
**+QPLPDC-PDC**

**Pompa di calore**

## Coord. Ib < Ins < Iz [A]

	Ib	<=	Ins	<=	Iz
Fase	43,301		100		118,3
Neutro	0		100		118,3

## Protezione

Costruttore - Sigla	SCHNEIDER ELECTRIC	C120N-C
Poli - Corrente nominale IN	4	100
Costruttore - Sigla sganciatore	SCHNEIDER ELECTRIC	Vigi C120 A 0,3 A

## Cavo

Designazione	FG16M16 0.6/1 kV Cca-s1b,d1,a1
Formazione	4x(1x35)+1G35
Lunghezza linea [m]	35
Temperatura cavo a Ib [°C]	30 <= 38 <= 90
Temperatura cavo a In [°C]	30 <= 73 <= 90

## K²S²>I²t [A²s]

	Verificato
K²S² conduttore fase	2,505*10 7
K²S² neutro	2,505*10 7
K²S² PE	3,795*10 7

## Caduta di tensione [%]

Tensione nominale [V]	400	
Cdt (Ib)	CdtT (Ib)	Cdt max
0,377	0,377	4
Cdt (In)	CdtT (In)	
0,976	1,512	

## Correnti di guasto [kA]

A regime fondo linea, Picco a inizio linea			
	Max	Min	Picco
Trifase	5,127	3,317	6,794
Bifase	4,44	2,873	6,259
Bifase-N	4,636	2,869	6,451
Fase-N	2,659	1,622	5,035
A transitorio fondo linea			
	IkV max	/_IkV max [°]	
	5,127	34,645	

## Esame/Prova (Esito e Commento)

Esito: Non applicabile

**Utenza**  
**+QPLPDC-PDC**

**Pompa di calore**

## Coord. Ib < Ins < Iz [A]

	Ib	<=	Ins	<=	Iz
Fase	43,301		100		118,3
Neutro	0		100		118,3

## Protezione

Costruttore - Sigla	SCHNEIDER ELECTRIC	C120N-C
Poli - Corrente nominale IN	4	100
Costruttore - Sigla sganciatore	SCHNEIDER ELECTRIC	Vigi C120 A 0,3 A

## Cavo

Designazione	FG16M16 0.6/1 kV Cca-s1b,d1,a1
Formazione	4x(1x35)+1G35
Lunghezza linea [m]	35
Temperatura cavo a Ib [°C]	30 <= 38 <= 90
Temperatura cavo a In [°C]	30 <= 73 <= 90

## K²S²>I²t [A²s]

	Verificato
K²S² conduttore fase	2,505*10 7
K²S² neutro	2,505*10 7
K²S² PE	3,795*10 7

## Caduta di tensione [%]

Tensione nominale [V]	400	
Cdt (Ib)	CdtT (Ib)	Cdt max
0,377	0,377	4
Cdt (In)	CdtT (In)	
0,976	1,512	

## Correnti di guasto [kA]

A regime fondo linea, Picco a inizio linea			
	Max	Min	Picco
Trifase	5,127	3,317	6,794
Bifase	4,44	2,873	6,259
Bifase-N	4,636	2,869	6,451
Fase-N	2,659	1,622	5,035
A transitorio fondo linea			
	IkV max	/_IkV max [°]	
	5,127	34,645	

## Esame/Prova (Esito e Commento)

Esito: Non applicabile

**Utenza**  
**+QPLPDC-QSEZ**

Fotovoltaico

**Coord. Ib < Ins < Iz [A]**

	Ib	<=	Ins	<=	Iz
Fase	129,904		160		194,6
Neutro	0		160		125,3

**Protezione**

Costruttore - Sigla	SCHNEIDER ELECTRIC	Compact NSA160N TM160D
Poli - Corrente nominale IN	4	160
Costruttore - Sigla	SCHNEIDER ELECTRIC	Vigi NSA valle 60ms

**Cavo**

Designazione	FG16OM16 0.6/1 kV Cca-s1b,d1,a1
Formazione	3x95+1x50+1G50
Lunghezza linea [m]	35
Temperatura cavo a Ib [°C]	30 <= 57 <= 90
Temperatura cavo a In [°C]	30 <= 71 <= 90

**K²S²>I²t [A²s]**

	Verificato
K²S² conduttore fase	1,846*10 <sup>8</sup>
K²S² neutro	5,112*10 <sup>7</sup>
K²S² PE	5,112*10 <sup>7</sup>

**Caduta di tensione [%]**

Tensione nominale [V]	400	
Cdt (Ib)	CdtT (Ib)	Cdt max
0,472	0,472	4
Cdt (In)	CdtT (In)	
0,606	1,142	

**Correnti di guasto [kA]**

A regime fondo linea, Picco a inizio linea			
	Max	Min	Picco
Trifase	6,577	4,886	12,719
Bifase	5,696	4,232	11,015
Bifase-N	6,019	4,139	11,614
Fase-N	3,263	2,152	6,919
A transitorio fondo linea			
	IkV max	/_IkV max [°]	
	6,577	45,179	

**Esame/Prova (Esito e Commento)**

Esito: Non applicabile

**Utenza**  
+QPLA-Gen

Generale | Protezione Linea

**Coord. Ib < Ins < Iz [A]**

	Ib	<=	Ins	<=	Iz
Fase	28,86		32		75
Neutro	28,86		32		75

**Protezione**

Costruttore - Sigla	SCHNEIDER ELECTRIC	iC60N-C - 32A
Poli - Corrente nominale IN	2	32
Costruttore - Sigla sganciatore	SCHNEIDER ELECTRIC	Vigi iC60 AC 0,3 A

**Cavo**

Designazione	FG17 450/750 V Cca-s1b,d1,a1
Formazione	2x(1x10)+1G10
Lunghezza linea [m]	30
Temperatura cavo a Ib [°C]	30 <= 39 <= 90
Temperatura cavo a In [°C]	30 <= 41 <= 90

**K²S²>I²t [A²s]**

	Verificato
K²S² conduttore fase	2,045*10 <sup>6</sup>
K²S² neutro	2,045*10 <sup>6</sup>
K²S² PE	3,098*10 <sup>6</sup>

**Caduta di tensione [%]**

Tensione nominale [V]	231	
Cdt (Ib)	CdtT (Ib)	Cdt max
1,419	1,419	4
Cdt (In)	CdtT (In)	
1,584	1,584	

**Correnti di guasto [kA]**

A regime fondo linea, Picco a inizio linea			
	Max	Min	Picco
Fase-N	1,66	0,904	4,145
A transitorio fondo linea			
	IkV max	/_IkV max [°]	
	1,66	16,125	

**Esame/Prova (Esito e Commento)**

Esito: Non applicabile

**Utenza**  
+QPLA-QA

Generale Quadro

**Coord. Ib < Ins < Iz [A]**

	Ib	<=	Ins	<=	Iz
Fase	28,86		32		
Neutro	28,86		32		

**Protezione**

Costruttore - Sigla	SCHNEIDER ELECTRIC	iSW 32A
Poli - Corrente nominale IN	2	32

**Caduta di tensione [%]**

Tensione nominale [V]	231	
Cdt (Ib)	CdtT (Ib)	Cdt max
0	1,419	4
Cdt (In)	CdtT (In)	
0	1,584	

**Correnti di guasto [kA]**

A regime fondo linea, Picco a inizio linea			
	Max	Min	Picco
Fase-N	1,66	0,904	1,717
A transitorio fondo linea			
	IkV max	/_IkV max [°]	
	1,66	16,125	

**Esame/Prova (Esito e Commento)**

Esito: Non applicabile

**Utenza**  
**+QPLCT-Gen**

Generale | Protezione Linea

**Coord. Ib < Ins < Iz [A]**

	Ib	<=	Ins	<=	Iz
Fase	32,075		63		100,8
Neutro	0		63		81,9

**Protezione**

Costruttore - Sigla	SCHNEIDER ELECTRIC	iC60H-C - 63A
Poli - Corrente nominale IN	4	63
Costruttore - Sigla sganciatore	SCHNEIDER ELECTRIC	Vigi iC60 A S 1 A

**Cavo**

Designazione	FG16M16 0.6/1 kV Cca-s1b,d1,a1		
Formazione	3x(1x35)+1x25+1G25		
Lunghezza linea [m]	30		
Temperatura cavo a Ib [°C]	30	<=	36 <= 90
Temperatura cavo a In [°C]	30	<=	53 <= 90

**K²S²>I²t [A²s]**

	Verificato
K²S² conduttore fase	2,505*10 <sup>7</sup>
K²S² neutro	1,278*10 <sup>7</sup>
K²S² PE	1,936*10 <sup>7</sup>

**Caduta di tensione [%]**

Tensione nominale [V]	400	
Cdt (Ib)	CdtT (Ib)	Cdt max
0,238	0,238	4
Cdt (In)	CdtT (In)	
0,495	0,495	

**Correnti di guasto [kA]**

A regime fondo linea, Picco a inizio linea			
	Max	Min	Picco
Trifase	6,384	4,436	5,058
Bifase	5,529	3,841	5,478
Bifase-N	5,794	3,811	5,57
Fase-N	3,293	2,117	4,56
A transitorio fondo linea			
	IkV max	/_IkV max [°]	
	6,384	38,808	

**Esame/Prova (Esito e Commento)**

Esito: Non applicabile

**Utenza**  
**+QPLCT-QCT**

## Generale Quadro

**Coord. Ib < Ins < Iz [A]**

	Ib	<=	Ins	<=	Iz
Fase	32,075		63		
Neutro	0		63		

**Protezione**

Costruttore - Sigla	SCHNEIDER ELECTRIC	iSW 63A
Poli - Corrente nominale IN	4	63

**Caduta di tensione [%]**

Tensione nominale [V]	400	
Cdt (Ib)	CdtT (Ib)	Cdt max
0	0,238	4
Cdt (In)	CdtT (In)	
0	0,495	

**Correnti di guasto [kA]**

A regime fondo linea, Picco a inizio linea			
	Max	Min	Picco
Trifase	6,384	4,436	4,085
Bifase	5,529	3,841	4,294
Bifase-N	5,794	3,81	4,403
Fase-N	3,293	2,117	3,099
A transitorio fondo linea			
	IkV max	/_IkV max [°]	
	6,384	38,808	

**Esame/Prova (Esito e Commento)**

Esito: Non applicabile

**Utenza**  
**+QPLBIBLIO-Gen**

Generale | Protezione Linea

**Coord. Ib < Ins < Iz [A]**

	Ib	<=	Ins	<=	Iz
Fase	32,075		40		67,2
Neutro	0		40		67,2

**Protezione**

Costruttore - Sigla	SCHNEIDER ELECTRIC	iC60H-C - 40A
Poli - Corrente nominale IN	4	40
Costruttore - Sigla sganciatore	SCHNEIDER ELECTRIC	Vigi iC60 A 0,3 A

**Cavo**

Designazione	FG16OM16 0.6/1 kV Cca-s1b,d1,a1			
Formazione	5G16			
Lunghezza linea [m]	15			
Temperatura cavo a Ib [°C]	30	<=	44	<= 90
Temperatura cavo a In [°C]	30	<=	51	<= 90

**K²S²>I²t [A²s]**

	Verificato
K²S² conduttore fase	5,235*10 <sup>6</sup>
K²S² neutro	5,235*10 <sup>6</sup>
K²S² PE	5,235*10 <sup>6</sup>

**Caduta di tensione [%]**

Tensione nominale [V]	400	
Cdt (Ib)	CdtT (Ib)	Cdt max
0,254	0,254	4
Cdt (In)	CdtT (In)	
0,325	0,325	

**Correnti di guasto [kA]**

A regime fondo linea, Picco a inizio linea			
	Max	Min	Picco
Trifase	6,351	4,283	5,058
Bifase	5,501	3,71	5,478
Bifase-N	5,72	3,739	5,57
Fase-N	3,521	2,285	4,56
A transitorio fondo linea			
	IkV max	/_IkV max [°]	
	6,351	35,52	

**Esame/Prova (Esito e Commento)**

Esito: Non applicabile



**Utenza**  
**+QPLBIBLIO-QBIBLIO**

Generale Quadro

**Coord. Ib < Ins < Iz [A]**

	Ib	<=	Ins	<=	Iz
Fase	32,075		40		
Neutro	0		40		

**Protezione**

Costruttore - Sigla	SCHNEIDER ELECTRIC	iSW 63A
Poli - Corrente nominale IN	4	63

**Caduta di tensione [%]**

Tensione nominale [V]	400	
Cdt (Ib)	CdtT (Ib)	Cdt max
0	0,254	4
Cdt (In)	CdtT (In)	
0	0,325	

**Correnti di guasto [kA]**

A regime fondo linea, Picco a inizio linea			
	Max	Min	Picco
Trifase	6,351	4,283	4,04
Bifase	5,501	3,71	4,247
Bifase-N	5,72	3,739	4,335
Fase-N	3,521	2,285	3,264
A transitorio fondo linea			
	Ik <sub>v</sub> max	/_Ik <sub>v</sub> max [°]	
	6,351	35,52	

**Esame/Prova (Esito e Commento)**

Esito: Non applicabile

**Utenza**  
**+QPLSTU-Gen**

Generale | Protezione Linea

**Coord. Ib < Ins < Iz [A]**

	Ib	<=	Ins	<=	Iz
Fase	80,188		100		118,3
Neutro	0		100		94,5

**Protezione**

Costruttore - Sigla	SCHNEIDER ELECTRIC	C120N-C
Poli - Corrente nominale IN	4	100
Costruttore - Sigla sganciatore	SCHNEIDER ELECTRIC	Vigi C120 A S SI 1 A

**Cavo**

Designazione	FG16M16 0.6/1 kV Cca-s1b,d1,a1
Formazione	3x(1x35)+1x25+1G25
Lunghezza linea [m]	15
Temperatura cavo a Ib [°C]	30 <= 58 <= 90
Temperatura cavo a In [°C]	30 <= 73 <= 90

**K²S²>I²t [A²s]**

	Verificato
K²S² conduttore fase	2,505*10 <sup>7</sup>
K²S² neutro	1,278*10 <sup>7</sup>
K²S² PE	1,936*10 <sup>7</sup>

**Caduta di tensione [%]**

Tensione nominale [V]	400	
Cdt (Ib)	CdtT (Ib)	Cdt max
0,319	0,319	4
Cdt (In)	CdtT (In)	
0,418	0,418	

**Correnti di guasto [kA]**

A regime fondo linea, Picco a inizio linea			
	Max	Min	Picco
Trifase	7,922	6,235	6,874
Bifase	6,86	5,399	7,526
Bifase-N	7,191	5,357	7,636
Fase-N	4,366	3,214	6,209
A transitorio fondo linea			
	Ik <sub>v</sub> max	/_Ik <sub>v</sub> max [°]	
	7,922	47,04	

**Esame/Prova (Esito e Commento)**

Esito: Non applicabile

**Utenza**  
**+QPLSTU-QSTU**

Generale Quadro

**Coord. Ib < Ins < Iz [A]**

	Ib	<=	Ins	<=	Iz
Fase	80,188		100		
Neutro	0		100		

**Protezione**

Costruttore - Sigla	SCHNEIDER ELECTRIC	iSW-NA 100A
Poli - Corrente nominale IN	4	100

**Caduta di tensione [%]**

Tensione nominale [V]		400
Cdt (Ib)	CdtT (Ib)	Cdt max
0	0,319	4
Cdt (In)	CdtT (In)	
0	0,418	

**Correnti di guasto [kA]**

A regime fondo linea, Picco a inizio linea			
	Max	Min	Picco
Trifase	7,922	6,235	6,525
Bifase	6,86	5,399	6,005
Bifase-N	7,191	5,357	6,167
Fase-N	4,366	3,214	5,013
A transitorio fondo linea			
	Ik <sub>v</sub> max	/_ Ik <sub>v</sub> max [°]	
	7,922	47,04	

**Esame/Prova (Esito e Commento)**

Esito: Non applicabile

**Utenza**  
**+QPLLAV/OFF-Gen**

Generale | Protezione Linea

**Coord. Ib < Ins < Iz [A]**

	Ib	<=	Ins	<=	Iz
Fase	24,056		40		49,7
Neutro	0		40		49,7

**Protezione**

Costruttore - Sigla	SCHNEIDER ELECTRIC	iC60H-C - 40A
Poli - Corrente nominale IN	4	40
Costruttore - Sigla sganciatore	SCHNEIDER ELECTRIC	Vigi iC60 A 0,3 A

**Cavo**

Designazione	FG16OM16 0.6/1 kV Cca-s1b,d1,a1				
Formazione	5G10				
Lunghezza linea [m]	60				
Temperatura cavo a Ib [°C]	30	<=	44	<=	90
Temperatura cavo a In [°C]	30	<=	69	<=	90

**K²S²>I²t [A²s]**

	Verificato
K²S² conduttore fase	2,045*10 <sup>6</sup>
K²S² neutro	2,045*10 <sup>6</sup>
K²S² PE	2,045*10 <sup>6</sup>

**Caduta di tensione [%]**

Tensione nominale [V]	400	
Cdt (Ib)	CdtT (Ib)	Cdt max
1,198	1,198	4
Cdt (In)	CdtT (In)	
2,171	2,171	

**Correnti di guasto [kA]**

A regime fondo linea, Picco a inizio linea			
	Max	Min	Picco
Trifase	1,8	0,942	5,058
Bifase	1,559	0,816	5,478
Bifase-N	1,601	0,828	5,57
Fase-N	0,919	0,476	4,56
A transitorio fondo linea			
	IkV max	/_IkV max [°]	
	1,8	11,089	

**Esame/Prova (Esito e Commento)**

Esito: Non applicabile

**Utenza**  
+QPLLAV/OFF-QLAV/QOFF

Generale Quadro

**Coord. Ib < Ins < Iz [A]**

	Ib	<=	Ins	<=	Iz
Fase	24,056		40		
Neutro	0		40		

**Protezione**

Costruttore - Sigla	SCHNEIDER ELECTRIC	iSW 63A
Poli - Corrente nominale IN	4	63

**Caduta di tensione [%]**

Tensione nominale [V]		400
Cdt (Ib)	CdtT (Ib)	Cdt max
0	1,198	4
Cdt (In)	CdtT (In)	
0	2,171	

**Correnti di guasto [kA]**

A regime fondo linea, Picco a inizio linea			
	Max	Min	Picco
Trifase	1,8	0,942	2,077
Bifase	1,559	0,816	1,851
Bifase-N	1,601	0,828	1,89
Fase-N	0,919	0,476	1,325
A transitorio fondo linea			
	IkV max	/_IkV max [°]	
	1,8	11,089	

**Esame/Prova (Esito e Commento)**

Esito: Non applicabile

# **PROGETTO DEFINITIVO**

PER LA REALIZZAZIONE DI UN IMPIANTO FOTOVOLTAICO  
DI POTENZA NOMINALE PARI A 79,7 kW  
DENOMINATO  
EX ALFA WASSERMANN

SITO NEL COMUNE DI  
Borgonuovo  
Via Porrettana 2  
40037 - Città Metropolitana di Bologna

## **COMMITTENTE:**

COMUNE DI SASSO MARCONI

-

Allegati:

- *Schema unifilare dell'impianto;*

**DATA**

11/09/2023

**IL TECNICO**

## SOMMARIO

DATI GENERALI DELL'IMPIANTO.....	3
SITO DI INSTALLAZIONE.....	3
DIMENSIONAMENTO DELL'IMPIANTO .....	3
DESCRIZIONE DELL'IMPIANTO .....	5
EMISSIONI .....	5
RADIAZIONE SOLARE .....	6
ESPOSIZIONI.....	7
Generatore n. 1.....	12
GRUPPO DI CONVERSIONE .....	12
DIMENSIONAMENTO .....	15
Cavi elettrici e cablaggi .....	17
Quadri elettrici .....	20
VERIFICHE .....	21
PLANIMETRIA DEL GENERATORE .....	22
Generatore n. 2.....	23
GRUPPO DI CONVERSIONE .....	23
DIMENSIONAMENTO .....	26
Cavi elettrici e cablaggi .....	27
Quadri elettrici .....	31
VERIFICHE .....	32
PLANIMETRIA DEL GENERATORE .....	33
SCHEMA UNIFILARE DELL'IMPIANTO .....	33
RIFERIMENTI NORMATIVI.....	34
CONCLUSIONI.....	36

## DATI GENERALI DELL'IMPIANTO

Il presente progetto è relativo alla realizzazione di un impianto di produzione di energia elettrica tramite conversione fotovoltaica, avente una potenza nominale di 79,7 kW e potenza di picco di 80,1 kWp.

COMMITTENTE	
Committente:	COMUNE DI SASSO MARCONI
Indirizzo:	
Codice fiscale/Partita IVA:	
Telefono:	
Fax:	
E-mail:	

## SITO DI INSTALLAZIONE

L'impianto EX ALFA WASSERMANN presenta le seguenti caratteristiche: ACCORDO DI PROGRAMMA IN VARIANTE AREA "EX ALFA WASSERMANN"

SITA NEL COMUNE DI SASSO MARCONI, FRAZIONE DI BORGONUOVO

PNRR - MISSIONE M5C2-COMPONENTE C2-INVESTIMENTO 2.3

PROGETTO PINQUA QUALITA' DELL'ABITARE

.

DATI RELATIVI ALLA LOCALITÀ DI INSTALLAZIONE	
Località:	Borgonuovo 40037 Via Porrettana 2
Latitudine:	044°26'55"N
Longitudine:	011°16'26"E
Altitudine:	61 m
Fonte dati climatici:	ENEA
Albedo:	0 %

## DIMENSIONAMENTO DELL'IMPIANTO

La quantità di energia elettrica producibile sarà calcolata sulla base dei dati radiometrici di cui alla norma ENEA e utilizzando i metodi di calcolo illustrati nella norma UNI 10349-1:2016.

Per gli impianti verranno rispettate le seguenti condizioni *(da effettuare per ciascun "generatore fotovoltaico", inteso come insieme di moduli fotovoltaici con stessa inclinazione e stesso orientamento)*:

in fase di avvio dell'impianto fotovoltaico, il rapporto fra l'energia o la potenza prodotta in corrente alternata e l'energia o la potenza producibile in corrente alternata (determinata in funzione



dell'irraggiamento solare incidente sul piano dei moduli, della potenza nominale dell'impianto e della temperatura di funzionamento dei moduli) sia almeno superiore a 0,78 nel caso di utilizzo di inverter di potenza fino a 20 kW e 0,8 nel caso di utilizzo di inverter di potenza superiore, nel rispetto delle condizioni di misura e dei metodi di calcolo descritti nella medesima Guida CEI 82-25.

Non sarà ammesso il parallelo di stringhe non perfettamente identiche tra loro per esposizione, e/o marca, e/o modello, e/o numero dei moduli impiegati. Ciascun modulo, infine, sarà dotato di diodo di by-pass.

Sarà, inoltre, sempre rilevabile l'energia prodotta (cumulata) e le relative ore di funzionamento.

## DESCRIZIONE DELL'IMPIANTO

L'impianto fotovoltaico è costituito da n° 2 generatori fotovoltaici composti da n° 178 moduli fotovoltaici e da n° 2 inverter con tipo di realizzazione Incentivo 1 .

La potenza di picco è di 80,1 kWp per una produzione di 87.159,5 kWh annui distribuiti su una superficie di 347,1 m<sup>2</sup>.

Modalità di connessione alla rete Trifase in Bassa tensione con tensione di fornitura 400 V.

## EMISSIONI

L'impianto riduce le emissioni inquinanti in atmosfera secondo la seguente tabella annuale:

Equivalenti di produzione termoelettrica	
Anidride solforosa (SO <sub>2</sub> ):	61,08 kg
Ossidi di azoto (NO <sub>x</sub> ):	76,90 kg
Polveri:	2,73 kg
Anidride carbonica (CO <sub>2</sub> ):	45,46 t

Equivalenti di produzione geotermica	
Idrogeno solforato (H <sub>2</sub> S) (fluido geotermico):	2,67 kg
Anidride carbonica (CO <sub>2</sub> ):	0,51 t
Tonnellate equivalenti di petrolio (TEP):	16,30 TEP

## RADIAZIONE SOLARE

La valutazione della risorsa solare disponibile è stata effettuata in base alla Norma ENEA, prendendo come riferimento la località che dispone dei dati storici di radiazione solare nelle immediate vicinanze di Borgonuovo.

**TABELLA DI RADIAZIONE SOLARE SUL PIANO ORIZZONTALE**

Mese	Totale giornaliero [MJ/m <sup>2</sup> ]	Totale mensile [MJ/m <sup>2</sup> ]
Gennaio	5,5	170,5
Febbraio	8,2	229,6
Marzo	13,7	424,7
Aprile	17,3	519
Maggio	21,1	654,1
Giugno	23	690
Luglio	23,3	722,3
Agosto	19,7	610,7
Settembre	15,1	453
Ottobre	10,2	316,2
Novembre	6,2	186
Dicembre	4,5	139,5

**TABELLA PRODUZIONE ENERGIA**

Mese	Totale giornaliero [kWh]	Totale mensile [kWh]
Gennaio	135,768	4208,807
Febbraio	172,759	4837,264
Marzo	253,435	7856,485
Aprile	278,544	8356,331
Maggio	313,331	9713,257
Giugno	330,527	9915,808
Luglio	338,678	10499,006
Agosto	305,857	9481,554
Settembre	263,092	7892,769
Ottobre	207,68	6438,077
Novembre	146,939	4408,161
Dicembre	114,58	3551,979

## ESPOSIZIONI

---

L'impianto fotovoltaico è composto da 2 generatori distribuiti su 2 esposizioni come di seguito definite:

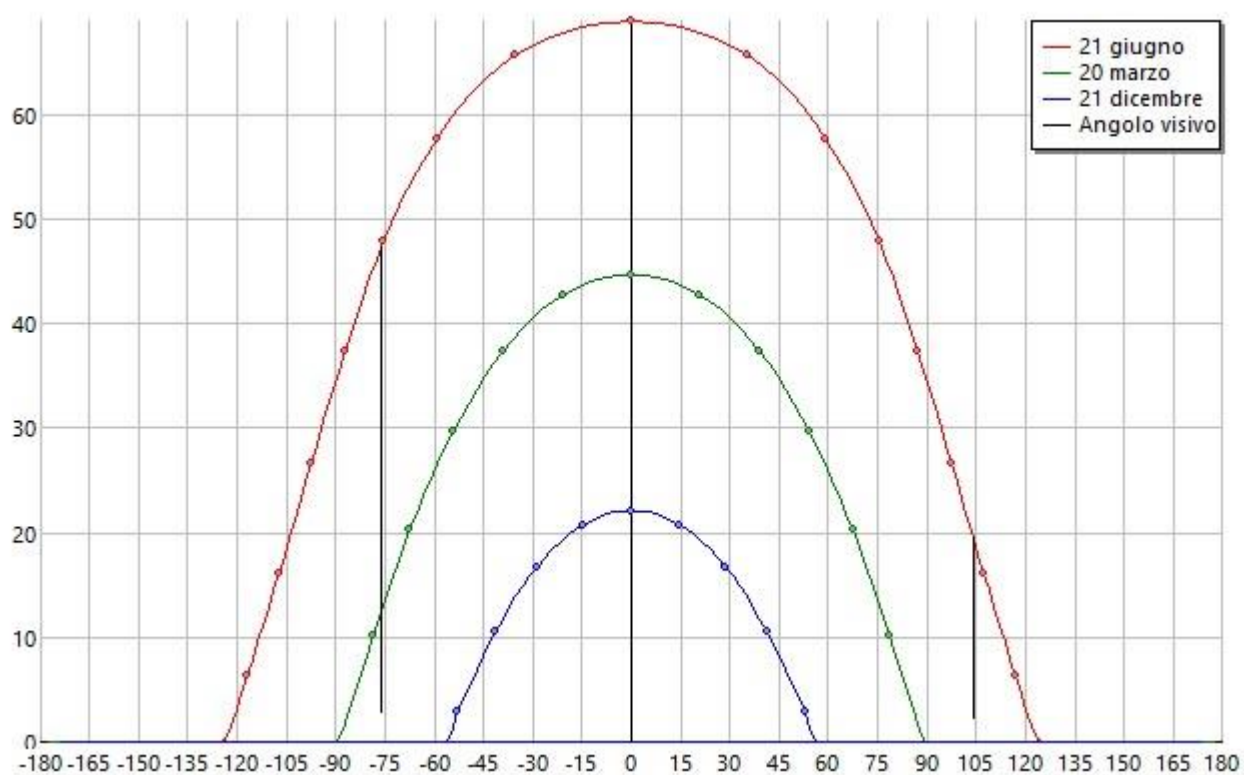
Descrizione	Tipo realizzazione	Tipo installazione	Orient.	Inclin.	Omr.
Esposizione 1	[Non assegnato]	Inclinazione fissa	14°	90°	0 %
Esposizione 2	[Non assegnato]	Inclinazione fissa	14°	5°	0 %

## Esposizione 1

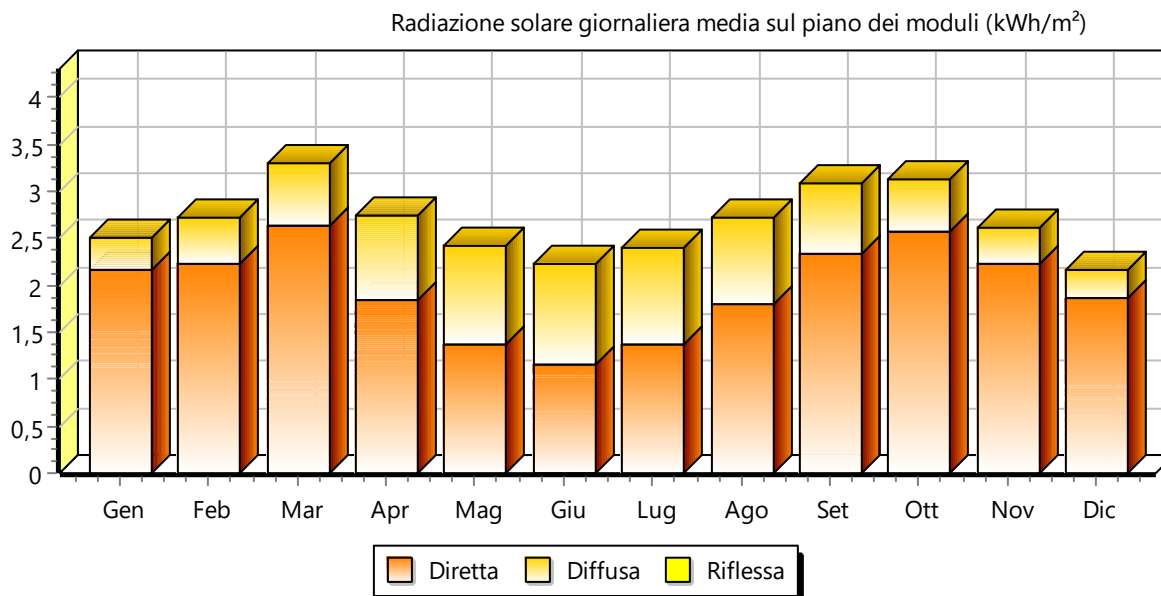
Esposizione 1 sarà esposta con un orientamento di  $14,00^\circ$  (azimut) rispetto al sud ed avrà un'inclinazione rispetto all'orizzontale di  $90,00^\circ$  (tilt).

La produzione di energia dell'esposizione Esposizione 1 è condizionata da alcuni fattori di ombreggiamento che determinano una riduzione della radiazione solare nella misura del 0 %.

### DIAGRAMMA DI OMBREGGIAMENTO



## DIAGRAMMA RADIAZIONE SOLARE



## TABELLA DI RADIAZIONE SOLARE

Mese	Radiazione Diretta [kWh/m <sup>2</sup> ]	Radiazione Diffusa [kWh/m <sup>2</sup> ]	Radiazione Riflessa [kWh/m <sup>2</sup> ]	Totale giornaliero [kWh/m <sup>2</sup> ]	Totale mensile [kWh/m <sup>2</sup> ]
Gennaio	2,152	0,342	0	2,494	77,32
Febbraio	2,217	0,493	0	2,709	75,856
Marzo	2,638	0,665	0	3,303	102,396
Aprile	1,848	0,892	0	2,741	82,217
Maggio	1,375	1,035	0	2,41	74,702
Giugno	1,149	1,087	0	2,235	67,065
Luglio	1,373	1,021	0	2,395	74,237
Agosto	1,791	0,923	0	2,714	84,144
Settembre	2,338	0,744	0	3,082	92,464
Ottobre	2,574	0,542	0	3,116	96,593
Novembre	2,227	0,377	0	2,604	78,114
Dicembre	1,86	0,3	0	2,16	66,972

## STRUTTURE DI SOSTEGNO

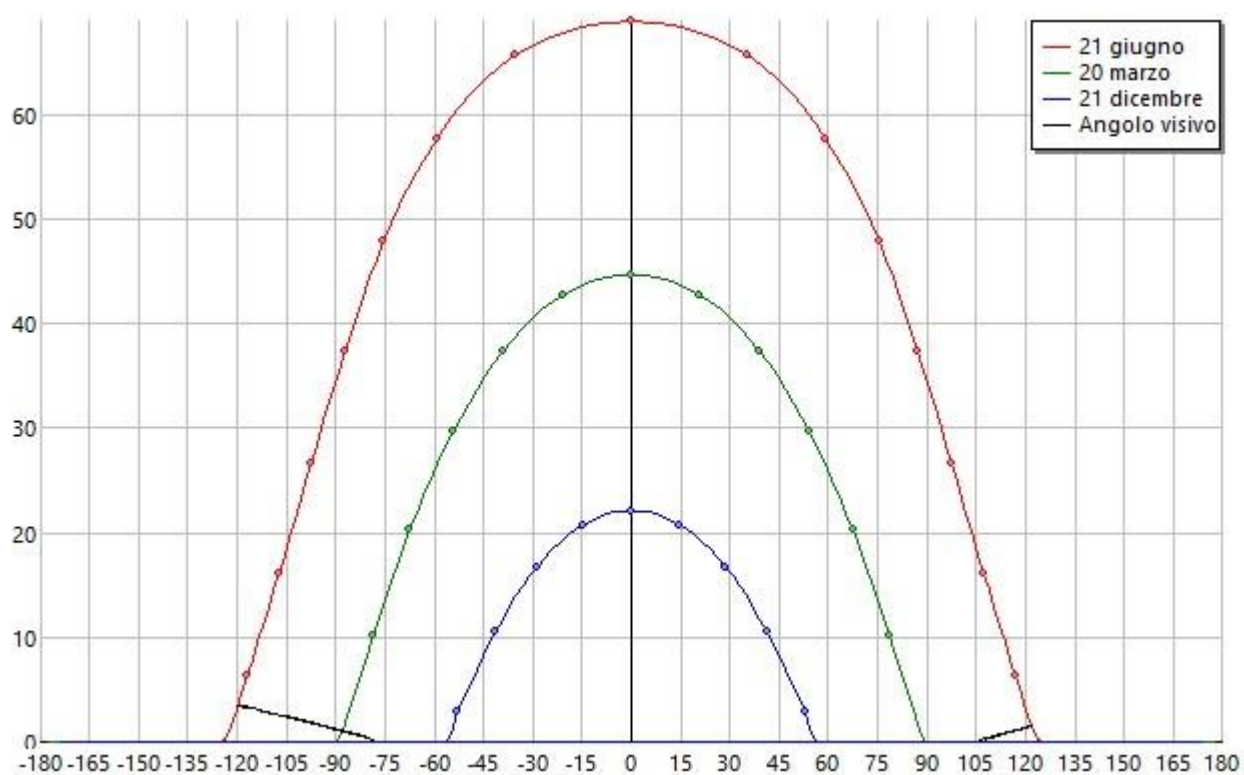
I moduli verranno montati su dei supporti in acciaio zincato con inclinazione di 90°, avranno tutti la medesima esposizione. Gli ancoraggi della struttura dovranno resistere a raffiche di vento fino alla velocità di 120 km/h.

## Esposizione 2

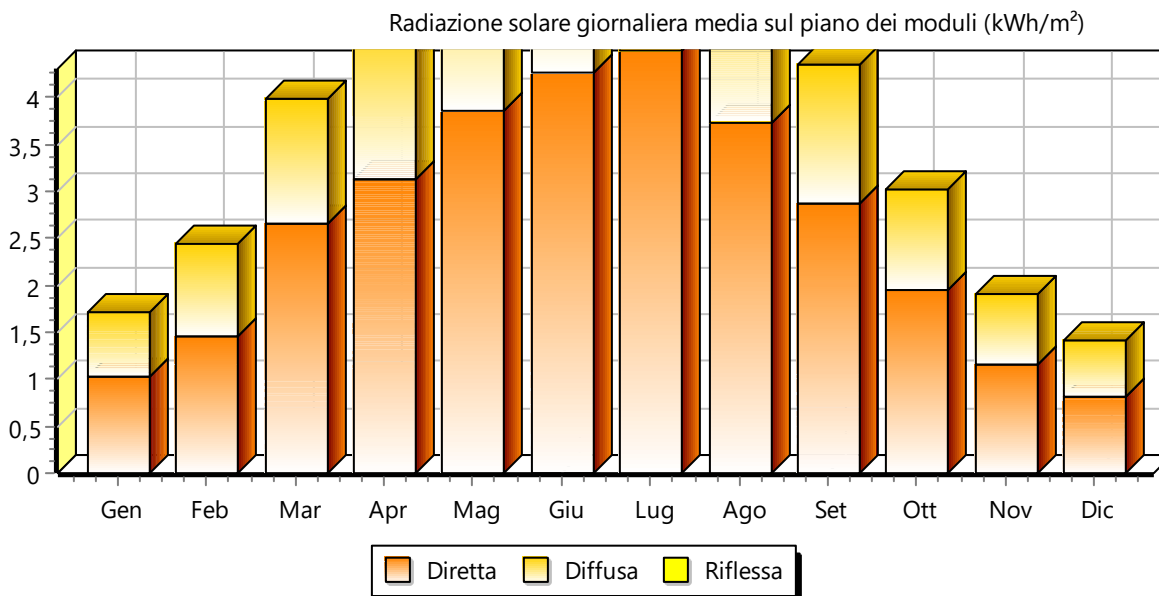
Esposizione 2 sarà esposta con un orientamento di  $14,00^\circ$  (azimut) rispetto al sud ed avrà un'inclinazione rispetto all'orizzontale di  $5,00^\circ$  (tilt).

La produzione di energia dell'esposizione Esposizione 2 è condizionata da alcuni fattori di ombreggiamento che determinano una riduzione della radiazione solare nella misura del 0 %.

### DIAGRAMMA DI OMBREGGIAMENTO



## DIAGRAMMA RADIAZIONE SOLARE



## TABELLA DI RADIAZIONE SOLARE

Mese	Radiazione Diretta [kWh/m <sup>2</sup> ]	Radiazione Diffusa [kWh/m <sup>2</sup> ]	Radiazione Riflessa [kWh/m <sup>2</sup> ]	Totale giornaliero [kWh/m <sup>2</sup> ]	Totale mensile [kWh/m <sup>2</sup> ]
Gennaio	1,022	0,683	0	1,705	52,845
Febbraio	1,463	0,983	0	2,446	68,492
Marzo	2,66	1,328	0	3,989	123,646
Aprile	3,133	1,781	0	4,914	147,427
Maggio	3,864	2,066	0	5,929	183,806
Giugno	4,268	2,169	0	6,437	193,121
Luglio	4,495	2,039	0	6,534	202,555
Agosto	3,729	1,843	0	5,572	172,73
Settembre	2,862	1,486	0	4,347	130,42
Ottobre	1,943	1,081	0	3,025	93,761
Novembre	1,149	0,753	0	1,902	57,058
Dicembre	0,807	0,599	0	1,406	43,574

## STRUTTURE DI SOSTEGNO

I moduli verranno montati su dei supporti in acciaio zincato con inclinazione di 5°, avranno tutti la medesima esposizione. Gli ancoraggi della struttura dovranno resistere a raffiche di vento fino alla velocità di 120 km/h.



## Generatore n. 1

---

Il generatore è composto da n° 112 moduli del tipo Silicio monocristallino con una vita utile stimata di oltre 20 anni e degradazione della produzione dovuta ad invecchiamento del 0,8 % annuo.

CARATTERISTICHE DEL GENERATORE FOTOVOLTAICO	
Tipo di realizzazione:	Incentivo 1
Numero di moduli:	112
Numero inverter:	1
Potenza nominale:	50 kW
Potenza di picco:	50,4 kWp
Performance ratio:	84,7 %

DATI COSTRUTTIVI DEI MODULI	
Costruttore:	LONGI SOLAR
Serie / Sigla:	Hi-MO 4m LR5-54HTH-450M
Tecnologia costruttiva:	Silicio monocristallino
Caratteristiche elettriche	
Potenza massima:	450 Wp
Rendimento:	23,0 %
Tensione nominale:	33,6 V
Tensione a vuoto:	39,9 V
Corrente nominale:	13,4 A
Corrente di corto circuito:	14,5 A
Dimensioni	
Dimensioni:	1722 mm x 1134 mm
Peso:	22 kg

I valori di tensione alle varie temperature di funzionamento (minima, massima e d'esercizio) rientrano nel range di accettabilità ammesso dall'inverter.

## GRUPPO DI CONVERSIONE

---

Il gruppo di conversione è composto dai convertitori statici (Inverter).

Il convertitore c.c./c.a. utilizzato è idoneo al trasferimento della potenza dal campo fotovoltaico alla rete del distributore, in conformità ai requisiti normativi tecnici e di sicurezza applicabili. I valori della tensione e della corrente di ingresso di questa apparecchiatura sono compatibili con quelli del rispettivo campo fotovoltaico, mentre i valori della tensione e della frequenza in uscita

sono compatibili con quelli della rete alla quale viene connesso l'impianto.

Le caratteristiche principali del gruppo di conversione sono:

- ❑ Inverter a commutazione forzata con tecnica PWM (pulse-width modulation), senza clock e/o riferimenti interni di tensione o di corrente, assimilabile a "sistema non idoneo a sostenere la tensione e frequenza nel campo normale", in conformità a quanto prescritto per i sistemi di produzione dalla norma CEI 0-21 e dotato di funzione MPPT (inseguimento della massima potenza)
- ❑ Ingresso lato cc da generatore fotovoltaico gestibile con poli non connessi a terra, ovvero con sistema IT.
- ❑ Rispondenza alle norme generali su EMC e limitazione delle emissioni RF: conformità norme CEI 110-1, CEI 110-6, CEI 110-8.
- ❑ Protezioni per la sconnessione dalla rete per valori fuori soglia di tensione e frequenza della rete e per sovracorrente di guasto in conformità alle prescrizioni delle norme CEI 0-21 ed a quelle specificate dal distributore elettrico locale. Reset automatico delle protezioni per predisposizione ad avviamento automatico.
- ❑ Conformità marchio CE.
- ❑ Grado di protezione adeguato all'ubicazione in prossimità del campo fotovoltaico (IP65).
- ❑ Dichiarazione di conformità del prodotto alle normative tecniche applicabili, rilasciato dal costruttore, con riferimento a prove di tipo effettuate sul componente presso un organismo di certificazione abilitato e riconosciuto.
- ❑ Campo di tensione di ingresso adeguato alla tensione di uscita del generatore FV.
- ❑ Efficienza massima  $\geq 90\%$  al 70% della potenza nominale.

Il gruppo di conversione è composto da 1 inverter.

Dati costruttivi degli inverter	
Costruttore:	SUNGROW
Serie / Sigla:	SG-CX SG50CX P2
Inseguitori:	4
Ingressi per inseguitore:	2
Caratteristiche elettriche	
Potenza nominale:	50 kW
Potenza massima:	50 kW
Potenza massima per inseguitore:	10,1 kW
Tensione nominale:	600 V
Tensione massima:	1100 V
Tensione minima per inseguitore:	160 V
Tensione massima per inseguitore:	1000 V
Tensione nominale di uscita:	400 Vac
Corrente nominale:	160 A
Corrente massima:	160 A
Corrente massima per inseguitore:	40 A
Rendimento:	0,99

Inverter 1	MPPT 1	MPPT 2	MPPT 3	MPPT 4
Moduli in serie:	14	14	14	14

Stringhe in parallelo:	2	2	2	2
Esposizioni:	Esposizione 2	Esposizione 2	Esposizione 2	Esposizione 2
Tensione di MPP (STC):	471 V	471 V	471 V	471 V
Numero di moduli:	28	28	28	28

## DIMENSIONAMENTO

La potenza di picco del generatore è data da:

$$P = P_{\text{modulo}} * N^{\circ}\text{moduli} = 450 \text{ Wp} * 112 = 50,4 \text{ kWp}$$

L'energia totale prodotta dall'impianto alle condizioni STC (irraggiamento dei moduli di 1000 W/m<sup>2</sup> a 25°C di temperatura) si calcola come:

Esposizione	N° moduli	Radiazione solare [kWh/m <sup>2</sup> ]	Energia [kWh]
Esposizione 2	112	1.469,44	74.059,53

$$E = E_n * (1 - \text{Disp}) = 62507,1 \text{ kWh}$$

dove

Disp = Perdite di potenza ottenuta da

Perdite per ombreggiamento:	0,0 %
Perdite per aumento di temperatura:	3,6 %
Perdite di mismatching:	5,0 %
Perdite in corrente continua:	1,5 %
Altre perdite (sporcizia, tolleranze...):	5,0 %
Perdite per conversione:	1,5 %
<b>Perdite totali:</b>	<b>15,6 %</b>

### TABELLA PERDITE PER OMBREGGIAMENTO

Mese	Senza ostacoli [kWh]	Produzione reale [kWh]	Perdita [kWh]
Gennaio	2247,9	2247,9	0,0 %
Febbraio	2913,5	2913,5	0,0 %
Marzo	5259,7	5259,7	0,0 %
Aprile	6271,3	6271,3	0,0 %
Maggio	7818,8	7818,8	0,0 %
Giugno	8215,0	8215,0	0,0 %
Luglio	8616,3	8616,3	0,0 %
Agosto	7347,6	7347,6	0,0 %
Settembre	5547,8	5547,8	0,0 %
Ottobre	3988,4	3988,4	0,0 %
Novembre	2427,2	2427,2	0,0 %
Dicembre	1853,5	1853,5	0,0 %
Anno	62507,1	62507,1	0,0 %



## CAVI ELETTRICI E CABLAGGI

Il cablaggio elettrico avverrà per mezzo di cavi con conduttori isolati in rame con le seguenti prescrizioni:

- ❑ Sezione delle anime in rame calcolate secondo norme CEI-UNEL/IEC
- ❑ Tipo FG21 se in esterno o FG16 se in cavidotti su percorsi interrati
- ❑ Tipo FS17 se all'interno di cavidotti di edifici

Inoltre i cavi saranno a norma CEI 20-13, CEI20-22II e CEI 20-37 I, marchiatura I.M.Q., colorazione delle anime secondo norme UNEL.

Per non compromettere la sicurezza di chi opera sull'impianto durante la verifica o l'adeguamento o la manutenzione, i conduttori avranno la seguente colorazione:

- ❑ Conduttori di protezione: giallo-verde (obbligatorio)
- ❑ Conduttore di neutro: blu chiaro (obbligatorio)
- ❑ Conduttore di fase: grigio / marrone
- ❑ Conduttore per circuiti in C.C.: chiaramente siglato con indicazione del positivo con "+" e del negativo con "-"

Come è possibile notare dalle prescrizioni sopra esposte, le sezioni dei conduttori degli impianti fotovoltaici sono sicuramente sovradimensionate per le correnti e le limitate distanze in gioco.

Con tali sezioni la caduta di potenziale viene contenuta entro il 2% del valore misurato da qualsiasi modulo posato al gruppo di conversione.

Cablaggio: **Stringa - Q. Inverter**

Descrizione	Valore
Identificazione:	
Lunghezza complessiva:	25 m
Lunghezza di dimensionamento:	25 m
Circuiti in prossimità:	1
Temperatura ambiente:	30°
Tabella:	CEI-UNEL 35024/1 (PVC/EPR)
Posa:	3 - cavi unipolari senza guaina in tubi protettivi circolari posati su pareti
Disposizione:	Raggruppati a fascio, annegati
Tipo cavo:	Unipolare
Materiale:	Rame
Designazione:	FG21M21PV3 (1500Vcc)
Tipo di isolante:	HEPR
Formazione:	2x(1x6)
N° conduttori positivo/fase:	1
Sez. positivo/fase:	6 mm <sup>2</sup>
N° conduttori negativo/neutro:	1
Sez. negativo/neutro:	6 mm <sup>2</sup>
N° conduttori PE:	
Sez. PE:	
Tensione nominale:	471 V

Corrente d'impiego:	13,4 A
Corrente di c.c. moduli	14,5 A

Cablaggio: **Q. Inverter - Q. Misura**

Descrizione	Valore
Identificazione:	
Lunghezza complessiva:	60 m
Lunghezza di dimensionamento:	60 m
Circuiti in prossimità:	1
Temperatura ambiente:	30°
Tabella:	CEI-UNEL 35024/1 (PVC/EPR)
Posa:	3A - cavi multipolari in tubi protettivi circolari posati su pareti
Disposizione:	Raggruppati a fascio, annegati
Tipo cavo:	Multipolare
Materiale:	Rame
Designazione:	FG16OM16 0.6/1 kV
Tipo di isolante:	HEPR
Formazione:	5G35
N° conduttori positivo/fase:	1
Sez. positivo/fase:	35 mm <sup>2</sup>
N° conduttori negativo/neutro:	1
Sez. negativo/neutro:	35 mm <sup>2</sup>
N° conduttori PE:	1
Sez. PE:	35 mm <sup>2</sup>
Tensione nominale:	400 V
Corrente d'impiego:	72,2 A

Cablaggio: **Q. Misura - Rete**

Descrizione	Valore
Identificazione:	
Lunghezza complessiva:	10 m
Lunghezza di dimensionamento:	10 m
Circuiti in prossimità:	1
Temperatura ambiente:	30°
Tabella:	CEI-UNEL 35024/1 (PVC/EPR)
Posa:	3A - cavi multipolari in tubi protettivi circolari posati su pareti
Disposizione:	Raggruppati a fascio, annegati
Tipo cavo:	Multipolare
Materiale:	Rame
Designazione:	FG16OR16 0.6/1 kV
Tipo di isolante:	HEPR

Formazione:	3x95+1x50+1G50
N° conduttori positivo/fase:	1
Sez. positivo/fase:	95 mm <sup>2</sup>
N° conduttori negativo/neutro:	1
Sez. negativo/neutro:	50 mm <sup>2</sup>
N° conduttori PE:	1
Sez. PE:	50 mm <sup>2</sup>
Tensione nominale:	400 V
Corrente d'impiego:	119,8 A



## QUADRI ELETTRICI

---

### ❑ **Quadro di campo lato corrente continua**

Si prevede di installare un quadro a monte di ogni convertitore per il collegamento in parallelo delle stringhe, il sezionamento, la misurazione e il controllo dei dati in uscita dal generatore.

### ❑ **Quadro di parallelo lato corrente alternata**

Si prevede di installare un quadro di parallelo in alternata all'interno di una cassetta posta a valle dei convertitori statici per la misurazione, il collegamento e il controllo delle grandezze in uscita dagli inverter. All'interno di tale quadro, sarà inserito il sistema di interfaccia alla rete e il contatore in uscita della Società distributrice dell'energia elettrica e-Distribuzione SpA.

## SEPARAZIONE GALVANICA E MESSA A TERRA

Deve essere prevista la separazione galvanica tra la parte in corrente continua dell'impianto e la rete; tale separazione può essere sostituita da una protezione sensibile alla corrente continua se la potenza complessiva di produzione non supera i 20 kW.

Soluzioni tecniche diverse da quelle sopra suggerite, sono adottabili, purché nel rispetto delle norme vigenti e della buona regola dell'arte.

Il campo fotovoltaico sarà gestito come sistema IT, ovvero con nessun polo connesso a terra. Le stringhe saranno, costituite dalla serie di singoli moduli fotovoltaici e singolarmente sezionabili, provviste di diodo di blocco e di protezioni contro le sovratensioni.

Ai fini della sicurezza, se la rete di utente o parte di essa è ritenuta non idonea a sopportare la maggiore intensità di corrente disponibile (dovuta al contributo dell'impianto fotovoltaico), la rete stessa o la parte interessata dovrà essere opportunamente protetta.

La struttura di sostegno verrà regolarmente collegata all'impianto di terra esistente.

## SISTEMA DI CONTROLLO E MONITORAGGIO (SCM)

Il sistema di controllo e monitoraggio, permette per mezzo di un computer ed un software dedicato, di interrogare in ogni istante l'impianto al fine di verificare la funzionalità degli inverter installati con la possibilità di visionare le indicazioni tecniche (Tensione, corrente, potenza etc..) di ciascun inverter.

E' possibile inoltre leggere nella memoria eventi del convertitore tutte le grandezze elettriche dei giorni passati.

## VERIFICHE

---

Al termine dei lavori l'installatore dell'impianto effettuerà le seguenti verifiche tecnico-funzionali:

- ❑ corretto funzionamento dell'impianto fotovoltaico nelle diverse condizioni di potenza generata e nelle varie modalità previste dal gruppo di conversione (accensione, spegnimento, mancanza rete, ecc.);
- ❑ continuità elettrica e connessioni tra moduli;
- ❑ messa a terra di masse e scaricatori;
- ❑ isolamento dei circuiti elettrici dalle masse;

L'impianto deve essere realizzato con componenti che in fase di avvio dell'impianto fotovoltaico, il rapporto fra l'energia o la potenza prodotta in corrente alternata e l'energia o la potenza producibile in corrente alternata (determinata in funzione dell'irraggiamento solare incidente sul piano dei moduli, della potenza nominale dell'impianto e della temperatura di funzionamento dei moduli) sia almeno superiore a 0,78 nel caso di utilizzo di inverter di potenza fino a 20 kW e 0,8 nel caso di utilizzo di inverter di potenza superiore, nel rispetto delle condizioni di misura e dei metodi di calcolo descritti nella medesima Guida CEI 82-25.

Il generatore Generatore n. 1 soddisfa le seguenti condizioni:

### **Limiti in tensione**

Tensione minima  $V_n$  a 70,00 °C (413,1 V) maggiore di  $V_{mpp}$  min. (160,0 V)

Tensione massima  $V_n$  a -10,00 °C (516,0 V) inferiore a  $V_{mpp}$  max. (1000,0 V)

Tensione a vuoto  $V_o$  a -10,00 °C (604,0 V) inferiore alla tensione max. dell'inverter (1100,0 V)

Tensione a vuoto  $V_o$  a -10,00 °C (604,0 V) inferiore alla tensione max. di isolamento (1500,0 V)

### **Limiti in corrente**

Corrente massima di ingresso riferita a  $I_{sc}$  (28,9 A) inferiore alla corrente massima inverter (40,0 A)

### **Limiti in potenza**

Dimensionamento in potenza (124,4%) non compreso tra 80,0% e il 120,0% [MPPT 1]



## Generatore n. 2

---

Il generatore è composto da n° 66 moduli del tipo Silicio monocristallino con una vita utile stimata di oltre 20 anni e degradazione della produzione dovuta ad invecchiamento del 0,8 % annuo.

CARATTERISTICHE DEL GENERATORE FOTOVOLTAICO	
Tipo di realizzazione:	Incentivo 1
Numero di moduli:	66
Numero inverter:	1
Potenza nominale:	29,7 kW
Potenza di picco:	29,7 kWp
Performance ratio:	84,7 %

DATI COSTRUTTIVI DEI MODULI	
Costruttore:	LONGI SOLAR
Serie / Sigla:	Hi-MO 4m LR5-54HTH-450M
Tecnologia costruttiva:	Silicio monocristallino
Caratteristiche elettriche	
Potenza massima:	450 Wp
Rendimento:	23,0 %
Tensione nominale:	33,6 V
Tensione a vuoto:	39,9 V
Corrente nominale:	13,4 A
Corrente di corto circuito:	14,5 A
Dimensioni	
Dimensioni:	1722 mm x 1134 mm
Peso:	22 kg

I valori di tensione alle varie temperature di funzionamento (minima, massima e d'esercizio) rientrano nel range di accettabilità ammesso dall'inverter.

## GRUPPO DI CONVERSIONE

---

Il gruppo di conversione è composto dai convertitori statici (Inverter).

Il convertitore c.c./c.a. utilizzato è idoneo al trasferimento della potenza dal campo fotovoltaico alla rete del distributore, in conformità ai requisiti normativi tecnici e di sicurezza applicabili. I valori della tensione e della corrente di ingresso di questa apparecchiatura sono compatibili con quelli del rispettivo campo fotovoltaico, mentre i valori della tensione e della frequenza in uscita

sono compatibili con quelli della rete alla quale viene connesso l'impianto.

Le caratteristiche principali del gruppo di conversione sono:

- ❑ Inverter a commutazione forzata con tecnica PWM (pulse-width modulation), senza clock e/o riferimenti interni di tensione o di corrente, assimilabile a "sistema non idoneo a sostenere la tensione e frequenza nel campo normale", in conformità a quanto prescritto per i sistemi di produzione dalla norma CEI 0-21 e dotato di funzione MPPT (inseguimento della massima potenza)
- ❑ Ingresso lato cc da generatore fotovoltaico gestibile con poli non connessi a terra, ovvero con sistema IT.
- ❑ Rispondenza alle norme generali su EMC e limitazione delle emissioni RF: conformità norme CEI 110-1, CEI 110-6, CEI 110-8.
- ❑ Protezioni per la sconnessione dalla rete per valori fuori soglia di tensione e frequenza della rete e per sovracorrente di guasto in conformità alle prescrizioni delle norme CEI 0-21 ed a quelle specificate dal distributore elettrico locale. Reset automatico delle protezioni per predisposizione ad avviamento automatico.
- ❑ Conformità marchio CE.
- ❑ Grado di protezione adeguato all'ubicazione in prossimità del campo fotovoltaico (IP65).
- ❑ Dichiarazione di conformità del prodotto alle normative tecniche applicabili, rilasciato dal costruttore, con riferimento a prove di tipo effettuate sul componente presso un organismo di certificazione abilitato e riconosciuto.
- ❑ Campo di tensione di ingresso adeguato alla tensione di uscita del generatore FV.
- ❑ Efficienza massima  $\geq 90\%$  al 70% della potenza nominale.

Il gruppo di conversione è composto da 1 inverter.

Dati costruttivi degli inverter	
Costruttore:	SUNGROW
Serie / Sigla:	SG-CX SG33CX
Inseguitori:	3
Ingressi per inseguitore:	2
Caratteristiche elettriche	
Potenza nominale:	33 kW
Potenza massima:	33,5 kW
Potenza massima per inseguitore:	11,2 kW
Tensione nominale:	585 V
Tensione massima:	1100 V
Tensione minima per inseguitore:	200 V
Tensione massima per inseguitore:	1000 V
Tensione nominale di uscita:	380 Vac
Corrente nominale:	78 A
Corrente massima:	78 A
Corrente massima per inseguitore:	26 A
Rendimento:	0,99

Inverter 1	MPPT 1	MPPT 2	MPPT 3
Moduli in serie:	22	22	22

Stringhe in parallelo:	1	1	1
Esposizioni:	Esposizione 1	Esposizione 1	Esposizione 1
Tensione di MPP (STC):	740,1 V	740,1 V	740,1 V
Numero di moduli:	22	22	22

## DIMENSIONAMENTO

La potenza di picco del generatore è data da:

$$P = P_{\text{modulo}} * N^{\circ}\text{moduli} = 450 \text{ Wp} * 66 = 29,7 \text{ kWp}$$

L'energia totale prodotta dall'impianto alle condizioni STC (irraggiamento dei moduli di 1000 W/m<sup>2</sup> a 25°C di temperatura) si calcola come:

Esposizione	N° moduli	Radiazione solare [kWh/m <sup>2</sup> ]	Energia [kWh]
Esposizione 1	66	972,08	28.870,75

$$E = E_n * (1 - \text{Disp}) = 24652,4 \text{ kWh}$$

dove

Disp = Perdite di potenza ottenuta da

Perdite per ombreggiamento:	0,0 %
Perdite per aumento di temperatura:	2,6 %
Perdite di mismatching:	5,0 %
Perdite in corrente continua:	1,5 %
Altre perdite (sporcizia, tolleranze...):	5,0 %
Perdite per conversione:	1,4 %
<b>Perdite totali:</b>	<b>14,6 %</b>

### TABELLA PERDITE PER OMBREGGIAMENTO

Mese	Senza ostacoli [kWh]	Produzione reale [kWh]	Perdita [kWh]
Gennaio	1960,9	1960,9	0,0 %
Febbraio	1923,7	1923,7	0,0 %
Marzo	2596,8	2596,8	0,0 %
Aprile	2085,1	2085,1	0,0 %
Maggio	1894,5	1894,5	0,0 %
Giugno	1700,8	1700,8	0,0 %
Luglio	1882,7	1882,7	0,0 %
Agosto	2133,9	2133,9	0,0 %
Settembre	2344,9	2344,9	0,0 %
Ottobre	2449,7	2449,7	0,0 %
Novembre	1981,0	1981,0	0,0 %
Dicembre	1698,4	1698,4	0,0 %
Anno	24652,4	24652,4	0,0 %

## CAVI ELETTRICI E CABLAGGI

Il cablaggio elettrico avverrà per mezzo di cavi con conduttori isolati in rame con le seguenti prescrizioni:

- ❑ Sezione delle anime in rame calcolate secondo norme CEI-UNEL/IEC
- ❑ Tipo FG21 se in esterno o FG16 se in cavidotti su percorsi interrati
- ❑ Tipo FS17 se all'interno di cavidotti di edifici

Inoltre i cavi saranno a norma CEI 20-13, CEI20-22II e CEI 20-37 I, marchiatura I.M.Q., colorazione delle anime secondo norme UNEL.

Per non compromettere la sicurezza di chi opera sull'impianto durante la verifica o l'adeguamento o la manutenzione, i conduttori avranno la seguente colorazione:

- ❑ Conduttori di protezione: giallo-verde (obbligatorio)
- ❑ Conduttore di neutro: blu chiaro (obbligatorio)
- ❑ Conduttore di fase: grigio / marrone
- ❑ Conduttore per circuiti in C.C.: chiaramente siglato con indicazione del positivo con "+" e del negativo con "-"

Come è possibile notare dalle prescrizioni sopra esposte, le sezioni dei conduttori degli impianti fotovoltaici sono sicuramente sovradimensionate per le correnti e le limitate distanze in gioco.

Con tali sezioni la caduta di potenziale viene contenuta entro il 2% del valore misurato da qualsiasi modulo posato al gruppo di conversione.

Cablaggio: **Stringa - Q. Campo**

Descrizione	Valore
Identificazione:	
Lunghezza complessiva:	40 m
Lunghezza di dimensionamento:	40 m
Circuiti in prossimità:	1
Temperatura ambiente:	30°
Tabella:	CEI-UNEL 35024/1 (PVC/EPR)
Posa:	3 - cavi unipolari senza guaina in tubi protettivi circolari posati su pareti
Disposizione:	Raggruppati a fascio, annegati
Tipo cavo:	Unipolare
Materiale:	Rame
Designazione:	FG21M21-PV3 1500Vcc
Tipo di isolante:	HEPR
Formazione:	2x(1x6)
N° conduttori positivo/fase:	1
Sez. positivo/fase:	6 mm <sup>2</sup>
N° conduttori negativo/neutro:	1
Sez. negativo/neutro:	6 mm <sup>2</sup>
N° conduttori PE:	
Sez. PE:	
Tensione nominale:	740,1 V



Corrente d'impiego:	13,4 A
Corrente di c.c. moduli	14,5 A

Cablaggio: **Q. Campo - Q. Inverter**

Descrizione	Valore
Identificazione:	
Lunghezza complessiva:	0 m
Lunghezza di dimensionamento:	0 m
Circuiti in prossimità:	1
Temperatura ambiente:	30°
Tabella:	CEI-UNEL 35024/1 (PVC/EPR)
Posa:	3A - cavi multipolari in tubi protettivi circolari posati su pareti
Disposizione:	Raggruppati a fascio, annegati
Tipo cavo:	Multipolare
Materiale:	Rame
Designazione:	N1VV-K
Tipo di isolante:	PVC
Formazione:	3G4
N° conduttori positivo/fase:	1
Sez. positivo/fase:	4 mm <sup>2</sup>
N° conduttori negativo/neutro:	1
Sez. negativo/neutro:	4 mm <sup>2</sup>
N° conduttori PE:	1
Sez. PE:	4 mm <sup>2</sup>
Tensione nominale:	740,1 V
Corrente d'impiego:	13,4 A
Corrente di c.c. moduli	14,5 A

Cablaggio: **Q. Inverter - Q. Misura**

Descrizione	Valore
Identificazione:	
Lunghezza complessiva:	10 m
Lunghezza di dimensionamento:	10 m
Circuiti in prossimità:	1
Temperatura ambiente:	30°
Tabella:	CEI-UNEL 35024/1 (PVC/EPR)
Posa:	3A - cavi multipolari in tubi protettivi circolari posati su pareti
Disposizione:	Raggruppati a fascio, annegati
Tipo cavo:	Multipolare
Materiale:	Rame
Designazione:	FG16OR16 0.6/1 kV

Tipo di isolante:	HEPR
Formazione:	5G25
N° conduttori positivo/fase:	1
Sez. positivo/fase:	25 mm <sup>2</sup>
N° conduttori negativo/neutro:	1
Sez. negativo/neutro:	25 mm <sup>2</sup>
N° conduttori PE:	1
Sez. PE:	25 mm <sup>2</sup>
Tensione nominale:	400 V
Corrente d'impiego:	47,6 A

Cablaggio: **Q. Misura - Rete**

Descrizione	Valore
Identificazione:	
Lunghezza complessiva:	10 m
Lunghezza di dimensionamento:	10 m
Circuiti in prossimità:	1
Temperatura ambiente:	30°
Tabella:	CEI-UNEL 35024/1 (PVC/EPR)
Posa:	3A - cavi multipolari in tubi protettivi circolari posati su pareti
Disposizione:	Raggruppati a fascio, annegati
Tipo cavo:	Multipolare
Materiale:	Rame
Designazione:	FG16OR16 0.6/1 kV
Tipo di isolante:	HEPR
Formazione:	3x95+1x50+1G50
N° conduttori positivo/fase:	1
Sez. positivo/fase:	95 mm <sup>2</sup>
N° conduttori negativo/neutro:	1
Sez. negativo/neutro:	50 mm <sup>2</sup>
N° conduttori PE:	1
Sez. PE:	50 mm <sup>2</sup>
Tensione nominale:	400 V
Corrente d'impiego:	119,8 A

Tabella di riepilogo cavi					
Codice	Costruttore	Form.	Des.	Descrizione	Lc
Stringa - Q. Inverter		2x(1x6)	FG21M21PV 3 (1500Vcc)		50 m
Q. Inverter - Q. Misura		5G35	FG16OM16		60 m

			0.6/1 kV		
Stringa - Q. Campo		2x(1x6)	FG21M21-P V3 1500Vcc		80 m
Q. Campo - Q. Inverter		3G4	N1VV-K		0 m
Q. Inverter - Q. Misura		5G25	FG16OR16 0.6/1 kV		10 m
Q. Misura - Rete		3x95+1x50 +1G50	FG16OR16 0.6/1 kV		10 m

## QUADRI ELETTRICI

---

### ❑ **Quadro di campo lato corrente continua**

Si prevede di installare un quadro a monte di ogni convertitore per il collegamento in parallelo delle stringhe, il sezionamento, la misurazione e il controllo dei dati in uscita dal generatore.

### ❑ **Quadro di parallelo lato corrente alternata**

Si prevede di installare un quadro di parallelo in alternata all'interno di una cassetta posta a valle dei convertitori statici per la misurazione, il collegamento e il controllo delle grandezze in uscita dagli inverter. All'interno di tale quadro, sarà inserito il sistema di interfaccia alla rete e il contatore in uscita della Società distributrice dell'energia elettrica e-Distribuzione SpA.

## SEPARAZIONE GALVANICA E MESSA A TERRA

Deve essere prevista la separazione galvanica tra la parte in corrente continua dell'impianto e la rete; tale separazione può essere sostituita da una protezione sensibile alla corrente continua se la potenza complessiva di produzione non supera i 20 kW.

Soluzioni tecniche diverse da quelle sopra suggerite, sono adottabili, purché nel rispetto delle norme vigenti e della buona regola dell'arte.

Il campo fotovoltaico sarà gestito come sistema IT, ovvero con nessun polo connesso a terra. Le stringhe saranno, costituite dalla serie di singoli moduli fotovoltaici e singolarmente sezionabili, provviste di diodo di blocco e di protezioni contro le sovratensioni.

Ai fini della sicurezza, se la rete di utente o parte di essa è ritenuta non idonea a sopportare la maggiore intensità di corrente disponibile (dovuta al contributo dell'impianto fotovoltaico), la rete stessa o la parte interessata dovrà essere opportunamente protetta.

La struttura di sostegno verrà regolarmente collegata all'impianto di terra esistente.

## SISTEMA DI CONTROLLO E MONITORAGGIO (SCM)

Il sistema di controllo e monitoraggio, permette per mezzo di un computer ed un software dedicato, di interrogare in ogni istante l'impianto al fine di verificare la funzionalità degli inverter installati con la possibilità di visionare le indicazioni tecniche (Tensione, corrente, potenza etc..) di ciascun inverter.

E' possibile inoltre leggere nella memoria eventi del convertitore tutte le grandezze elettriche dei giorni passati.

## VERIFICHE

---

Al termine dei lavori l'installatore dell'impianto effettuerà le seguenti verifiche tecnico-funzionali:

- ❑ corretto funzionamento dell'impianto fotovoltaico nelle diverse condizioni di potenza generata e nelle varie modalità previste dal gruppo di conversione (accensione, spegnimento, mancanza rete, ecc.);
- ❑ continuità elettrica e connessioni tra moduli;
- ❑ messa a terra di masse e scaricatori;
- ❑ isolamento dei circuiti elettrici dalle masse;

L'impianto deve essere realizzato con componenti che in fase di avvio dell'impianto fotovoltaico, il rapporto fra l'energia o la potenza prodotta in corrente alternata e l'energia o la potenza producibile in corrente alternata (determinata in funzione dell'irraggiamento solare incidente sul piano dei moduli, della potenza nominale dell'impianto e della temperatura di funzionamento dei moduli) sia almeno superiore a 0,78 nel caso di utilizzo di inverter di potenza fino a 20 kW e 0,8 nel caso di utilizzo di inverter di potenza superiore, nel rispetto delle condizioni di misura e dei metodi di calcolo descritti nella medesima Guida CEI 82-25.

Il generatore Generatore n. 2 soddisfa le seguenti condizioni:

### **Limiti in tensione**

Tensione minima  $V_n$  a 70,00 °C (649,2 V) maggiore di  $V_{mpp}$  min. (200,0 V)

Tensione massima  $V_n$  a -10,00 °C (810,8 V) inferiore a  $V_{mpp}$  max. (1000,0 V)

Tensione a vuoto  $V_o$  a -10,00 °C (949,2 V) inferiore alla tensione max. dell'inverter (1100,0 V)

Tensione a vuoto  $V_o$  a -10,00 °C (949,2 V) inferiore alla tensione max. di isolamento (1500,0 V)

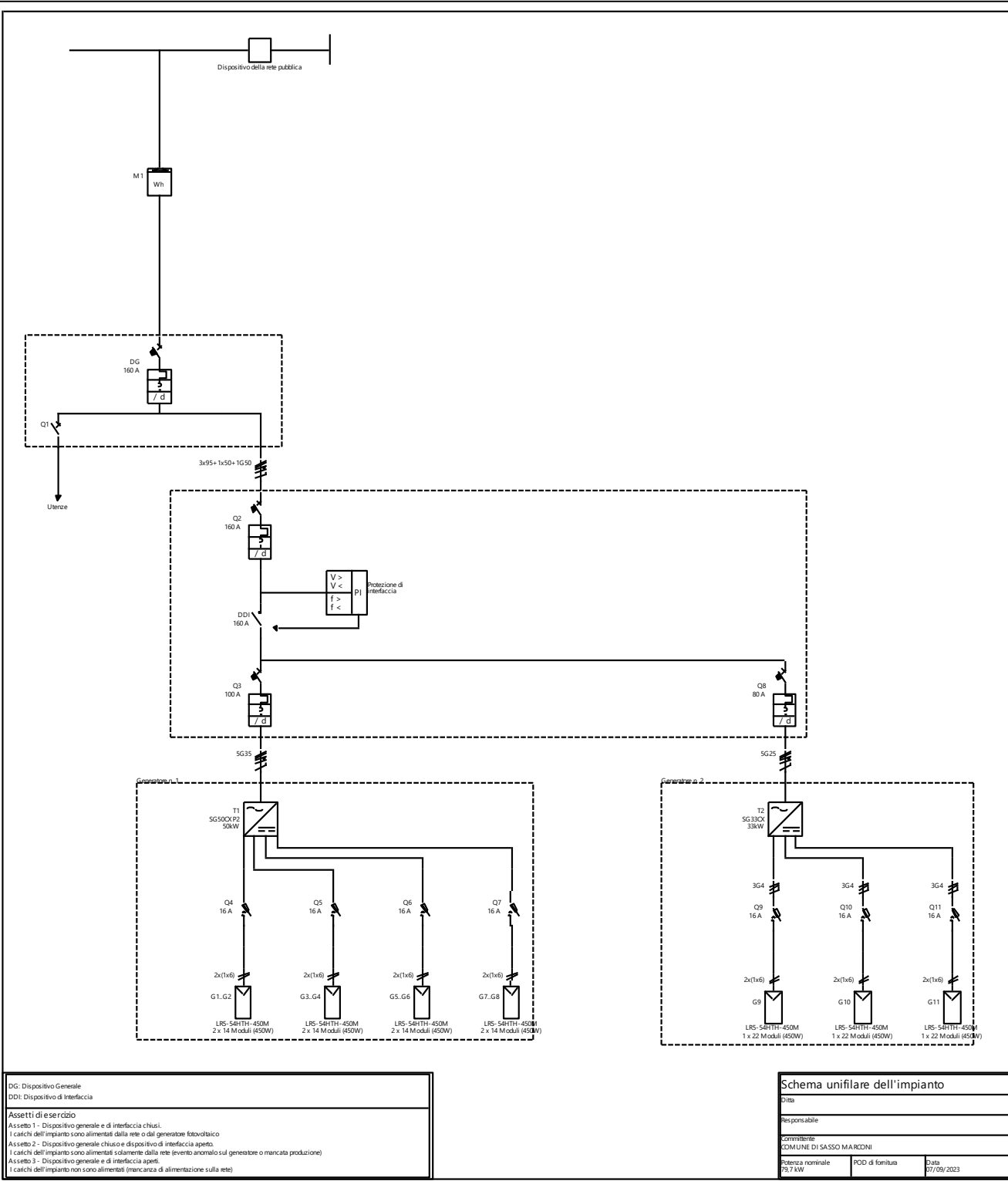
### **Limiti in corrente**

Corrente massima di ingresso riferita a  $I_{sc}$  (14,5 A) inferiore alla corrente massima inverter (26,0 A)

### **Limiti in potenza**

Dimensionamento in potenza (88,7%) compreso tra 80,0% e il 120,0%

# SCHEMA UNIFILARE DELL'IMPIANTO



## RIFERIMENTI NORMATIVI

---

La normativa e le leggi di riferimento da rispettare per la progettazione e realizzazione degli impianti fotovoltaici sono:

### 1) Moduli fotovoltaici

- CEI EN 61215 (CEI 82-8): Moduli fotovoltaici in silicio cristallino per applicazioni terrestri. Qualifica del progetto e omologazione del tipo;
- CEI EN 61646 (CEI 82-12): Moduli fotovoltaici (FV) a film sottile per usi terrestri - Qualifica del progetto e approvazione di tipo;
- CEI EN 62108 (CEI 82-30): Moduli e sistemi fotovoltaici a concentrazione (CPV) - Qualifica di progetto e approvazione di tipo;
- CEI EN 61730-1 (CEI 82-27) Qualificazione per la sicurezza dei moduli fotovoltaici (FV) - Parte 1: Prescrizioni per la costruzione;
- CEI EN 61730-2 (CEI 82-28) Qualificazione per la sicurezza dei moduli fotovoltaici (FV) - Parte 2: Prescrizioni per le prove;
- CEI EN 60904: Dispositivi fotovoltaici – Serie;
- CEI EN 50380 (CEI 82-22): Fogli informativi e dati di targa per moduli fotovoltaici;
- CEI EN 50521 (CEI 82-31) Connettori per sistemi fotovoltaici - Prescrizioni di sicurezza e prove;
- CEI UNI EN ISO/IEC 17025:2008 Requisiti generali per la competenza dei laboratori di prova e di taratura.

### 2) Altri componenti degli impianti fotovoltaici

- CEI EN 62093 (CEI 82-24): Componenti di sistemi fotovoltaici - moduli esclusi (BOS) – Qualifica di progetto in condizioni ambientali naturali;
- CEI EN 50524 (CEI 82-34) Fogli informativi e dati di targa dei convertitori fotovoltaici;
- CEI EN 50530 (CEI 82-35) Rendimento globale degli inverter per impianti fotovoltaici collegati alla rete elettrica;
- EN 62116 Test procedure of islanding prevention measures for utility-interconnected photovoltaic inverters;

### 3) Progettazione fotovoltaica

- CEI 82-25: Guida alla realizzazione di sistemi di generazione fotovoltaica collegati alle reti elettriche di Media e Bassa tensione;
- CEI 0-2: Guida per la definizione della documentazione di progetto per impianti elettrici;
- UNI 10349-1:2016: Riscaldamento e raffrescamento degli edifici. Dati climatici;
- 

### 4) Impianti elettrici e fotovoltaici

- CEI EN 61724 (CEI 82-15): Rilievo delle prestazioni dei sistemi fotovoltaici - Linee guida per la misura, lo scambio e l'analisi dei dati;
- EN 62446 (CEI 82-38) Grid connected photovoltaic systems - Minimum requirements for system documentation, commissioning tests and inspection;
- CEI 64-8: Impianti elettrici utilizzatori a tensione nominale non superiore a 1000 V in corrente alternata e a 1500 V in corrente continua;
- CEI EN 60445 (CEI 16-2): Principi base e di sicurezza per l'interfaccia uomo-macchina, marcatura e identificazione - Individuazione dei morsetti e degli apparecchi e delle estremità dei conduttori designati e regole generali per un sistema alfanumerico;
- CEI EN 60529 (CEI 70-1): Gradi di protezione degli involucri (codice IP);
- CEI EN 60555-1 (CEI 77-2): Disturbi nelle reti di alimentazione prodotti da apparecchi elettrodomestici e da equipaggiamenti elettrici simili - Parte 1: Definizioni;

- CEI EN 61000-3-2 (CEI 110-31): Compatibilità elettromagnetica (EMC) - Parte 3: Limiti - Sezione 2: Limiti per le emissioni di corrente armonica (apparecchiature con corrente di ingresso  $\leq 16$  A per fase);
- CEI 13-4: Sistemi di misura dell'energia elettrica - Composizione, precisione e verifica;
- CEI EN 62053-21 (CEI 13-43): Apparat per la misura dell'energia elettrica (c.a.) – Prescrizioni particolari - Parte 21: Contatori statici di energia attiva (classe 1 e 2);
- CEI EN 62053-23 (CEI 13-45): Apparat per la misura dell'energia elettrica (c.a.) – Prescrizioni particolari - Parte 23: Contatori statici di energia reattiva (classe 2 e 3);
- CEI EN 50470-1 (CEI 13-52) Apparat per la misura dell'energia elettrica (c.a.) - Parte 1: Prescrizioni generali, prove e condizioni di prova - Apparat di misura (indici di classe A, B e C)
- CEI EN 50470-3 (CEI 13-54) Apparat per la misura dell'energia elettrica (c.a.) - Parte 3: Prescrizioni particolari - Contatori statici per energia attiva (indici di classe A, B e C);
- CEI EN 62305 (CEI 81-10): Protezione contro i fulmini, serie;
- CEI 81-3: Valori medi del numero di fulmini a terra per anno e per chilometro quadrato;
- CEI EN 60099-1 (CEI 37-1): Scaricatori - Parte 1: Scaricatori a resistori non lineari con spinterometri per sistemi a corrente alternata;
- CEI EN 60439 (CEI 17-13): Apparecchiature assiemate di protezione e di manovra per bassa tensione (quadri BT), serie;
- CEI 20-19: Cavi isolati con gomma con tensione nominale non superiore a 450/750 V;
- CEI 20-20: Cavi isolati con polivinilcloruro con tensione nominale non superiore a 450/750 V;
- CEI 20-91 Cavi elettrici con isolamento e guaina elastomerici senza alogeni non propaganti la fiamma con tensione nominale non superiore a 1 000 V in corrente alternata e 1 500 V in corrente continua per applicazioni in impianti fotovoltaici.

## **5) Connessione degli impianti fotovoltaici alla rete elettrica**

- CEI 0-16 : Regola tecnica di riferimento per la connessione di utenti attivi e passivi alle reti AT ed MT delle imprese distributrici di energia elettrica;
- CEI 0-21: Regola tecnica di riferimento per la connessione di Utenti attivi e passivi alle reti BT delle imprese distributrici di energia elettrica;
- CEI EN 50438 (CEI 311-1) Prescrizioni per la connessione di micro-generatori in parallelo alle reti di distribuzione pubblica in bassa tensione;

Per la connessione degli impianti fotovoltaici alla rete elettrica si applica quanto prescritto nella deliberazione n. 99/08 (Testi integrati delle connessioni attive) dell'Autorità per l'energia elettrica e il gas e successive modificazioni. Si applicano inoltre, per quanto compatibili con le norme sopra citate, i documenti tecnici emanati dai gestori di rete.



## CONCLUSIONI

---

Dovranno essere emessi e rilasciati dall'installatore i seguenti documenti:

- ❑ manuale di uso e manutenzione, inclusivo della pianificazione consigliata degli interventi di manutenzione;
- ❑ progetto esecutivo in versione "come costruito", corredato di schede tecniche dei materiali installati;
- ❑ dichiarazione attestante le verifiche effettuate e il relativo esito;
- ❑ dichiarazione di conformità ai sensi del DM 37/2008;
- ❑ certificazione rilasciata da un laboratorio accreditato circa la conformità alla norma CEI EN 61215, per moduli al silicio cristallino, e alla CEI EN 61646 per moduli a film sottile;
- ❑ certificazione rilasciata da un laboratorio accreditato circa la conformità del convertitore c.c./c.a. alle norme vigenti;
- ❑ certificati di garanzia relativi alle apparecchiature installate;
- ❑ garanzia sull'intero impianto e sulle relative prestazioni di funzionamento.

La ditta installatrice, oltre ad eseguire scrupolosamente quanto indicato nel presente progetto, dovrà eseguire tutti i lavori nel rispetto della REGOLA DELL'ARTE.