

**ADEGUAMENTO E POTENZIAMENTO DELL'IMPIANTO DI SEPURAZIONE  
ACQUE REFLUE DEL COMUNE DI MONDOVÌ,  
LOCALITÀ LONGANA – LOTTO 2 – CUP 98H16000000002****PROGETTO DEFINITIVO****COMMITTENTE**

MONDO ACQUA S.p.A.  
Via Venezia, 6/B – 12084 MONDOVÌ (CN)  
tel. +39 0174.554461

**IL PROGETTISTA**

SAGLIETTO ENGINEERING S.r.l.  
Corso Giolitti, 36 – 12100 CUNEO (CN)  
Tel. +39 0171.698381 – fax +39 0171.600599  
sagliettoengineering@pec.it

**Dott. Ing. Fabrizio Saglietto**



ORDINE DEGLI INGEGNERI  
DELLA PROVINCIA DI CUNEO  
**1067** Dott. Ing. Fabrizio Saglietto

**DESCRIZIONE****RELAZIONE IMPIANTO ELETTRICO**

DATA		SCALA				ALLEGATO		
30/09/2020		/				<b>2.3</b>		
COMMESSA		livello	categoria	tipologia	revisione			
2020_001		PD	RS	TXT	00			
00	30/09/2020	EMISSIONE PER CONSEGNA				CA.NI.	BH.FR.	SA.FA.
REV.	DATA	DESCRIZIONE				REDATTO	CONTROLLATO	APPROVATO

## Sommario

NORME DI RIFERIMENTO .....	3
STATO DI PROGETTO.....	4
ALIMENTAZIONE E DATI GENERALI.....	5
DESCRIZIONE DELLA SEZIONE IN BASSA TENSIONE .....	7
Descrizione della configurazione della distribuzione dell'energia elettrica all'interno dell'impianto .....	7
Descrizione dell'alimentazione delle nuove opere elettromeccaniche .....	7
CRITERI DI DIMENSIONAMENTO .....	8
Cenni teorici sul dimensionamento dei cavi .....	8
Portata del cavo.....	9
Caduta di tensione.....	10
Protezione contro i corto circuiti (CEI 64.8/4 - 434.3). Valore massimo di energia specifica passante per il cavo .....	11
Sovraccarico (CEI 64.8/4 - 433.2) .....	12
Formule utilizzate per il calcolo delle correnti di cortocircuito.....	13
Protezione dai contatti diretti .....	15
Protezione dai contatti indiretti (CEI 64.8 / 413.1.3.3 / 413.1.4.2 / 413.1.5.3 / 413.1.5.5 / 413.1.5.6) .....	15
Dimensionamento dell'ampliamento dell'impianto elettrico .....	18
Analisi dei carichi .....	19
Sostituzione del trasformatore .....	20
Sostituzione della linea montante .....	21
Adattamento power center .....	21
Alimentazione quadro AR 1.0 .....	22
Alimentazione quadro automazione AR 1.1 e compressore .....	23
Alimentazione pompa monovite .....	23
Alimentazione carroponte ispessitore .....	23
Alimentazione AR1.2 – Comparto disinfezione UV .....	23
Alimentazione AR1.3 – Comparto filtrazione continua .....	24
Alimentazione Pesa.....	24

Impianto di illuminazione nuovo locale.....	24
Posa nuove linee elettriche.....	24
IMPIANTO DI TERRA.....	25
ALLEGATI.....	26

## NORME DI RIFERIMENTO

La progettazione e la realizzazione degli interventi in questione avverranno in conformità alle Norme del Comitato Elettrotecnico Italiano (CEI) ed alle prescrizioni derivanti dal Legislatore mediante decreti o leggi.

In particolare, la redazione del progetto avverrà in accordo delle seguenti Norme e Leggi:

- Norma CEI 64-8 “Impianti elettrici utilizzatori a tensione nominale non superiore a 1000 V in corrente alternata e a 1500 V in corrente continua”;
- Norma CEI 0-2 “Guida per la definizione della documentazione di progetto degli impianti elettrici”;
- Norma CEI 11-1 “Impianti di produzione, trasporto e distribuzione di energia elettrica. Norme generali.”
- Legge del 1° marzo 1968 n. 186 “Disposizioni concernenti la produzione di materiali, apparecchiature macchinari, installazioni e impianti elettrici ed elettronici”.
- Legge del 18/10/77 Attuazione direttiva CEE per il materiale elettrico.
- Decreto Ministeriale n°37 del 22 gennaio 2008 “Norme per la sicurezza degli impianti”
- Decreto Legislativo n°81 del 9 aprile 2008: “Testo unico sulla salute e sulla sicurezza sul lavoro”;
- Regolamento CPR 305/2011 per quanto riguarda la scelta delle tipologie di isolanti impiegati nei cavi elettrici.

Le norme e le leggi riguardanti specificatamente i componenti, le apparecchiature e i materiali da impiegare o installare al momento della realizzazione dell'impianto vengono riportate all'interno del disciplinare in corrispondenza delle specifiche sezioni. La stessa cosa dicasi per le caratteristiche specifiche dei dispositivi.

## STATO DI PROGETTO

Il progetto prevede i seguenti interventi:

- trasformazione del digestore anaerobico dismesso esistente in un comparto per la digestione aerobica dei fanghi con: bonifica dei ferri di armatura, pulizia ed impermeabilizzazione interna ed installazione di una rete di diffusori a bolle fini alimentata da compressori;
- trasformazione del gasometro dismesso esistente in un comparto di post-ispessimento dei fanghi in uscita dalla digestione aerobica con: bonifica dei ferri di armatura, pulizia ed impermeabilizzazione interna, asportazione della campana in acciaio, installazione di un ispessitore per il raschiamento dei fanghi e per l'estrazione dei surnatanti ed installazione di pompe monovite per l'estrazione dei fanghi di supero;
- sostituzione dei carriponte dei due sedimentatori secondari con bonifica dei ferri di armatura, pulizia ed impermeabilizzazione interna ed installazione di sistema di riscaldamento delle piste delle vie dei carriponte
- modifica del pozzetto sollevamento fanghi esistente dei sedimentatori secondari con sostituzione delle pompe
- filtrazione finale su tela tale da garantire una concentrazione dei solidi sospesi allo scarico minore di 10 mg/l.
- disinfezione con tecnologia a raggi ultravioletti, che comporta la realizzazione dell'adeguamento dell'attuale manufatto disinfezione e l'installazione del relativo quadro elettrico alloggiato in un apposito locale dove verrà posizionato anche il quadro della filtrazione finale.
- Nuovo misuratore di portata elettromagnetico
- Nuova tubazione di by-pass reparto filtrazione
- Impianto di fotovoltaico della potenza di 106 Kw anche per poter creare una Comunità energetica.
- Installazione di pesa in ingresso impianto
- adeguamento dei relativi collegamenti idraulici;
- adeguamento dell'impianto elettrico;
- sistemazione dell'area.

L'installazione di nuovi componenti elettromeccanici richiederà l'adeguamento dell'impianto elettrico esistente andando ad operare gli interventi di seguito riassunti:

- derivazione dell'alimentazione dal power center esistente per la nuova sezione di impianto elettrico, del comparto di filtrazione e di disinfezione UV;
- realizzazione di un quadro elettrico di distribuzione e automazione AR1.0 per l'alimentazione del compressore, della pompa monovite e del carroponte previsti;
- Installazione del quadro di automazione AR1.1 fornito insieme al compressore a servizio del nuovo comparto di aerazione;
- Installazione del quadro di automazione AR1.2 fornito con il comparto di disinfezione UV;
- Installazione del quadro di automazione AR1.3 fornito con il comparto di filtrazione continua;
- Installazione dei quadri di automazione AR 1.4 e 1.5 per alimentazione compressori previsti presso il locale scambio termico;
- Installazione di un impianto di illuminazione all'interno del nuovo quadro in progetto;
- Installazione e alimentazione di un sistema di pesa;
- Posa delle linee di alimentazione dei nuovi macchinari previsti;
- Sostituzione del trasformatore MT/BT esistente da 250 kVA con trasformatore MT/BT da 630 kVA in resina;
- Potenziamento protezione generale power center generale;
- Potenziamento linea montante.

Le nuove linee di alimentazione verranno posate all'interno di cavidotti e canaline esistenti, mentre l'impianto di terra esistente non verrà modificato o ampliato in alcun modo.

I nuovi sistemi di automazione previsti, ovvero il quadro a servizio del comparto di aerazione, il PLC previsto per l'automazione del carroponte e della pompa dei surnatanti e i sistemi di automazione dei comparti di disinfezione UV e filtrazione continua verranno messi in comunicazione con i sistemi di automazione esistenti tramite connessione Ethernet e/o Modbus RS485.

## ALIMENTAZIONE E DATI GENERALI

Seguono le caratteristiche generali del progetto:

- tipo di impianto: impianto elettrico utilizzatore di categoria I, alimentazione da cabina privata;

- punti di origine: quadro BT posto in cabina;
- sistema di fornitura: corrente alternata trifase con neutro, frequenza nominale 50 Hz;
- sistema di distribuzione: sistema TN-S (neutro del sistema a terra nella cabina di trasformazione, le masse collegate allo stesso impianto di terra mediante il conduttore di protezione PE), con impianto di terra comune a tutte le sezioni di impianto;
- caduta di tensione massima ammissibile:  $\leq 4\%$  per tutte le utenze;
- tensione nominale: 15/0,4 kV
- potenza nominale trasformatore: 250 kVA

Il punto di consegna è in media tensione ed è posto presso la sezione in media tensione della cabina elettrica presente all'interno dell'impianto. All'interno della cabina di trasformazione è presente un quadro elettrico generale di distribuzione, dal quale hanno origine tutte le linee elettriche esistenti.

## DESCRIZIONE DELLA SEZIONE IN BASSA TENSIONE

### ***Descrizione della configurazione della distribuzione dell'energia elettrica all'interno dell'impianto***

Le linee elettriche in bassa tensione hanno tutte origine presso il quadro generale installato all'interno della sezione in bassa tensione della cabina e si diramano su tutta l'area dell'impianto per raggiungere le varie opere elettromeccaniche presenti presso i comparti del depuratore. In corrispondenza di singole macchine o di gruppi di macchine sono presenti dei quadri elettrici aventi la funzione di sezionare e comandare localmente le macchine.

Tutte le linee sono composte da tre conduttori di fase, da un conduttore di neutro e il conduttore di protezione.

Segue la descrizione delle sezioni di impianto previsti:

- Distribuzione: la sezione di distribuzione svolge il compito di fornire l'energia elettrica a tutte le macchine installate e di proteggere le linee utilizzate a tale scopo. Oltre alle linee, questa sezione comprende anche i quadri di distribuzione (es. Quadro generale);
- Automazione: la sezione di automazione è composta dai quadri installati sul campo o a bordo macchina. I quadri di automazione vengono talvolta forniti insieme alle macchine installate presso i vari comparti. Laddove venga meno questa affermazione, si provvederà alla progettazione del quadro. La sezione di automazione è sempre divisa in due circuiti:
  - Circuito di potenza: quella parte del circuito che alimenta e protegge le apparecchiature poste all'interno del quadro e le macchine ad esso asservite. Il circuito di potenza è composto da interruttori automatici, fusibili e sezionatori;
  - Circuito di comando: circuito che regola l'automazione delle macchine mediante relè, temporizzatori o eventuali controllori logici programmabili.

### ***Descrizione dell'alimentazione delle nuove opere elettromeccaniche***

Le nuove opere elettromeccaniche previste verranno alimentate mediante linee trifase con neutro e conduttore di protezione o linee monofase con conduttore di protezione, a seconda della natura e delle caratteristiche delle utenze da alimentare. La sezione dei cavi sarà determinata in base al tipo di carico da alimentare e alle sue caratteristiche nominali.



## CRITERI DI DIMENSIONAMENTO

### ***Cenni teorici sul dimensionamento dei cavi***

La scelta della sezione dei cavi deve tenere conto di due condizioni: il cavo deve avere una portata sufficiente a sopportare la corrente d'impiego della macchina senza danneggiarsi a causa della temperatura raggiunta e l'impedenza del cavo deve essere tale da garantire una caduta di tensione lungo la linea minore o uguale a quella ammissibile.

Per la determinazione della corrente di impiego  $I_b$  si utilizzano le seguenti formule:

$$I_b = \frac{P_c}{\sqrt{3} \cdot V_n \cdot \cos \varphi_t} \quad \text{per carico trifase}$$

$$I_b = \frac{P_c}{V_n \cdot \cos \varphi_t} \quad \text{per carico monofase}$$

$$I_b = \frac{S_c}{\sqrt{3} \cdot V_n} \quad \text{per carico trifase}$$

$$I_b = \frac{S_c}{V_n} \quad \text{per carico monofase}$$

Dove:

- $V_n$  = tensione nominale [V]
- $P_c$  = potenza attiva convenzionale [W]
- $S_c$  = potenza apparente convenzionale [VA]
- $\cos \varphi_t$  = fattore di potenza totale della linea

La potenza attiva convenzionale si determina mediante la formula

$$P_c = \sum P \cdot k_u \cdot k_c$$

Dove:

- $\sum P$  è la somma di tutte le potenze attive assorbite dalle macchine alimentate dalla stessa linea;
- $k_u$  = fattore di utilizzazione delle macchine
- $k_c$  = fattore di contemporaneità delle macchine

La potenza apparente convenzionale deriva dalla formula:

$$S_c = \sqrt{P_c^2 + Q_c^2}$$

Dove  $Q_c$  rappresenta la somma di tutte le potenze reattive richieste dai carichi moltiplicata per i parametri  $k_u$  e  $k_c$  di cui sopra.

### **Portata del cavo**

La portata del cavo nelle reali condizioni di funzionamento  $I_z$  dovrà soddisfare la relazione

$$I_b \leq I_z$$

La portata del cavo  $I_z$  dipende dalla sezione del conduttore preso in considerazione, dal tipo di isolante e dall'influenza di eventuali sovratemperature dovute agli effetti di circuiti adiacenti e della temperatura ambiente stessa. Si determina mediante la formula:

$$I_z = I_0 \cdot k_1 \cdot k_2 \cdot k_3 \cdot k_4$$

Dove:

- $I_0$  = portata del cavo riportata dalla norma CEI-UNEL 35024/1
- $k_1$  = fattore di correzione per temperature diverse da quelle previste (30°C per la posa in aria – 20°C per la posa interrata)
- $k_2$  = fattore di correzione che tiene conto degli effetti dei circuiti installati nelle vicinanze
- $k_3$  = fattore da applicare in caso di posa interrata ad una profondità diversa da 0,8 m
- $k_4$  = fattore di correzione che tiene conto della resistività termica del terreno

In caso di posa in aria, i fattori 3 e 4 non vengono presi in considerazione.

## Caduta di tensione

Come già accennato, l'impedenza del cavo comporta una caduta di tensione registrabile ai capi del carico che la linea andrà ad alimentare. Affinché i carichi possano continuare a lavorare senza problemi, la caduta di tensione totale per ogni carico dovrà essere minore del 4% della tensione nominale del sistema di distribuzione. Seguono le formule utilizzate per la determinazione della caduta di tensione percentuale:

$$\Delta V_{\%} = \frac{100 \cdot 2I_b (R_l \cos \varphi_t + X_l \sin \varphi_t)}{V_n} \quad \text{per linee monofase}$$

$$\Delta V_{\%} = \frac{100 \cdot \sqrt{3}I_b (R_l \cos \varphi_t + X_l \sin \varphi_t)}{V_n} \quad \text{per linee trifase}$$

Dove:

- $R_l$  = resistenza della linea
- $X_l$  = reattanza (induttiva) di linea
- $\cos \varphi_t$  = fattore di potenza del carico
- $\sin \varphi_t = \sin(\arccos(\cos \varphi_t))$
- $V_n$  = tensione nominale della linea in considerazione (230 V per linea monofase, 400 per linea trifase)

Dato che le macchine o i quadri da alimentare sono situati nelle vicinanze del quadro elettrico generale dell'impianto, il calcolo della caduta di tensione verrà effettuato esclusivamente per verificare l'idoneità del cavo scelto.

### **Protezione contro i corto circuiti (CEI 64.8/4 - 434.3). Valore massimo di energia specifica passante per il cavo**

Affinché una linea risulti essere protetta dal cortocircuito è necessario verificare che l'energia lasciata passare dall'interruttore durante il suo tempo di intervento sia minore dell'energia massima sopportabile dal cavo.

L'energia specifica passante dipende dall'intensità della corrente di corto circuito sulla linea e dal tempo in cui permane, dipendente dalla taratura delle protezioni coordinate ad un determinato conduttore.

Il cavo si considererà protetto quando risultano essere verificate le seguenti disequazioni:

$$\int_0^{t_i} I^2 dt \leq K^2 \cdot S^2$$

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

$$I_{ccMax} \leq p.d.i.$$

Dove:

- $I_{ccMax}$  = Corrente di corto circuito massima
- p.d.i.= Potere di interruzione apparecchiatura di protezione
- $I^2 t$  = Energia specifica passante per la durata di corto circuito ( $A^2/mm^2$ )
- $I$  = Corrente effettiva in caso di guasto
- $t$  = Tempo di intervento delle protezioni
- $K$  = Coefficiente secondo CEI 64-8 434.3.2 (rame isolati in PVC 115, rame isolati XLPE-EPR 143)
- $S$  = sezione dei conduttori in  $mm^2$

La determinazione della corrente di corto circuito tiene conto della potenza presunta di corto circuito nella rete d'alimentazione, dell'impedenza dei trasformatori e dell'impedenza della linea.

La valutazione della corrente di corto circuito va quindi compiuta per le situazioni estreme, corrispondenti rispettivamente al calcolo della corrente di corto circuito massima nel punto d'origine d'ogni conduttura e quella minima al suo termine (in corrispondenza dei morsetti di collegamento al successivo elemento della rete o dei morsetti di collegamento al carico).

La corrente di corto circuito massima in un sistema trifase si ha per corto circuito trifase nel punto d'origine della conduttura; la sua conoscenza è indispensabile per stabilire il potere di interruzione del dispositivo di protezione. La corrente di corto circuito minima si ha per guasto fase-fase o fase-neutro (se il neutro è distribuito) o per guasto fase-massa nel punto della conduttura più lontano dall'origine: la sua conoscenza è richiesta per la verifica del corretto intervento delle protezioni in corrispondenza di tali valori di corrente.

Si considerano quindi i seguenti guasti:

- corrente di corto circuito massima;
- corrente di corto circuito massima fase-neutro o fase-fase (se il neutro non è distribuito);
- corrente di corto circuito minima fase-neutro o fase-fase (se il neutro non è distribuito);
- corrente di corto circuito massima fase-conduttore di protezione (solo nel caso di sistema TN);
- corrente di corto circuito minima fase-conduttore di protezione (solo nel caso di sistema TN).

Laddove si utilizzi un solo dispositivo per la protezione dalle sovracorrenti di qualsiasi natura, la relazione indicata sopra è sempre verificata.

### **Sovraccarico (CEI 64.8/4 - 433.2)**

Per le condizioni di sovraccarico dobbiamo rispettare le seguenti relazioni:

$$I_b \leq I_n \leq I_z$$

$$I_f \leq 1,45 I_z$$

Dove:

- $I_b$  = Corrente di impiego del circuito
- $I_z$  = Portata in regime permanente della conduttura nelle reali condizioni di funzionamento
- $I_n$  = Corrente nominale del dispositivo di protezione (per i dispositivi regolabili è la corrente di regolazione scelta)
- $I_f$  = Corrente che assicura l'effettivo intervento del dispositivo di protezione.

## Formule utilizzate per il calcolo delle correnti di cortocircuito

Come accennato precedentemente, in un sistema di distribuzione trifase esistono tre tipi di correnti di cortocircuito. Seguono le formule utilizzate per determinare la loro intensità:

$$I_{cc} = \frac{V \cdot C}{k \cdot Z_{cc}}$$

Dove:

- V = tensione nominale concatenata
- C = fattore di tensione
- k = coefficiente di correzione
- $Z_{cc}$  = impedenza equivalente di cortocircuito

A seconda di quale corrente si deve determinare, all'interno della relazione indicata sopra si dovranno sostituire i seguenti parametri:

- Cortocircuito trifase:

$$k = \sqrt{3}$$

$$Z_{cc} = \sqrt{(R_{rete} + \sum R_{fase})^2 + (X_{rete} + \sum X_{fase})^2}$$

- Cortocircuito fase-fase:

$$k = 2$$

$$Z_{cc} = \sqrt{(R_{rete} + \sum R_{fase})^2 + (X_{rete} + \sum X_{fase})^2}$$

- Cortocircuito fase-neutro:

$$k = \sqrt{3}$$

$$Z_{cc} = \sqrt{(R_{rete} + \sum R_{fase} + \sum R_{neutro})^2 + (X_{rete} + \sum X_{fase} + \sum X_{neutro})^2}$$

- Cortocircuito fase-conduttore di protezione:

$$k = \sqrt{3}$$

$$Z_{cc} = \sqrt{(R_{rete} + \sum R_{fase} + \sum R_{protezione})^2 + (X_{rete} + \sum X_{fase} + \sum X_{protezione})^2}$$

Il fattore di tensione e la resistenza dei cavi assumono valori differenti secondo la corrente di cortocircuito calcolata. I valori assegnati sono riportati nella tabella seguente:

	<b>I<sub>ccMAX</sub></b>	<b>I<sub>ccmin</sub></b>
<b>C</b>	1	0.95
<b>R</b>	$R_{20^{\circ}\text{C}}$	$R = \left[ 1 + 0.004 \frac{1}{^{\circ}\text{C}} \times (\theta_e - 20^{\circ}\text{C}) \right] R_{20^{\circ}\text{C}}$ (CEI 11.28 Pag. 11 formula (7))

dove  $R_{20^{\circ}\text{C}}$  la è la resistenza del cavo a 20 °C e  $\theta_e$  è la temperatura impostata dall'utente nella impostazione dei parametri per il calcolo.

Il valore della  $R_{20^{\circ}\text{C}}$  viene riportato nella tabella "Resistenze e Reattanze" riportata di seguito.

Tabella delle resistenze e delle reattanze dei cavi elettrici secondo la tabella UNEL 35023-70 (a 20°C).

Sezione mm <sup>2</sup>	Cavi unipolari		Cavi Multipolari	
	$R_{20^{\circ}\text{C}}$	X	$R_{20^{\circ}\text{C}}$	X
	mΩ/m	mΩ/m	mΩ/m	mΩ/m
<b>1</b>	17,82	0,176	18,14	0,125
<b>1,5</b>	11,93	0,168	12,17	0,118
<b>2,5</b>	7,18	0,155	7,32	0,109
<b>4</b>	4,49	0,143	4,58	0,101
<b>6</b>	2,99	0,135	3,04	0,0955
<b>10</b>	1,80	0,119	1,83	0,0861
<b>16</b>	1,137	0,112	1,15	0,0817
<b>25</b>	0,717	0,106	0,731	0,0813
<b>35</b>	0,517	0,101	0,527	0,0783
<b>50</b>	0,381	0,101	0,389	0,0779
<b>70</b>	0,264	0,0965	0,269	0,0751
<b>95</b>	0,190	0,0975	0,194	0,0762
<b>120</b>	0,152	0,0939	0,154	0,0740
<b>150</b>	0,123	0,0928	0,126	0,0745
<b>185</b>	0,0992	0,0908	0,100	0,0742
<b>240</b>	0,0760	0,0902	0,0779	0,0752
<b>300</b>	0,0614	0,0895	0,0629	0,0750
<b>400</b>	0,0489	0,0876	0,0504	0,0742
<b>500</b>	0,0400	0,0867	0,0413	0,0744
<b>630</b>	0,0324	0,0865	0,0336	0,0749

N.B: Le resistenze e le reattanze per i cavi multipolari sono utilizzate per l'eventuale cavo di collegamento tra il trasformatore e il quadro generale di bassa tensione.

## **Protezione dai contatti diretti**

La protezione dai contatti diretti sarà attuata tramite l'isolamento delle parti attive con ricoperture isolanti, ponendo gli elementi entro involucri apribili solamente mediante attrezzo o in zone difficilmente accessibili.

Tutte le operazioni di manutenzione riguardanti l'impianto elettrico devono essere effettuate togliendo tensione alla sezione di impianto interessata e impedendo il riallacciamento mediante opportuno blocco a chiave.

## **Protezione dai contatti indiretti (CEI 64.8 / 413.1.3.3 / 413.1.4.2 / 413.1.5.3 / 413.1.5.5 / 413.1.5.6)**

La protezione dai contatti indiretti è realizzata mediante la messa a terra delle masse presenti all'interno dell'impianto e tramite l'utilizzazione, sui circuiti terminali, di interruttori differenziali aventi corrente nominale differenziale di intervento  $I_{dn}$  regolabile da 30 a 25000 mA per l'interruttore generale (tarata a 0,3 A e 0,3 secondi di intervento) e  $I_{dn}$  30 mA per le linee terminali.

Deve essere verificata la seguente relazione in accordo alla CEI 64-8/4 413.1.3.3:

per sistemi TT:

$$R_a I_a \leq 50$$

Dove:

- $R_a$  = è la somma delle resistenze del dispersore e del conduttore di protezione in ohm
- $I_a$  = è la corrente che provoca l'intervento automatico del dispositivo di protezione, in ampere

per sistemi TN:

$$Z_s I_a \leq U_0$$

Dove:

- $U_0$  = Tensione di fase dipendente dal tempo di intervento delle protezioni e d'interruzione delle protezioni (vedasi tabella seguente)



Tensione di fase $U_0$	Tempo d'interruzione (s)	
	Condizioni ordinarie	Condizioni particolari
120	0,8	0,4
230	0,4	0,2
400	0,2	0,06
>400	0,1	0,02

*Valori della tensione di fase in funzione del tempo di intervento della protezione*

- $Z_s$  = Impedenza dell'anello di guasto che comprende la sorgente, il conduttore attivo e di protezione tra punto di guasto e la sorgente.
- $I_a$  = Valore in ampere, della corrente di intervento in 5 sec. o secondo le tabelle CEI 64.8/4 - 41A e/o 48A del dispositivo di protezione.

per sistemi IT:

$$R_t I_d \leq 50$$

Dove:

- $R_t$  = è la resistenza del dispersore al quale sono collegate le masse, in ohm;
- $I_d$  = è la corrente di guasto nel caso di primo guasto di impedenza trascurabile tra un conduttore di fase ed una massa, in ampere. Il valore di  $I_d$  tiene conto delle correnti di dispersione verso terra e dell'impedenza totale di messa a terra dell'impianto

Non è necessario interrompere il circuito in caso di singolo guasto a terra.

Una volta manifestatosi un primo guasto, le condizioni di interruzione dell'alimentazione nel caso di un secondo guasto sono:

- quando le masse sono messe a terra per gruppi od individualmente, le condizioni sono date nell'art. 413.1.4 Norma CEI 64.8/4 come per i sistemi TT;
- quando le masse sono interconnesse collettivamente da un conduttore di protezione, si applicano le prescrizioni relative al sistema TN ed in particolare:

$$Z_s \leq \frac{U}{2 * I_a}$$

quando il neutro non è distribuito

$$Z_s \leq \frac{U_0}{2 * I_a}$$

quando il neutro è distribuito

Dove:

- $U_0$  = è la tensione nominale in c., valore efficace, tra fase e neutro;
- $U$  = è la tensione nominale in c., valore efficace, tra fase e fase;
- $Z_S$  = è l'impedenza dell'anello di guasto costituito dal conduttore di fase e dal conduttore di protezione del circuito;
- $Z'_S$  = è l'impedenza del circuito di guasto costituito dal conduttore di neutro e dal conduttore di protezione del circuito;
- $I_a$  = è la corrente che interrompe il circuito entro il tempo specificato dalle tabelle CEI 64-8/4 – 41B e/o 48A, od entro 5 s per tutti gli altri circuiti, quando questo tempo è permesso.

Ai fini della protezione dei contatti indiretti, si ricordano le definizioni di “massa” e “massa estranea” riportate all'interno della norma CEI 64-08:

- Massa: “tutte le parti conduttrici, facenti parte dei componenti elettrici e che possono essere toccate, che non sono in tensione in condizioni normali di funzionamento, ma possono andare in tensione, in caso di guasto, se si verifica il cedimento dell'isolamento principale”.
- Massa estranea: “parte conduttrice non facente parte dell'impianto elettrico, in grado di introdurre un potenziale, generalmente di quello di terra”. Queste andranno collegate all'impianto di terra quando la loro resistenza è inferiore a 1000  $\Omega$  in ambienti ordinari e 200  $\Omega$  in ambienti particolari.

## ***Dimensionamento dell'ampliamento dell'impianto elettrico***

Si riporta di seguito una descrizione delle linee elettriche in progetto e dei quadri. I cavi utilizzati saranno tutti dotati di doppio isolamento e tensioni nominali  $U_0/U$  pari a 0,6/1 kV per assicurare la protezione dai contatti indiretti in caso di condutture in materiale non isolante; con l'installazione di questi cavi, le condutture non isolanti verranno considerate equivalenti ai dispositivi di classe seconda, e quindi non necessitano di essere collegate al conduttore di protezione. Per il cablaggio dei circuiti ausiliari di comando, si prevede l'impiego di cavi FG16-OR16.

La protezione dei carichi sarà solitamente affidata a interruttori automatici in grado di rilevare la corrente su tutti i conduttori della linea e interromperli in caso di sovracorrente. Per interruttore automatico si intende un dispositivo in grado di proteggere la linea e la macchina sia dal sovraccarico, sia dal cortocircuito.

Le linee di alimentazione delle macchine previste verranno installate all'interno di cavidotti corrugati interrati.

In allegato si riportano i dettagli dei calcoli svolti per la determinazione delle sezioni dei cavi e delle relative protezioni.

## Analisi dei carichi

Si riporta di seguito l'analisi dei carichi previsti:

Carichi	Pn	$\eta$	Pelt	n° carichi	Ku	Kc	P	cosfi	Q
/	kW	-	kW	-	-	-	kW	-	kVAR
<b>Digestore Aerobico</b>									
Compressori	45	0,94	47,9	1	1	1	47,87	0,9	23,186
Pompa monovite	2	0,867	2,3	1	1	1	2,31	0,82	1,610
<b>Carroponte post ispessitore</b>									
Post-ispessitore	0,55	0,8	0,7	1	1	1	0,69	0,81	0,498
<b>Disinfezione UV</b>									
Disinfezione UV	4,2	1	4,2	1	1	1	4,20	0,8	3,150
<b>Filtrazione</b>									
Impianto di filtrazione continua	8,25	0,8	10,3	1	1	1	10,31	0,8	7,734
<b>Servizi ausiliari</b>									
Illuminazione e predisposizione FM	3	1	3,0	1	1	0,15	0,45	0,8	0,338
<b>Locale scambio termico</b>									
Compressori	45	0,94	47,9	2	1	1	95,74	0,9	46,371

P tot: 162 kW

Q tot: 82,9 kVA

Cosfi: 0,88

Ib: 262 A

La potenza totale considerata nell'analisi dei carichi è stata considerata cautelativamente nel caso peggiore, ovvero nell'ipotesi che tutte le nuove macchine funzionino contemporaneamente alla loro potenza nominale. I compressori, che rappresentano la parte più energivora del nuovo intervento, lavoreranno sotto inverter quindi per la maggior parte del tempo verrà modulato per fornire il giusto quantitativo di aria al sistema di gestione aerobica.

I motori accoppiati ai compressori in progetto saranno del tipo a magneti permanenti, il che porta alti rendimenti e un fattore di potenza elevato. Considerando anche l'installazione dell'inverter a monte del suddetto motore, non sarà necessario modificare il sistema di rifasamento generale dell'impianto.

Il trasformatore attualmente impiegato ha una potenza nominale di 250 kVA, con 200 kW assorbiti dall'impiantistica elettrica esistente. Andando ad aggiungere circa 180 kVA di assorbimento, nei nuovi interventi si dovrà prevedere la sostituzione del trasformatore MT/BT presente con un trasformatore da 630 kVA isolato in resina.

### **Sostituzione del trasformatore**

La potenza totale assorbita dall'impianto ammonterà a 430 kVA, che eccede la potenza nominale del trasformatore esistente.

Per permettere che le nuove utenze possano essere messe in funzione parallelamente ai comparti esistenti, è necessario sostituire il trasformatore esistente.

La taglia del trasformatore viene scelta in maniera tale che la potenza attualmente impiegata sia all'incirca pari a 2/3 della potenza nominale scelta. In questo modo il rendimento del trasformatore sarà nel suo punto massimo e si dà la possibilità di aumentare la potenza impiegata con eventuali futuri ampliamenti. Verrà dunque installato un trasformatore da 630 kVA, 15/0,4 kV, Dyn11 in resina con relativo box di protezione e sistema di raffreddamento ad aria.

L'intervento di sostituzione del trasformatore avverrà aprendo gli interruttori posto a monte e a valle della macchina, togliendo quindi l'alimentazione derivante dalla rete sul lato MT e prevenendo che UPS o gruppi elettrogeni possano alimentare il lato BT durante le fasi di sostituzione.

Questo intervento comporterà il fermo completo dell'impianto, quindi dovrà essere operato in contemporanea con gli interventi idraulici che richiedono il fermo totale dell'impianto oppure prevedendo di alimentare con appositi gruppi elettrogeni le parti di impianto che devono necessariamente continuare a funzionare.

Il trasformatore esistente potrà essere tenuto di scorta per l'alimentazione di emergenza delle parti di impianto privilegiate in caso di manutenzione del nuovo trasformatore o per alimentare un'eventuale nuova sezione di impianto in ampliamenti futuri.

## **Sostituzione della linea montante**

Sostituendo il trasformatore esistente con uno di potenza maggiore, la linea montante esistente dovrà essere sostituita con una adatta al trasporto della massima corrente erogabile.

La nuova linea montante sarà composta da una linea FG16R16 3x(2x185)+2x185 e sarà posata all'interno delle canalizzazioni esistenti.

## **Adattamento power center**

Per permettere l'alimentazione dei nuovi comparti, all'interno del power center esistente verranno installati i seguenti interruttori magnetotermici:

- N. 1 interruttore magnetotermico differenziale scatolato in sostituzione della protezione generale (tipo NSX della Schneider e Micrologic 5.3 o equivalenti) avente corrente nominale 1000 A e potere di interruzione 36 kA;
- N. 1 interruttore magnetotermico differenziale quadripolare avente corrente nominale 100 A, potere di interruzione 10 kA e corrente differenziale nominale pari a 300 mA per l'alimentazione del quadro AR1.0;
- N. 1 interruttore magnetotermico differenziale quadripolare avente corrente nominale 25 A, potere di interruzione 10 kA e corrente differenziale nominale pari a 30 mA per l'alimentazione del quadro AR1.2 – Disinfezione UV;
- N. 1 interruttore magnetotermico differenziale quadripolare avente corrente nominale 25 A, potere di interruzione 10 kA e corrente differenziale nominale pari a 30 mA per l'alimentazione del quadro AR1.3 – filtrazione continua;
- N. 1 interruttore magnetotermico bipolare avente corrente nominale 10 A e potere di interruzione 10 kA per la protezione del nuovo impianto di illuminazione del locale in progetto.

All'interno della cabina verrà realizzato un quadro in metallo avente dimensioni 500x650x250 mm così allestito:

- Portella frontale a vetro
- N. 1 interruttore magnetotermico da 100 A per la protezione generale del quadro;

- N. 3 interruttori magnetotermici quadripolari differenziali da 80 A, potere di interruzione 6 kA e corrente differenziale da 30 mA per la protezione delle linee alimentanti i compressori;
- N. 1 interruttore magnetotermico tripolare differenziale da 6 A, potere di interruzione 6 kA e corrente differenziale 30 mA per la protezione della pompa monovite;
- N. 1 interruttore magnetotermico tripolare differenziale da 4 A, potere di interruzione 6 kA e corrente differenziale 30 mA per la protezione del carroponte previsto presso l'ispessitore;
- N. 2 Teleruttori, uno N.O. e uno N.A. da 25 A per il comando del carroponte e della pompa monovite;
- N. 1 interruttore magnetotermico da 110 A per la protezione dal corto circuito e dal sovraccarico la linea sottesa;
- N. 1 interruttore magnetotermico avente corrente nominale 6 A e potere di interruzione 10 kA per la protezione dell'alimentatore AC/DC 230/24 V 480 W;
- N. 1 alimentatore AC/DC da 480 W, 24 Vdc per l'alimentazione dei circuiti di automazione;
- N. 2 sezionatori portafusibili per la protezione dei circuiti di automazione;
- N. 1 PLC tipo Siemens S7-1200 o equivalente dotato di:
  - o N. 1 scheda da 16 ingressi digitali;
  - o N. 1 Scheda da 16 uscite digitali;
- Kit morsettiera di potenza

Il PLC previsto avrà la funzione di comandare il carroponte e la pompa monovite sulla base dei dati ricevuti dalle altre sezioni dell'impianto esistente.

### **Alimentazione quadro AR 1.0**

L'alimentazione del nuovo quadro elettrico previsto verrà derivata direttamente a valle del power center esistente tramite l'installazione di una linea elettrica composta da cavo FG16OR16 3x35+1x25+PE25 mm<sup>2</sup>. La linea verrà installata a valle di un nuovo interruttore magnetotermico quadripolare da 100 A, con potere di interruzione 10 kA, installato presso il power center esistente all'interno della cabina di trasformazione. Le linee terminali verranno posate all'interno dei cavidotti o delle canalizzazioni a parete predisposte.

### **Alimentazione quadro automazione AR 1.1 e compressore**

Il quadro elettrico fornito insieme al compressore verrà installato all'interno del locale tecnico esistente. Questo quadro verrà alimentato tramite una linea elettrica composta da cavo FG16OR16 3x35+1x25+PE25 mm<sup>2</sup>; la stessa tipologia di cavo andrà ad alimentare il motore accoppiato al compressore.

Il quadro elettrico fornito avrà al suo interno un sistema di automazione comandato centralmente da un PLC. Tale PLC verrà collegato alla rete modbus esistente mediante un cavo schermato FG16OR16 2x1,5. Il sistema di automazione proposto potrà raccogliere i dati provenienti dal campo e gestire in maniera ottimale il funzionamento del compressore sulla base delle reali necessità registrate. Questo permetterà di ridurre i consumi energetici, aumentare l'efficienza del trattamento di digestione aerobica e allungare la vita utile della macchina.

### **Alimentazione pompa monovite**

La pompa monovite prevista sarà alimentata mediante un cavo FG16OR16 4G4 mm<sup>2</sup>.

### **Alimentazione carroponte ispessitore**

Il carroponte dell'ispessitore previsto sarà alimentato mediante un cavo FG16OR16 4G4 mm<sup>2</sup>.

### **Alimentazione AR1.2 – Comparto disinfezione UV**

Il quadro AR 1.2 di alimentazione e automazione del comparto di disinfezione UV verrà alimentato mediante un cavo multipolare FG16OR16 5G10 mm<sup>2</sup>. La linea verrà posata all'interno di cavidotti esistenti fino al pozzetto più vicino al nuovo locale in progetto. Per alimentare le nuove sezione di impianto installate all'interno delle vasche esistenti verrà predisposta una canalina in acciaio inox da 75 mm con il percorso indicato nella planimetria allegata. Al suo interno verrà posato un cavo FG16OR16 5G10 mm<sup>2</sup>.

Il sistema di automazione verrà collegato alla rete modbus esistente mediante un cavo FG16OR16 2x1,5 mm<sup>2</sup> schermato.



### **Alimentazione AR1.3 – Comparto filtrazione continua**

Il quadro AR 1.3 di alimentazione e automazione del comparto di filtrazione continua verrà alimentato mediante un cavo multipolare FG16OR16 5G10 mm<sup>2</sup>. La linea verrà posata all'interno di cavidotti esistenti fino al pozzetto più vicino al nuovo locale in progetto. Per alimentare le nuove sezioni di impianto installate all'interno delle vasche esistenti verrà predisposta una canalina in acciaio inox da 75 mm con il percorso indicato nella planimetria allegata. Al suo interno verrà posato un cavo FG16OR16 5G10 mm<sup>2</sup>.

Il sistema di automazione verrà collegato alla rete modbus esistente mediante un cavo FG16OR16 2x1,5 mm<sup>2</sup> schermato.

### **Alimentazione Pesa**

Il sistema di pesa prevista verrà alimentata mediante un cavo FG16OR16 3G2,5.

### **Impianto di illuminazione nuovo locale**

L'impianto di illuminazione del nuovo locale sarà composto da una plafoniera 2x58 W e un interruttore che andrà a controllarne il funzionamento.

Questo impianto di illuminazione sarà alimentato mediante un cavo FG16OR16 3G4, derivato dal power center presente nella cabina esistente.

### **Posa nuove linee elettriche**

Le nuove linee elettriche verranno posate nei cavidotti e nelle canaline esistenti, tranne per l'ultimo tratto nel quale verrà posato un cavidotto da 110 mm di diametro intercettato da una serie di pozzetti come da planimetria allegata.

I pozzetti verranno impiegati per facilitare il tiro dei cavi e realizzare la risalita dei cavi presso le macchine previste in progetto.

Per la parte terminale delle linee, lungo i manufatti esistenti interessati dagli interventi in progetto, verranno installate delle canaline in acciaio inox.

## IMPIANTO DI TERRA

L'impianto di terra dovrà essere effettuato secondo quanto indicato all'interno delle norme CEI 64-1 e il d.lgs. 81/2008, le quali indicano la messa a terra delle masse pericolose come indice di sicurezza dell'impianto.

La planimetria sarà allegata al progetto esecutivo.

---

## ALLEGATI

---



**Scheda riepilogativa riguardante la linea montante FG16 2x(3x185)+1x185**

Calcolo delle linee		
Lunghezza linea	0,02	km
Ib	909	A
k1	0,96	-
k2	1	-
k2	1	-
k4	1	-
k5	1	-
I0 min	947,2	A
I0	533,0	A
Iz	1023,4	A
Sezione	<b>185</b>	mm <sup>2</sup>
Tipo cavo	<b>FG16</b>	-
Temperatura	90	°C
rl	0,0625	Ohm/Km
RI	0,00125	Ohm
U0/U reale	0,6/1	kV
xl	0,0371	Ohm/Km
XI	0,0007	Ohm
Vn	400	V
ΔV	1,97	V
ΔV%	0,49	%
Sezione neutro	<b>185</b>	mm <sup>2</sup>
Sezione PE	<b>185</b>	mm <sup>2</sup>
Posa	13	

Protezione della linea - magnetotermico		
Ib	909	A
In	1000	A
Iz	1023,4	A
Ir	910	A
Pdi	36	kA
If	312,5	A
1,45 Iz	1483,9	A
N° Poli	4	P
Icc max	13991	A
Icc fase-fase	12116	A
Icc fase-neutro	13332	A

**Scheda riepilogativa riguardante l'alimentazione del quadro elettrico AR 1.0**

Calcolo delle linee		
Lunghezza linea	0,02	km
Ib	82	A
k1	0,96	-
k2	0,86	-
k2	1	-
k4	1	-
k5	1	-
I0 min	99,3	A
I0	141,0	A
Iz	116,4	A
Sezione	<b>35</b>	mm <sup>2</sup>
Tipo cavo	<b>FG16</b>	-
Temperatura	90	°C
rl	0,654	Ohm/Km
RI	0,01308	Ohm
U0/U reale	0,6/1	kV
xl	0,0782	Ohm/Km
Xl	0,0016	Ohm
Vn	400	V
ΔV	1,76	V
ΔV%	0,44	%
Sezione neutro	<b>25</b>	mm <sup>2</sup>
Sezione PE	<b>25</b>	mm <sup>2</sup>
Posa	13	

Protezione della linea - magnetotermico		
Ib	82	A
In	100	A
Iz	116,4	A
Ir	100	A
Pdi	10	kA
If	125	A
1,45 Iz	168,8	A
N° Poli	4	P
Icc max	9611	A
Icc fase-fase	8324	A
Icc fase-neutro	6419	A

**Scheda riepilogativa riguardante l'alimentazione del compressore**

Calcolo delle linee		
Lunghezza linea	0,1	km
Ib	76,78	A
k1	0,96	-
k2	1	-
k3	0,98	-
k4	0,92	-
k5	1	-
I0 min	88,7	A
I0	107,0	A
Iz	92,6	A
Sezione	<b>35</b>	mm <sup>2</sup>
Tipo cavo	<b>FG16OR</b>	-
Temperatura	90	°C
rl	0,654	Ohm/Km
RI	0,06540	Ohm
U0/U reale	0,6/1	kV
xl	0,0782257	Ohm/Km
XI	0,0078226	Ohm
Vn	400	V
ΔV	9,94	V
ΔV%	2,48	%
Sezione neutro	<b>25</b>	mm <sup>2</sup>
Sezione PE	<b>25</b>	mm <sup>2</sup>
Posa	61	

Protezione della linea - magnetotermico		
Ib	76,78	A
In	80	A
Iz	92,6	A
Ir	80	A
Pdi	6	kA
If	100	A
1,45 Iz	134,3	A
N° Poli	3	P
Icc max	2922	A
Icc fase-fase	2530	A
Icc fase-neutro	1226	A

**Scheda riepilogativa riguardante l'alimentazione della pompa monovite**

Calcolo delle linee		
Lunghezza linea	0,1	km
Ib	4,47	A
k1	0,96	-
k2	0,82	-
k3	1	-
k4	1	-
k5	1	-
I0 min	5,7	A
I0	21,0	A
Iz	16,5	A
Sezione	4	mm <sup>2</sup>
Tipo cavo	<b>FG16OR</b>	-
Temperatura	90	°C
rl	5,68	Ohm/Km
RI	0,56800	Ohm
U0/U reale	0,6/1	kV
xl	0,101159	Ohm/Km
XI	0,010116	Ohm
Vn	400	V
ΔV	3,73	V
ΔV%	0,93	%
Sezione neutro	4	mm <sup>2</sup>
Sezione PE	4	mm <sup>2</sup>
Posa	61	

Protezione della linea - magnetotermico		
Ib	4,47	A
In	6	A
Iz	16,5	A
Ir	6	A
Pdi	6	kA
If	8,7	A
1,45 Iz	24,0	A
N° Poli	3	P
Icc max	2922	A
Icc fase-fase	2530	A
Icc fase-neutro	1226	A



**Scheda riepilogativa riguardante l'alimentazione del carro ponte per l'ispessitore fanghi**

Calcolo delle linee		
Lunghezza linea	0,1	km
I <sub>b</sub>	1,23	A
k <sub>1</sub>	0,96	-
k <sub>2</sub>	0,82	-
k <sub>3</sub>	1	-
k <sub>4</sub>	1	-
k <sub>5</sub>	1	-
I <sub>0 min</sub>	1,6	A
I <sub>0</sub>	21,0	A
I <sub>z</sub>	16,5	A
Sezione	4	mm <sup>2</sup>
Tipo cavo	FG16OR	-
Temperatura	90	°C
r <sub>l</sub>	5,68	Ohm/Km
R <sub>l</sub>	0,56800	Ohm
U <sub>0</sub> /U reale	0,6/1	kV
x <sub>l</sub>	0,101159	Ohm/Km
X <sub>l</sub>	0,010116	Ohm
V <sub>n</sub>	400	V
ΔV	1,01	V
ΔV%	0,253	%
Sezione neutro	4	mm <sup>2</sup>
Sezione PE	4	mm <sup>2</sup>
Posa	61	

Protezione della linea - magnetotermico		
I <sub>b</sub>	1,23	A
I <sub>n</sub>	6	A
I <sub>z</sub>	16,5	A
I <sub>r</sub>	6	A
P <sub>di</sub>	6	kA
I <sub>f</sub>	8,7	A
1,45 I <sub>z</sub>	24,0	A
N° Poli	3	P
I <sub>cc max</sub>	2922	A
I <sub>cc fase-fase</sub>	2530	A
I <sub>cc fase-neutro</sub>	1226	A

**Scheda riepilogativa riguardante l'alimentazione del quadro AR1.2 – Disinfezione UV**

Calcolo delle linee		
Lunghezza linea	0,035	km
Ib	22	A
k1	0,89	-
k2	1	-
k2	0,98	-
k4	0,92	-
k5	1	-
I0 min	27,0	A
I0	55,0	A
Iz	44,1	A
Sezione	10	mm <sup>2</sup>
Tipo cavo	FG16	-
Temperatura	90	°C
rl	2,27	Ohm/Km
RI	0,07945	Ohm
U0/U reale	0,6/1	kV
xl	0,0861	Ohm/Km
Xl	0,0030	Ohm
Vn	400	V
ΔV	2,45	V
ΔV%	0,613	%
Sezione neutro	10	mm <sup>2</sup>
Sezione PE	10	mm <sup>2</sup>
Posa	61	

Protezione della linea - magnetotermico		
Ib	22	A
In	25	A
Iz	44,1	A
Ir	25	A
Pdi	10	kA
If	31,25	A
1,45 Iz	64,0	A
N° Poli	4	P
Icc max	2688	A
Icc fase-fase	2328	A
Icc fase-neutro	1441	A

**Scheda riepilogativa riguardante l'alimentazione del quadro AR1.3 – Filtrazione continua**

Calcolo delle linee		
Lunghezza linea	0,07	km
Ib	19	A
k1	0,89	-
k2	1	-
k2	0,98	-
k4	0,92	-
k5	1	-
I0 min	23,2	A
I0	55,0	A
Iz	44,1	A
Sezione	<b>10</b>	mm <sup>2</sup>
Tipo cavo	<b>FG16</b>	-
Temperatura	90	°C
rl	2,27	Ohm/Km
RI	0,15890	Ohm
U0/U reale	0,6/1	kV
xl	0,0861	Ohm/Km
XI	0,0060	Ohm
Vn	400	V
ΔV	4,21	V
ΔV%	1,053	%
Sezione neutro	<b>10</b>	mm <sup>2</sup>
Sezione PE	<b>10</b>	mm <sup>2</sup>
Posa	61	

Protezione della linea - magnetotermico		
Ib	19	A
In	25	A
Iz	44,1	A
Ir	25	A
Pdi	10	kA
If	31,25	A
1,45 Iz	64,0	A
N° Poli	4	P
Icc max	1401	A
Icc fase-fase	1213	A
Icc fase-neutro	724	A

### **Scheda riepilogativa riguardante l'alimentazione dell'impianto di illuminazione del locale in progetto**

<b>Calcolo delle linee</b>		
Lunghezza linea	0,035	km
Ib	9	A
k1	0,89	-
k2	1	-
k2	0,98	-
k4	0,92	-
k5	1	-
I0 min	11,7	A
I0	41,0	A
Iz	32,9	A
Sezione	4	mm <sup>2</sup>
Tipo cavo	<b>FG16</b>	-
Temperatura	90	°C
rl	5,68	Ohm/Km
RI	0,19880	Ohm
U0/U reale	0,6/1	kV
xl	0,1012	Ohm/Km
Xl	0,0035	Ohm
Vn	230	V
ΔV	3,03	V
ΔV%	1,32	%
Sezione neutro	4	mm <sup>2</sup>
Sezione PE	4	mm <sup>2</sup>
Posa	61	

<b>Protezione della linea - magnetotermico</b>		
Ib	9	A
In	10	A
Iz	32,9	A
Ir	10	A
Pdi	10	kA
If	14,5	A
1,45 Iz	47,7	A
N° Poli	2	P
Icc fase-neutro	578	A