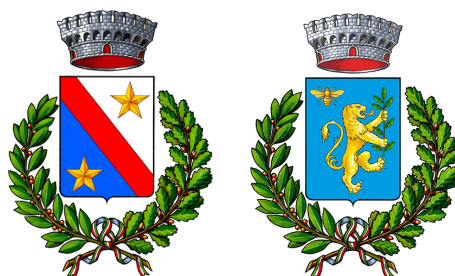


REGIONE
PIEMONTE



PROVINCIA
DI CUNEO



COMUNI DI CANALE E VEZZA D'ALBA
**INTERVENTI PER LA RAZIONALIZZAZIONE DEL SISTEMA DI COLLETTAMENTO E
DEPURAZIONE DEI COMUNI DEL ROERO. DISMISSIONE IMPIANTI DEPURAZIONE
DI CANALE LOC. CIMITERO E POTENZIAMENTO IMPIANTO DI CANALE LOC.
VALPONE**
CUP:J61D22000250006

PROGETTO DEFINITIVO

COMMITTENTE



TECNOEDIL S.p.A. Via Vivaro, 2 – 12051 ALBA (CN)
tel. +39 0173.441155 – fax + 39 0173.441104
www.egea.it – mail: tecnoedil@egea.it

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
A1067 - Ing. Fabrizio Saglietto

CERTIFICATORE



REVISIONE	DATA	DESCRIZIONE	ALLEGATO
00	08/08/2022	Relazione impianto elettrico	2.5
Protocollo		Commessa 2022_009	

SOMMARIO

Norme di riferimento	3
Stato di progetto	3
Alimentazione e dati generali	4
Descrizione della sezione in bassa tensione.....	5
Descrizione della configurazione della distribuzione dell'energia elettrica all'interno dell'impianto	5
Descrizione dell'alimentazione delle nuove opere elettromeccaniche	5
Criteri di dimensionamento.....	6
Cenni teorici sul dimensionamento dei cavi	6
Portata del cavo.....	7
Caduta di tensione.....	8
Protezione contro i corto circuiti (CEI 64.8/4 - 434.3). Valore massimo di energia specifica passante per il cavo	9
Sovraccarico (CEI 64.8/4 - 433.2)	10
Formule utilizzate per il calcolo delle correnti di cortocircuito.....	11
Protezione dai contatti diretti	13
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)	13
Dimensionamento dell'ampliamento dell'impianto elettrico	15
Analisi dei carichi	17
Impianto di terra.....	19
Dimensionamento PE.....	19
La dispersione della corrente nel terreno	20
La resistività del terreno.....	20
L'influenza reciproca.....	21
Impianto di messa a terra	21
Conduttori di protezione [PE]	22
Collegamenti equipotenziali	24
Giunzioni e connessioni	24
Il conduttore di terra.....	25
Il dispersore.....	25
Collegamento delle masse al PE	26
Collegamento a terra delle masse estranee	26
Collegamenti a terra delle parti di un quadro.....	27
Il collegamento a terra dei ferri d'armatura del calcestruzzo	28
Ferri d'armatura del calcestruzzo delle fondazioni.....	29
Guaine metalliche dei cavi.....	30
Apparecchiature collegate a terra.....	30

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

Al fine di migliorare la funzionalità e la sicurezza dell'impianto di depurazione oggetto di intervento, si prevedono i seguenti interventi:

Apparecchiature		n°	kW unitari
		(-)	kW
Installate Loc. Valpone	Griglia grossolana	1	0,75
	Sollevamento iniziale	1+1R	18,50

	Rotostaccio	1	0,75
	Compattatore	1	3,00
	Miscelatori equalizz.	2	1,94
	Compressore equalizz. ¹	1	5,63
	Sollevamento equalizzazione	1+1R	18,50
	Miscelatore verticale ox.	1	11,00
	Compressore ox. ²	1+1R	44,48
	Ricircolo M.A.	1+1R	18,50
	Carroponte	1	0,37
	Ricircolo fanghi e supero	1+1R	5,90
Installate Cimitero	Sollevamento	1+1R	18,50

È prevista l'installazione di:

- N.2 misuratori di livello a monte e valle dell'impianto;
- N.3 misuratori di livello nel comparto di ossidazione;
- N.5 misuratori di ossigeno nel comparto di ossidazione.

Alimentazione e dati generali

Seguono le caratteristiche generali del progetto:

- tipo di impianto: impianto elettrico utilizzatore di categoria II, alimentazione da cabina privata;
- punti di origine: quadro MT 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 trasformatori: 200 kVA; 1250 kVA; 1250 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.

¹ È stata considerata una riduzione della potenza della macchina pari al 75% in quanto dotata di inverter.

² È stata considerata una riduzione della potenza della macchina pari al 75% in quanto dotata di inverter.

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:

$$I_b \leq I_n \leq I_z$$

$$I_f \leq 1,45I_z$$

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:

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

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

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

quando il neutro non è distribuito

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

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 Ω in ambienti ordinari e 200 Ω 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.

Dato che la corrente di spunto dei motori è maggiore di quella assorbita in condizioni di funzionamento a regime, gli interruttori previsti per la loro protezione non dovranno intervenire troppo tempestivamente.

Le linee di alimentazione dei quadri verranno installate all'interno di cavidotti corrugati interrati, mentre le linee terminali verranno installate all'interno di canaline in acciaio zincato staffate a parete o a bordo vasca.

Gli interventi sull'impianto esistente si concentreranno esclusivamente sui quadri elencati di seguito.

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

Analisi dei carichi

Carichi previsti.

Apparecchiature		n°	kW unitari
		(-)	kW
Installate Loc. Valpone	Griglia grossolana	1	0,75
	Sollevamento iniziale	1+1R	18,50
	Rotostaccio	1	0,75
	Compattatore	1	3,00
	Miscelatori equalizz.	2	1,94
	Compressore equalizz. ³	1	5,63
	Sollevamento equalizzazione	1+1R	18,50
	Miscelatore verticale ox.	1	11,00
	Compressore ox. ⁴	1+1R	44,48
	Ricircolo M.A.	1+1R	18,50
	Carroponte	1	0,37
	Ricircolo fanghi e supero	1+1R	5,90
Installate Cimitero	Sollevamento	1+1R	18,50

Rifacimento del canale di misurazione delle portate in ingresso e sfioro esistente Q > 5Qm

Il canale misuratore verrà rifatto in modo da adeguarlo dimensionalmente alle portate attese di entità maggiore rispetto a quelle attuali e sarà costituito da un canale gettato in opera con, all'interno, un canale Venturi prefabbricato tipo Asit Italia AI.4FPC05-SS con misuratore di livello.

Rifacimento del manufatto di grigliatura e sollevamento

Il manufatto di grigliatura verrà costruito a nuovo a valle del misuratore Venturi secondo quanto riportato negli elaborati grafici e verrà attrezzato con n.1 sgrigliatore a catenaria equicorrente spaziatura 15 mm tipo VERRA SCE 600-1000 o equivalente e relativi accessori. Per il sollevamento verrà sfruttato il manufatto attuale, previa pulizia ed impermeabilizzazione e verranno installate n.1+1R elettropompe tipo FLYGT N3171.181 MT432 o equivalenti.

³ È stata considerata una riduzione della potenza della macchina pari al 75% in quanto dotata di inverter.

⁴ È stata considerata una riduzione della potenza della macchina pari al 75% in quanto dotata di inverter.

Vasca di equalizzazione

L'eliminazione delle particelle più minute sarà affidata a n.1 rotostaccio tipo VERRA GRT 1500 o equivalente con griglia rotante a tamburo con dimensioni di passaggio pari a 1 mm che verrà posizionato a valle del sollevamento iniziale e sopra l'attuale vasca di equalizzazione a completamento del comparto di pretrattamento.

All'interno della vasca è prevista l'installazione di;

- n.1 nuova rete di aerazione composta da n.120 diffusori a bolle fini tipo XYLEM Sanitaire da 9'' o equivalente alimentati da n.1 compressori tipo AERZEN a lobi GM 4 S o equivalente (portata 230 Nmc/h, pressione differenziale 500 mbar potenza motore 7,5 kW). La soffiante di riserva del comparto di ossidazione, costituirà anche la riserva dell'equalizzazione. I compressori verranno installati all'interno dell'attuale locale compressori;
- installazione di n.2 elettromiscelatori del tipo Flygt SR 4640.412 - 083709SF o equivalente e relativi accessori per la miscelazione del refluo ad aerazione spenta.

Adeguamento del comparto di ossidazione

Dopo un'attenta valutazione dei dati e delle richieste specifiche del progetto, la tecnologia MBBR puro è stata valutata idonea e compatibile con le caratteristiche del refluo in ingresso e con la volumetria a disposizione della vasca di ossidazione esistente di circa 1300 mc.

Inoltre, è prevista l'installazione di alcune attrezzature e opere elettromeccaniche:

- miscelatore verticale anossico nel comparto di pre-denitrificazione del tipo AnoxkTMMixer by INVENT HCM/2500-34-11 (diametro 2,50 m, potenza motore 11kW) o equivalente supportato da una passerella in cemento armato;
- griglie di trattenuta dei carrier all'interno dei vari reattori fissate ai setti divisorii che consentono il passaggio del solo liquame, fatte in acciaio AISI 304 e aventi forma cilindrica, diametro 63,7 cm e lunghezza 2 m;
- nuova rete di insufflazione dell'aria in acciaio AISI 304 a bolle medie sul fondo vasca delle diverse sezioni tranne in quella di pre-denitrificazione;
- n. 1 + 1R compressori tipo AERZEN turbo G5 plus At 75-0.8 S o equivalente (portata massima 2650 Nmc/h, pressione differenziale 650 mbar potenza motore 59,3 kW) regolate in base alla misurazione continua della concentrazione di ossigeno disciolto in vasca. I

compressori verranno installati all'interno del locale compressori esistenti (Vedi planimetria di progetto);

- sensoristica: n.5 centraline + n.3 trasmettitori di livello idrostatico + n.2 sensori di ossigeno + n.3 sensori pH/Temperatura + n.2 sensori NOxN + n.1 sensore NH4-N;
- ricircolo della miscela aerata (portata: 430 mc/h, prevalenza: 6,63 m) con n.1+1R elettropompe tipo FLYGT N3153.182 LT411 o equivalenti.

Nuovo sedimentatore secondario

Il carroponete installato sarà del tipo VERRA OLEOPNEUMATICA SPM12 o equivalente con relativi accessori. L'estrazione fanghi sarà effettuata da una **stazione di sollevamento fanghi di ricircolo e supero** posta in adiacenza alla vasca composta da pozzetto interrato e n. 1+1R pompe di sollevamento del tipo FLYGT NP 3127.161 MT437 o equivalenti e relativi accessori.

Impianto di terra

Nei pressi della nuova cabina elettrica verrà realizzato un nuovo impianto di terra costituito da corde di rame nudo aventi sezione 35 mm² e 4 picchetti in acciaio zincato aventi dimensioni 50x50x5x1500 mm posti in corrispondenza degli angoli del fabbricato. Il nuovo impianto di terra si collegherà all'esistente, rappresentando di fatto un suo ampliamento.

Per quanto riguarda il nuovo comparto di sollevamento, i ferri di armatura del nuovo manufatto verranno collegati all'impianto di terra esistente.

Dimensionamento PE

Il dimensionamento della sezione dei conduttori di protezione avverrà tenendo conto sia della corrente massima di dispersione ammessa dagli interruttori differenziali, sia utilizzando la seguente formula:

$$S = \frac{\sqrt{I_g^2 t}}{K}$$

Dove:

- I_g è il valore in A della corrente di guasto franco a terra;
- t è il tempo d'interruzione del guasto;

- K valori ricorrenti adottati e contemplati dalla CEI 64-8/4 a seconda dei conduttori.

Il dimensionamento del PE terrà conto delle sollecitazioni meccaniche ed elettriche relative alle energie specifiche passanti.

La dispersione della corrente nel terreno

Il terreno funge da conduttore delle correnti di guasto uscenti dai dispersori.

Questo tratto di circuito si presenta con caratteristiche del tutto particolari rispetto a quelle degli ordinari conduttori metallici. Il conduttore metallico ha resistenza proporzionale alla lunghezza perché la sezione disponibile per il passaggio della corrente è costante, cosa non sempre verificata nel terreno.

Il dispersore presenta rispetto al terreno a potenziale indisturbato due tipi di resistenze:

- una resistenza di contatto metallo-terreno che dipende unicamente dalle condizioni della superficie degli elettrodi e da quelle del terreno immediatamente aderente;
- una resistenza di immissione della corrente nel terreno, chiamata resistenza di terra, che dipende dalla forma, dalle dimensioni degli elettrodi e dalla resistività del terreno.

La resistività del terreno

La resistività del terreno corrisponde alla resistenza che presenta, tra due facce opposte, un cubo di terreno delle dimensioni di 1 m x 1 m x 1 m (il valore è espresso perciò in Ωm).

La resistività è una delle più grosse incognite del problema della valutazione della resistenza di terra perché è influenzata non solo dal tipo di terreno, ma anche dalla percentuale di acqua che contiene e, nelle zone urbane, dalla presenza di tubazioni interrato.

La resistività si può misurare mediante dispersori campione oppure valutare approssimativamente in funzione del tipo di terreno.

La valutazione preliminare è indispensabile per prevedere, almeno grossolanamente, la consistenza del dispersore in sede di progetto con il metodo semplificato di calcolo descritto al punto seguente.

La resistività del terreno può anche essere misurata con uno specifico ohmmetro a bobine incrociate.

L 'influenza reciproca

Ciascun dispersore elementare (corda, picchetto, sistema magliato) può essere connesso in parallelo ad altri dispersori. Detta connessione in parallelo può sussistere a patto che i singoli dispersori siano disposti ad una distanza reciproca (funzione della lunghezza e del tipo di dispersore) tale da consentirne l'indipendenza funzionale.

Calcolo preliminare della resistenza di terra

Il calcolo della resistenza di terra in questo caso non è necessario, in quanto non si andrà a rifare ad ex-novo l'impianto di terra. Esso verrà ampliato, comportando così una ulteriore diminuzione del suo valore e un aumento della sicurezza.

Impianto di messa a terra

L'impianto di terra sarà dimensionato in modo tale da soddisfare le prescrizioni delle vigenti norme CEI.

Esso sarà realizzato con conduttori in rame di tipo e sezione come qui di seguito evidenziato:

- corda nuda in rame con sezione 50 mm² e direttamente interrata, per i collegamenti con i vari dispersori (maglia generale di terra) e picchetti d'acciaio zincato da 50x50x1.500x5 mm profilati a croce;
- corda isolata giallo-verde, di sezione adeguata alla tabella 54F articolo 543.1.2 CEI 64.8 per il collegamento dei quadri di comando;
- corda isolata giallo-verde di sezione adeguata alla tabella 54F per il collegamento a terra delle varie utenze;
- corda isolata giallo-verde di sezione minima 6 mm² per i collegamenti equipotenziali ma non inferiore alla metà del PE di maggior sezione che si presenta al collettore principale di terra. Per i collegamenti equipotenziali supplementari la minima sezione è 4 mm² per i collegamenti dei conduttori a vista e 2,5 mm² se sono protetti meccanicamente entro tubazioni.

Sezione Conduttore equipotenziale principale (S_{eqp})	Conduttore equipotenziale supplementare ($S_{eqp\ suppl.}$)
$S_{eqp} \geq SPE / 2$ (1) Con un minimo di 6 mm ² Con un massimo di 25 mm ²	$S_{eqpsuppl} \geq SPE$ (2) Se collega due masse
	$S_{eqpsuppl} \geq SPE / 2$ (3) Se collega una massa ad una massa estranea
	$S_{eqpsuppl} \geq 4\text{mm}^2$ o 2,5 se protetto meccanicamente Se collega una massa estranea al PE
	$S_{eqpsuppl} \geq 4\text{mm}^2$ o 2,5 se protetto meccanicamente Se collega due masse estranee
1) SPE 1 = Sezione del conduttore di protezione più elevata. 2) SPE 2 = Sezione del conduttore di protezione più piccolo collegato alle masse. 3) SPE 3 = Sezione del corrispondente conduttore di protezione da cui deriva.	

L'anello generale di messa a terra verrà integrato con dispersori a croce 50x50x5x1500mm, in acciaio zincato, infissi verticalmente nel terreno entro pozzetti di ispezione.

Saranno adottati opportuni accorgimenti per evitare corrosioni elettrolitiche nei punti di connessione fra metalli diversi.

La rete elettrosaldada della soletta costituirà un dispersore distribuito sotto tutta la struttura; ad essa dovranno essere allacciati i collegamenti equipotenziali, posti in pozzetti ispezionabili, verso l'anello generale di messa a terra.

Conduttori di protezione [PE]

I conduttori di protezione terminali sono generalmente costituiti da cavi unipolari isolati facenti parte della conduttura di alimentazione (cioè posati negli stessi tubi dei cavi di energia) oppure dall'anima di un cavo multipolare.

In questi casi l'isolante dei cavi deve essere obbligatoriamente di colore giallo-verde.

I conduttori di protezione principali seguono le stesse regole dei PE terminali (la Norma CEI non fa distinzione tra PE terminali e principali).

Conviene trattarli separatamente perché presentano i seguenti problemi specifici:

- non sempre i PE principali sono correlabili con uno specifico cavo di energia; per esempio un canale o una passerella possono contenere più cavi di differente sezione, ma il PE può essere unico e deve in tal caso essere correlato con il cavo di energia di maggior sezione; un caso simile si presenta quando un reparto è alimentato da più linee principali e da un unico PE; sfruttando questa possibilità cumulativa si possono realizzare notevoli risparmi;

- i PE principali non hanno in genere derivazioni lungo il percorso per cui le giunzioni sono soltanto due (in partenza e in arrivo); può essere perciò conveniente utilizzare conduttori nudi, guaine metalliche di cavi, involucri metallici di canali, passerelle, condotti-sbarre o anche masse estranee come tubazioni metalliche dell'impianto idraulico o altre strutture metalliche.
- In nessun caso è consentita l'utilizzazione delle masse estranee come conduttore PEN (cioè terra abbinata al neutro).

Collegamenti equipotenziali

I collegamenti equipotenziali principali congiungono le masse estranee entranti negli edifici o nei locali all'impianto di terra in corrispondenza del collettore principale di terra.

Essi hanno lo scopo di fare assumere alle masse estranee le stesse tensioni dell'impianto di terra sia in assenza di dispersioni (potenziale nullo) che durante le dispersioni (tensione totale di terra). Contrariamente a quanto avviene per il PE, che è soggetto ad una corrente di dispersione calcolabile, non si può prevedere quale potrebbe essere la corrente attraversante gli EQP per cui la sezione minima è imposta dalla Norma CEI 64-8.

I collegamenti equipotenziali supplementari sono obbligatori solo in situazioni di particolare pericolo.

In pratica si tratta di collegamenti che sono in parallelo agli EQP in grado di sopperire alla mancanza di continuità delle masse estranee (sostituendo i ponticelli fra tutti i punti di possibile discontinuità delle masse estranee).

Per dimensionare l'EQP si deve considerare la situazione che si presenta al collettore principale di terra: tra tutti i PE collegati si deve fare riferimento a quello di maggior sezione. L'EQP deve avere sezione non inferiore alla metà di quella di tale PE. Tuttavia per questioni meccaniche non deve avere sezione inferiore a 6 mm^2 .

I collegamenti equipotenziali supplementari sono necessari anche in installazioni per le quali non è previsto l'impianto di terra: per esempio quando si attua la protezione per separazione elettrica, due masse contemporaneamente accessibili devono essere collegate tra loro mediante EQP per evitare che un doppio guasto costituisca pericolo (lo stesso principio vale quando si attua la protezione per mezzo di luoghi non conduttori).

Giunzioni e connessioni

In particolare ogni impianto di terra deve avere un collettore principale di terra accessibile per le verifiche al quale fanno capo i conduttori PE, i conduttori equipotenziali principali e il conduttore di terra. Tutti questi conduttori devono essere connessi mediante morsetti affidabili sia per robustezza sia per tenuta all'allentamento spontaneo dovuto alle vibrazioni o alle escursioni termiche. Le connessioni equipotenziali alle tubazioni devono essere realizzate mediante appositi morsetti a collare di materiale chimicamente compatibile in modo da evitare la corrosione. Per le connessioni corda-corda si possono utilizzare morsetti a compressione o a bulloni.

In ogni caso per tutti i componenti dell'impianto di terra sono vietate, perché inaffidabili, le seguenti giunzioni:

- a torciglione;
- sotto testa di viti autofilettanti avvitate in lamiera o profilati di ferro o di alluminio;
- mediante legatura con filo di rame o di ferro.

Il conduttore di terra

Il conduttore di terra segue un criterio di dimensionamento diverso rispetto a quello previsto per il PE: infatti sviluppandosi prevalentemente all' esterno è più vulnerabile alle azioni meccaniche e corrosive.

È importantissimo distinguerlo dal PE e da eventuali corde nude interrate costituenti il dispersore. Si ricorda pertanto che questo componente, indicato con la sigla CT, collega il dispersore al collettore principale di terra. Se è costituito da una corda deve avere le seguenti sezioni minime:

- se si tratta di corda nuda installata a vista (manca cioè sia la protezione meccanica sia quella chimica contro la corrosione) la sezione minima ammessa è di 25 mm² se in rame e di 50 mm² se in ferro zincato;
- se si tratta di corda isolata in PVC (protezione chimica in genere sufficiente ad evitare la corrosione) la sezione minima ammessa è di 16 mm² se in rame o ferro zincato;
- se si attua una sufficiente protezione sia chimica sia meccanica (ad esempio posa di corda isolata entro tubo protettivo di tipo pesante) la sezione minima non deve essere inferiore alla maggiore sezione del PE che fa capo allo stesso collettore di terra.

Il dispersore

Il dispersore è destinato a disperdere nel terreno le correnti di guasto e può essere costituito secondo varie modalità che verranno esaminate in dettaglio. Il dispersore è detto "intenzionale" quando è appositamente costruito e dimensionato per questo scopo. Si dice dispersore "di fatto" quando si utilizza una struttura interrata avente altri scopi primari quali per esempio i ferri d'armatura del calcestruzzo.

Il dispersore intenzionale può essere costituito da elementi infissi verticalmente nel terreno (picchetti) oppure interrati orizzontalmente in uno scavo.

In entrambi i casi la Norma CEI 64-8/5 raccomanda l'impiego di metalli resistenti alla corrosione quali il rame, l'acciaio rivestito di rame o materiali ferrosi zincati.

Si possono utilizzare anche altri metalli purché compatibili con la natura del terreno oppure metalli ferrosi senza rivestimento protettivo aumentando lo spessore del 50% e adottando sezioni non inferiori a 100 mm². La norma CEI 11-1 IX edizione prevede dimensioni minime dei dispersori in qualche punto differenti da quelle della tabella ma è applicabile agli impianti di alta e media tensione che interessano l'utente solo per le cabine MT/BT nel caso di sistemi TN. In particolare sono ammesse sezioni minime di 25 mm² per tondini e corde di rame costituenti dispersori orizzontali.

Collegamento delle masse al PE

Un tubo, un canale protettivo metallico o una cassetta di derivazione metallica (basta anche il solo coperchio) che contengano cavi o morsetti non classificati a doppio isolamento devono essere collegati al PE; a tal fine si ricorda che si considerano a doppio isolamento i cavi con guaina aventi tensione nominale superiore di un gradino a quella strettamente indispensabile nel caso specifico: per esempio negli ambienti ordinari alimentati a 230/400 V si considerano a doppio isolamento i cavi con U_0/U maggiore o uguale a 450/750 V mentre negli ambienti esterni, che richiedono come minimo $U_0/U = 450/750$ V (illuminazione pubblica), si considerano a doppio isolamento i cavi 0,6/1kV.

È inoltre vietato e molto pericoloso collegare al PE i componenti alimentati da un trasformatore di separazione (si annullerebbe il sistema di protezione).

Collegamento a terra delle masse estranee

Si è già trattato della funzione dei collegamenti equipotenziali e dell'identificazione delle masse estranee da collegare al PE. Si devono solo chiarire alcuni concetti riguardanti l'accessibilità e il punto di collegamento a terra delle masse estranee.

Le tubazioni alimentanti i servizi e le parti strutturali metalliche dell'edificio vanno sempre collegate in equipotenzialità principale al collettore di terra (collegamento EQP). Le altre masse estranee sono da considerarsi molto pericolose in luoghi particolari (bagni, docce, piscine, luoghi conduttori ristretti o similari) e in tal caso devono essere collegate localmente tra loro e al più vicino PE. Un pericolo in ogni caso è determinato dalla possibilità di toccare contemporaneamente una

massa in avaria e una massa estranea: ne consegue che in genere non è necessario collegare in EQS le masse estranee che si trovano fuori del volume d'accessibilità.

Non si considerano come estranee le recinzioni in luoghi lontanissimi dall'impianto elettrico utilizzatore e non soggetti a lavori d'ordinaria manutenzione con elettrotensili. I collegamenti equipotenziali supplementari vanno realizzati nel punto di ingresso del potenziale pericoloso nell'ambiente da proteggere; per esempio se si tratta di un serramento in collegamento con una struttura metallica estesa va collegato in equipotenzialità il controtelaio metallico; è non solo inutile e costoso ma anche pericoloso collegare a terra il telaio o i battenti.

Collegamenti a terra delle parti di un quadro

La struttura portante di un quadro metallico va collegata al PE con gli stessi criteri usati per le masse degli utilizzatori.

Non è necessario il collegamento della portella se il pannello interno realizza un grado di protezione non inferiore a IP20 rispetto agli apparecchi contenuti.

Non è inoltre necessario collegare al morsetto di terra le piccole parti che non possono essere afferrate con le mani quali le teste delle viti, le cerniere, le piccole targhe metalliche.

Il collegamento a terra dei ferri d'armatura del calcestruzzo

Il pericolo di elettrocuzione per una persona che tocca una massa in tensione non è costituito dal potenziale assoluto (tensione totale di terra) bensì dalla differenza di potenziale tra il punto d'ingresso ed il punto di uscita della corrente dal corpo umano (tensione di contatto U_c).

Nel caso di contatto mano-piedi, che è il più frequente nei luoghi ordinari, la tensione di contatto U_c non può mai essere superiore a quella esistente tra i ferri d'armatura del calcestruzzo ed il PE.

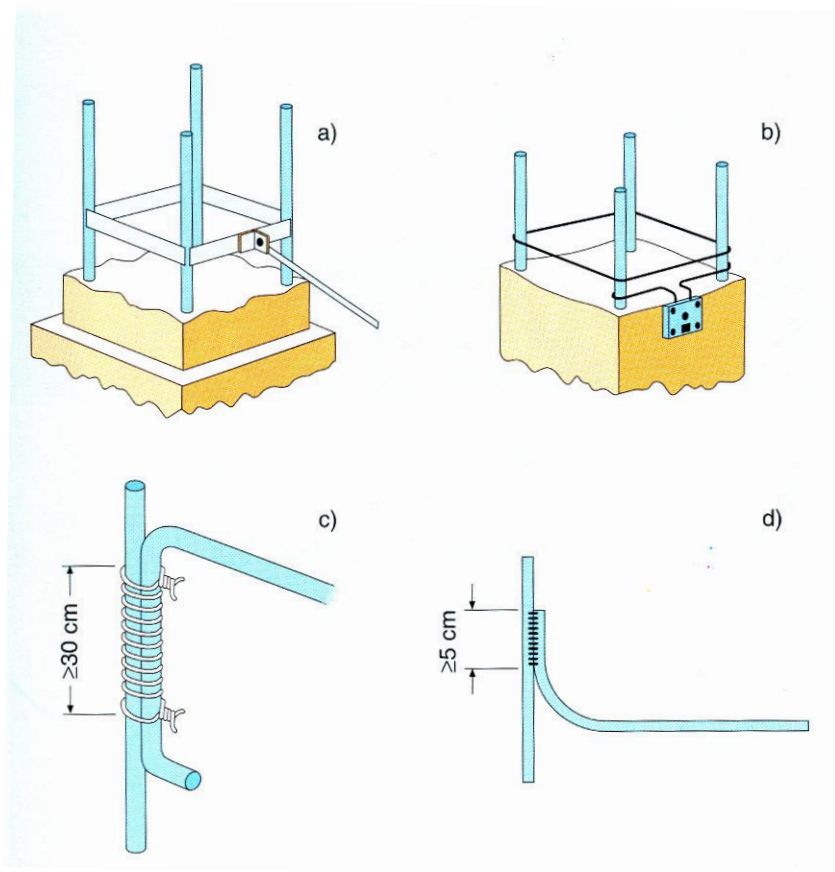
La tensione U_c può essere annullata collegando in equipotenzialità principale (EQP) i ferri d'armatura delle fondamenta con il collettore principale di terra (conduttore con sezione non inferiore a 6 mm^2).

Lo stesso effetto si ottiene utilizzando i ferri d'armatura del calcestruzzo delle fondamenta come dispersore.

Questo principio è sempre vero, anche se i pavimenti sono isolanti o i ferri d'armatura della soletta sono isolati da quelli delle fondamenta: infatti, se la tensione fra PE e base dell'edificio è nulla, nessuna corrente può chiudersi a terra attraverso il corpo umano (anzi la resistenza dei muri, delle piastrelle e dei ferri d'armatura montanti rispetto a quelli delle fondazioni costituisce una situazione di maggior sicurezza).

Il principio invece non è più vero se solo una parte delle fondamenta è collegata correttamente al collettore (per esempio uno dei quattro lati): infatti, se i ferri del pavimento non sono a contatto con la parte equipotenziale delle fondamenta ma con la parte a potenziale nullo, la tensione U_c è vicina al valore della tensione totale di terra. Per evitare quest'inconveniente si deve realizzare accuratamente il collegamento ai ferri d'armatura in corrispondenza di tutti i pilastri.

Così, l'equipotenzialità tra muri e masse estranee in avaria è perfetta, non esiste pericolo di elettrocuzione neppure se l'interruttore differenziale manca o è guasto.



Ferri d'armatura del calcestruzzo delle fondazioni

Occorre che almeno due ferri orizzontali principali dell'armatura siano collegati tra loro e portati all'esterno su apposita piastra e che esista un buon collegamento con almeno due ferri montanti. A tal fine sono valide solo fondazioni interrato che per effetto dell'umidità del terreno presentano resistività sufficientemente bassa per consentire ai ferri in esse annegati di disperdere a terra le correnti di guasto.

Si può realizzare un buon dispersore di fatto solo se si interviene prima della gettata provvedendo a far effettuare i collegamenti essenziali tra i ferri e a portare all'esterno le piastre per le connessioni al conduttore di terra o all'anello perimetrale del dispersore intenzionale.

Guaine metalliche dei cavi

Le guaine metalliche dei cavi interrati ad almeno 0,5 m di profondità in terreno idoneo possono essere usate come dispersore di fatto solo se sono sotto il pieno controllo del responsabile dell'impianto elettrico oppure con il consenso del proprietario purché si impegni a informare l'elettricista di tutte le variazioni che potrebbero influenzare il corretto funzionamento del dispersore.

In pratica questo tipo di dispersore è qualche volta costituito dalla guaina del cavo MT che collega la cabina ricevitrice di media tensione con la cabina MT/BT, nei sistemi TN.

In questo progetto non sono previsti cavi per la trasmissione dell'energia aventi una guaina metallica.

Apparecchiature collegate a terra

Saranno collegate a terra tutte le parti di impianto a qualunque livello di tensione, ivi comprese le terre di funzionamento (es. il centro stella del trasformatore).

Saranno quindi collegati a terra:

- gli involucri di tutte le apparecchiature elettriche qualora siano masse;
- le masse estranee all'ingresso degli edifici mediante collegamenti equipotenziali;
- gli accessori alle installazioni elettriche (passerelle metalliche, tubi, ecc.) qualora siano masse.
- A questo scopo ricordiamo la definizione di massa secondo la CEI 64-8 23.2:
- "Parte conduttrice di un componente elettrico che può essere toccata e che non è in tensione in condizioni ordinarie, ma che può andare in tensione in condizioni di guasto".

Non dovranno essere collegati all'impianto di terra i pali impiegati per l'illuminazione dell'area.