

Università degli Studi di Padova

Facoltà di Ingegneria

Corso di Laurea in Ingegneria Elettrotecnica

**Relazione sul tirocinio
effettuato presso lo studio di engineering
Planex s.r.l.**

Relatore: prof. Benato Roberto

Correlatore: ing. Olivieri Alberto

Laureando: Zorzi Giorgio

Anno accademico 2009 – 2010

Sommario

1	INTRODUZIONE	10
2	RICHIAMI TEORICI	16
2.1	Protezione dei circuiti.....	16
2.1.1	Introduzione	16
2.1.2	Dimensionamento degli impianti.....	17
2.1.3	Designazione dei cavi.....	19
2.1.4	Installazione dei cavi.....	19
2.1.5	Portata dei cavi: posa non interrata.....	19
2.1.6	Portata dei cavi: posa interrata	21
2.1.7	Caduta di tensione.....	22
2.1.8	Protezione contro il cortocircuito.....	23
2.2	Protezione delle persone	29
2.2.1	Effetti della corrente elettrica sul corpo umano	29
2.2.2	Classificazione dei componenti elettrici.....	30
2.2.3	Protezione dai contatti diretti	30
2.2.4	Protezione dai contatti indiretti.....	31
3	REGOLE E SOLUZIONI GENERALI.....	34
3.1	Simbologia utilizzata	34
3.2	Componenti utilizzati.....	34
3.3	Illuminazione	35
3.3.1	Illuminazione esterna.....	35
3.3.2	Illuminazione di emergenza	35
3.3.3	Illuminazione vie di fuga	35
3.4	Impianti speciali	36
3.4.1	Impianto televisivo	36
3.4.2	Impianto video/citofonico	36
3.5	Prove e verifiche finali.....	37
4	RISTRUTTURAZIONE FABBRICATO CIVILE – NEGRAR (VR).....	40
4.1	Introduzione	40
4.2	Destinazione d'uso e descrizione dell'immobile	40
4.2.1	Classificazione degli ambienti.....	40
4.3	Punti di consegna	40
4.4	Dati tecnici di riferimento generali	40
4.4.1	Energia.....	40
4.4.2	Distribuzione principale e secondaria.....	41
4.4.3	Cavi e conduttori - sezioni minime linee di dorsale	41
4.4.4	Cavi e conduttori - sezioni minime derivazioni terminali.....	41

4.4.5	Conduttori	42
4.4.6	Impianto di equalizzazione del potenziale	42
4.5	Descrizione degli impianti elettrici	42
4.5.1	Note generali.....	43
4.5.2	Protezione linee principali.....	43
4.5.3	Protezione linee secondarie	43
4.5.4	Linee elettriche	43
4.5.5	Montanti	43
4.5.6	Impianto di illuminazione esterna	44
4.5.7	Utenze luce condominiali vano scale	44
4.5.8	Impianto di terra.....	45
4.5.9	Protezione dalle scariche atmosferiche.....	45
4.6	Descrizione degli impianti speciali.....	45
4.6.1	Impianto ricezione Tv/Sat	45
4.6.2	Impianto videocitofonico	46
4.6.3	Predisposizione impianto antintrusione	46
4.6.4	Impianto telefonico appartamenti	47
4.7	Prescrizioni riguardanti i circuiti	47
4.7.1	Cavi e conduttori	47
4.8	Planimetria generale.....	49
4.8.1	Legenda planimetria generale	49
4.8.2	Vista planimetria generale	49
4.8.3	Particolari planimetria generale	52
4.9	Piano interrato, terra e primo	54
4.9.1	Planimetria piano interrato.....	54
4.9.2	Planimetria piano terra.....	55
4.9.3	Planimetria piano primo	56
4.9.4	Particolari piano interrato, terra e primo	57
4.9.5	Legenda piano interrato, terra e primo	59
4.10	Schemi quadri elettrici	60
4.10.1	Codice alfanumerico apparecchiatura	60
4.10.2	Quadro QCOM.....	61
4.10.3	Quadro QGAP1	64
4.10.4	Quadro QEAP1	66
4.10.5	Quadro QEAP3.....	68
5	PROGETTO DI APPALTO TORRE EX RIELLO – LEGNAGO (VR)	72
5.1	Descrizione dell'edificio	72
5.2	Dati tecnici di riferimento	72
5.2.1	Note generali.....	72
5.2.2	Sistema elettrico	73
5.2.3	Caratteristiche elettriche della fornitura	73

Sommario

5.2.4	Trasformatore MT/BT	73
5.2.5	Caratteristiche elettriche dei circuiti B.T.	74
5.2.6	Temperature di riferimento per il calcolo delle portate dei cavi	74
5.2.7	Caratteristiche ambientali	75
5.2.8	Esame dei carichi elettrici	75
5.2.9	Esame Contemporaneità di progetto	76
5.2.10	Protezione contro i contatti diretti	76
5.2.11	Protezione contro i contatti indiretti	76
5.2.12	Cadute di tensione e protezione contro le sovracorrenti	77
5.2.13	Conduttori	77
5.2.14	Canalizzazioni per cavi	80
5.2.15	Impianto di equalizzazione del potenziale	81
5.2.16	Quadro di media tensione.....	81
5.2.17	Quadro generale di bassa tensione.....	81
5.2.18	Rifasamento automatico	82
5.2.19	Illuminazione normale.....	82
5.2.20	Illuminazione esterna.....	83
5.2.21	Illuminazione di emergenza	83
5.2.22	Ambienti classificati	84
5.3	Sistema energia elettrica	85
5.3.1	Note generali.....	85
5.3.2	Alimentazione energia normale – media tensione.....	85
5.3.3	Cabina di ricevimento	86
5.3.4	Cabina di trasformazione MT/BT	86
5.3.5	Tipologie distributive	91
5.3.6	Quadri elettrici secondari	92
5.3.7	Quadretti di emergenza a pulsante (pulsanti di sgancio)	92
5.3.8	Alimentazioni di sicurezza	93
5.3.9	Impianti termo fluidici	93
5.3.10	Ascensori	93
5.3.11	Derivazioni terminali	93
5.3.12	Corpi illuminanti	94
5.3.13	Gestione centralizzata illuminazione di emergenza	94
5.3.14	Impianto di illuminazione esterna	95
5.4	Impianti di protezione.....	95
5.4.1	Note generali.....	95
5.4.2	Impianto di terra	96
5.4.3	Impianto di protezione contro le scariche atmosferiche	96
5.4.4	Impianto di equalizzazione del potenziale	97
5.4.5	Compartmentazione antifuoco	97
5.5	Impianti speciali	98

5.5.1	Impianto di rivelazione incendio e gas.....	98
5.5.2	Impianto antintrusione	99
5.5.3	Impianto diffusione sonora.....	100
5.5.4	Impianto videocitofonico	101
5.5.5	Impianto fonia/dati	102
5.5.6	Impianto di ricezione TV	103
5.6	Planimetria generale.....	105
5.6.1	Vista Planimetria generale.....	105
5.6.2	Legenda planimetria generale	108
5.7	Piano interrato	109
5.7.1	Pianta chiave piano interrato	109
5.7.2	Planimetria piano interrato.....	110
5.7.3	Legenda piano interrato.....	112
5.7.4	Particolari piano interrato.....	113
5.8	Piano terra	114
5.8.1	Pianta chiave piano terra	114
5.8.2	Particolari piano terra.....	115
5.8.3	Planimetria piano terra.....	116
5.8.4	Legenda piano terra.....	118
5.9	Piano primo.....	119
5.9.1	Pianta chiave piano primo	119
5.9.2	Particolari piano primo	119
5.9.3	Legenda piano primo	119
5.9.4	Pianta piano primo.....	120
5.10	Piani 17 e 18.....	122
5.10.1	Pianta chiave piani 17 e 18.....	122
5.10.2	Pianta piani 17 e 18 – impianti elettrici.....	123
5.10.3	Pianta piani 17 e 18 – impianti speciali	124
5.10.4	Pianta piano copertura.....	125
5.10.5	Particolari piano copertura.....	125
5.10.6	Legenda piano copertura.....	125
5.11	Cabina ricevimento	126
5.11.1	Pianta chiave cabina ricevimento	126
5.11.2	Layout apparecchiature	127
5.11.3	Impianto luci e F.M.	128
5.11.4	Targhe e cartelli di pericolo.....	128
5.11.5	Impianto di terra e cunicoli.....	129
5.11.6	Prospetto cabina MT/BT	129
5.11.7	Particolari cabina MT/BT	130
5.11.8	Legenda cabina MT/BT	131
5.12	Schemi quadri elettrici	132

Sommario

5.12.1	Codice alfanumerico apparecchiatura	132
5.12.2	Note quadri elettrici generali	132
5.12.3	Quadro QGBT	133
5.12.4	Quadro QE.TO.APP	140
5.12.5	Quadro QE.TO.PCO	143
6	Conclusioni	152
7	BIBLIOGRAFIA.....	156
	APPENDICE A.....	160

capitolo

primo

Introduzione

1 INTRODUZIONE

La presente relazione vuole esporre il lavoro effettuato dallo studente Zorzi Giorgio durante un tirocinio di 250 ore realizzato presso lo studio di engineering PLANEX s.r.l.

PLANEX opera da anni nel campo dei servizi tecnici professionali nel settore degli impianti di servizio per edifici. La ditta si distingue per la passione con cui affronta le sfide e l'attenzione che dedica ai loro clienti. La loro esperienza copre una vasta area di specializzazioni nel settore degli impianti per ospedali, scuole, centri commerciali, alberghi, centri sportivi, palazzi per uffici, edifici residenziali, edifici di pregio storico, complessi industriali.

Il lavoro svolto in quest'azienda dimostra come venga tenuta in considerazione durante lo svolgimento di un progetto la qualità e l'ambiente.

La qualità in senso che il loro sistema di gestione è certificato EN ISO 9001 e garantisce qualità nei servizi con l'obiettivo di maturare prestazioni sempre più volte alla piena soddisfazione dei Clienti.

L'ambiente in senso che la loro sensibilità verso quest'ultimo si esplicita attraverso un sistema di gestione ambientale, conforme alla norma EN ISO 14001 ed i progetti sono corredati da valutazione del ciclo di vita (LCA - Life Cycle Assessment) secondo EN ISO 14042.

Il loro obiettivo è quello di supportare il Cliente nel creare valore dal suo investimento grazie a progetti di impianti che garantiscono le funzionalità necessarie e l'integrazione con il progetto architettonico.

I punti di forza di questa ditta sono:

- Condivisione delle soluzioni con il committente mediante l'uso di sofisticati metodi di analisi;
- Garanzia dei risultati grazie ad un metodo di gestione sulla qualità attentamente studiato con lo scopo di ridurre la possibilità di errore;
- Comprensione delle esigenze del committente mediante opportuni momenti di incontro;
- Conoscenza delle tecniche e dei vincoli per la ricerca di soluzioni ottimali, garantite dal Know-How di alto livello e dalla formazione continua dei nostri tecnici.

I servizi principali offerti dalla ditta sono:

- Studi di fattibilità;
- Analisi energetiche;
- Analisi acustiche;
- Rinnovabili;
- Studi di impatto ambientale;
- Edilizia sostenibile;
- Studi fluidodinamici;
- Impianti termo fluidici (HVAC - Idricosanitari - Antincendio GAS) ;
- Impianti elettrici;
- Impianti in corrente debole;
- Prevenzione incendi;
- Direzione lavori e contabilità;

- Sicurezza cantieri;
- Collaudo impianti;
- Appalto manutenzioni;
- Validazione progetti.

Il metodo di lavoro utilizzato prevede delle fasi precise, necessarie per giungere alla piena e totale condivisione degli obiettivi delle metodologie e delle soluzioni progettuali

- Definizione delle esigenze del committente;
- Analisi dell'edificio;
- Definizione delle caratteristiche funzionali;
- Calcolo dei fabbisogni;
- Budget dei costi iniziali;
- Budget dei costi di gestione;
- Impatto ambientale;
- Impostazione delle soluzioni;
- Simulazioni Fluido Dinamiche (CFD);
- Studio degli ingombri e delle interferenze;
- Calcoli di dimensionamento;
- Accuratezza grafica e descrittiva;
- Precisa computazione;
- Riesami degli elaborati;
- Validazione.

L'azienda PLANEX è inoltre attiva nella ricerca e sviluppo. Ha partecipato come relatore a numerosi convegni vertenti principalmente su risparmio energetico e fonti rinnovabili come ad esempio:

- 18 giugno 2009
Convegno Villa Ottoboni
"Riduzione dei fabbisogni, recupero di efficienza e fonti rinnovabili per il risparmio energetico nel settore del terziario"
- 29 settembre 2009
TECNO MEETING
"Day by day savings negli stabilimenti di produzione: Le strategie per il risparmio di risorse energetiche".

La ditta era situata, fino a novembre 2009, in via Caprera a Verona. A partire da tale data si è spostata in Largo Perlar (zona industriale), in un edificio più recente e spazioso.

A capo dell'attività vi sono due ingegneri, Alberto Olivieri e Filippo Belviglieri. Lo spazio all'interno del fabbricato è diviso per settori, cioè elettrotecnico, meccanico e termo fluidico, in modo da suddividere il lavoro più facilmente. Alle dipendenze dell'azienda vi sono dieci persone; tre per ogni settore più una segretaria.

L'azienda ha all'attivo lavori di prestigio come ad esempio il centro commerciale "Le Corti Venete" (a San Martino Buon Albergo, VR), oppure ancora l'impianto di un'ala dell'acquario di Genova.

Nonostante la grande mole di lavoro a cui erano sottoposti i dipendenti durante il mio tirocinio, ho trovato sempre disponibilità da parte loro ad essere aiutato nello svolgimento del mio lavoro.

Durante la mia permanenza ho potuto apprendere gran parte delle regole e dei metodi per progettare una vasta gamma di impianti elettrici in bassa tensione, dal settore civile a quello industriale. Le mie lacune su alcuni argomenti sono state colmate consultando le guide blu di TuttoNormel.

Il tirocinio si è caratterizzato con la realizzazione di planimetrie e schemi di quadri elettrici di varia difficoltà, sopralluoghi in cantiere e rilievi del costruito.

Entrando nello specifico del periodo formativo è da rilevare che un progetto è completo quando contiene la relazione tecnico-illustrativa dell'impianto, la relazione sulle scariche atmosferiche, le planimetrie dell'edificio con i progetti dei vari impianti, gli schemi a blocchi e dei quadri elettrici ed il computo metrico estimativo.

Gli stadi di progettazione di un progetto sono:

- progetto preliminare: "stabilisce i profili e le caratteristiche più significative degli elaborati dei successivi livelli di progettazione" in funzione del tipo di intervento. A discrezione del responsabile unico del procedimento (in ragione della complessità e di altre valutazioni) il progetto preliminare può includere:
 - relazione illustrativa;
 - relazione tecnica;
 - planimetria generale e schemi grafici;
 - prime indicazioni e disposizioni;
 - calcolo sommario della spesa.

- progetto definitivo: "contiene tutti gli elementi necessari ai fini del rilascio della concessione edilizia, dell'accertamento di conformità urbanistica o di altro atto equivalente." e' redatto sulla base del progetto preliminare e delinea gli aspetti fondamentali del progetto esecutivo. Comprende:
 - una relazione descrittiva;
 - le relazioni tecniche specialistiche;
 - gli elaborati grafici;
 - calcoli preliminare degli impianti;
 - computo metrico estimativo;

- progetto esecutivo: comprendente la versione finale del progetto con le modifiche richieste dal cliente da consegnare allo stesso ed alla ditta che eseguirà i lavori;

- rilevato del costruito: che espone lo stato effettivo dell'impianto al termine dei lavori con le modifiche eseguite dalla ditta lavoratrice in corso d'opera. Anche questo elaborato va consegnato al cliente e depositato presso i vari Enti pubblici (Comune, vigili del fuoco, ecc.) al fine di ottenere l'agibilità della struttura.

L'elaborato sarà quindi composto da vari capitoli:

Capitolo 2: richiami teorici. Viene descritta brevemente la teoria che sta dietro alla progettazione degli impianti elettrici, dalla protezione dei circuiti a quella delle persone.

Capitolo 3: regole e soluzioni generali. Qui vengono descritte brevemente le soluzioni adottate più di frequente durante la realizzazione dei progetti.

Capitolo 4: ristrutturazione fabbricato civile. Viene affrontato in questo capitolo il progetto di ristrutturazione di un fabbricato civile sito in Negrar.

Capitolo 5: progetto di appalto torre ex Riello. Viene seguito in questo capitolo il progetto di appalto della torre adibita ad uffici ed appartamenti sita in Legnago.

capitolo
secondo

Richiami teorici

2 RICHIAMI TEORICI

Si vuole in questo capitolo fare un breve richiamo alla teoria utilizzata nella progettazione.

2.1 Protezione dei circuiti

2.1.1 Introduzione

Verranno spiegate di seguito una serie di voci che serviranno poi alla comprensione dei capitoli seguenti.

Tensione nominale: Tensione per cui un impianto o una sua parte è progettato.

In relazione alla loro tensione nominale i sistemi elettrici si dividono in:

- sistemi di categoria 0: quelli a tensione nominale minore o uguale a 50 V se a corrente alternata o a 120 V se a corrente continua (non ondulata);
- sistemi di categoria I: quelli a tensione nominale da oltre 50 a fino 1000 V compresi se a corrente alternata o da oltre 120 fino a 1500 V se a corrente continua;
- sistemi di categoria II: quelli a tensione nominale oltre a 1000 V se a corrente alternata o oltre 1500 V se a corrente continua, fino a 30000 V compreso;
- sistemi di categoria III: quelli a tensione nominale maggiore di 30000 V.

Corrente di impiego (IB): Corrente che può fluire in un circuito nel servizio ordinario:

- a livello dei circuiti terminali è la corrente corrispondente alla potenza apparente dell'utilizzatore. In presenza di avviamento motori o messe in servizio frequenti (ascensori o saldatrici a punti) è necessario tener conto delle correnti transitorie se i loro effetti si accumulano;
- a livello dei circuiti di distribuzione (principali e secondari) è la corrente corrispondente alla potenza apparente richiesta da un gruppo di utilizzatori tenendo conto del coefficiente di utilizzazione e di contemporaneità.

Portata in regime permanente di una conduttura (Iz): Massimo valore della corrente che può fluire in una conduttura, in regime permanente ed in determinate condizioni, senza che la sua temperatura superi un valore specificato. È quindi la massima corrente che la conduttura può sopportare senza pregiudicare la durata della sua vita. Dipende da diversi parametri come ad esempio da:

- costituzione del cavo e della canalizzazione
- materiale conduttore,
- materiale isolante,
- numero di conduttori attivi,
- modalità di posa;
- temperatura ambiente.

Sovracorrente: ogni corrente che supera il valore nominale. Per le condutture, il valore nominale è la portata. Tale corrente deve essere eliminata in tempi tanto più brevi quanto più elevato è il suo valore.

Corrente di sovraccarico: Sovracorrente che si verifica in un circuito elettricamente sano. Ad esempio la corrente di avviamento di un motore o il funzionamento momentaneo di un numero di utilizzatori maggiore di quello previsto.

Corrente di cortocircuito (franco): Sovracorrente che si verifica a seguito di un guasto di impedenza trascurabile fra due punti tra i quali esiste tensione in condizioni ordinarie di esercizio.

Corrente convenzionale di funzionamento (di un dispositivo di protezione) (I_f): Valore specificato di corrente che provoca l'intervento del dispositivo di protezione entro un tempo specificato, denominato tempo convenzionale.

2.1.2 Dimensionamento degli impianti

Il modo in cui viene dimensionato un impianto elettrico può essere espresso tramite il seguente schema a blocchi:

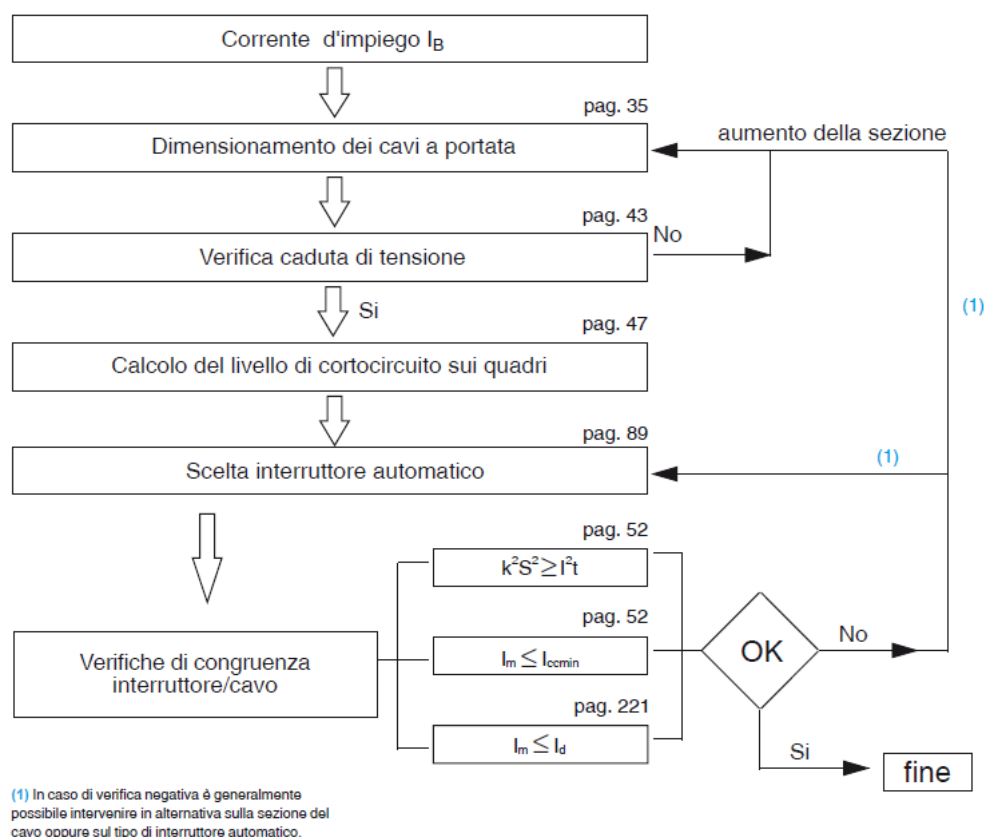


Figura 2.1

Nel dimensionamento di un impianto elettrico, ha un ruolo determinante la scelta dei cavi e delle relative protezioni. Per fare ciò si seguono una serie di passi:

- Calcolo delle correnti di impiego delle condutture (I_B). Si parte da una disposizione topografica dei carichi; questa prima analisi permette di identificare i coefficienti di utilizzazione e di contemporaneità dei carichi e di determinare le potenze e quindi le correnti che le condutture devono portare.
- Dimensionamento dei cavi, tenendo conto delle modalità di posa e delle caratteristiche costruttive dei cavi;
- Verifica della caduta di tensione ammessa;

- Calcolo della corrente di cortocircuito presunta nei punti di interesse;
- Scelta degli interruttori automatici in base alla corrente di impiego delle condutture da proteggere e al livello di cortocircuito nel punto in cui sono installati; la scelta degli interruttori automatici può anche essere influenzata da esigenze di selettività;
- Verifiche di congruenza interruttore/cavo, cioè:
 - Verifica della protezione contro il cortocircuito massimo, confrontando l'energia specifica passante dell'interruttore automatico I^2t con l'energia specifica ammissibile del cavo K^2S^2 ,
 - Verifica della protezione contro i cortocircuiti a fondo linea. Il confronto tra la corrente di cortocircuito minima a fondo linea (I_{ccmin}) e la soglia di intervento istantaneo (I_m) dell'interruttore è necessario solo in presenza di sganciatore solo magnetico o termico sovradimensionato (ad esempio circuiti di sicurezza),
 - Verifica della protezione contro i contatti indiretti, confrontando le caratteristiche di intervento del dispositivo di protezione (soglie di intervento istantaneo I_m o differenziale) con la corrente di guasto a terra I_d ; questa verifica cambia in funzione del modo di collegamento a terra (TT, TN e IT) e delle condizioni di installazione

La norma CEI 64.8 richiede che, per la protezione contro le correnti di sovraccarico, si debbano rispettare le due condizioni seguenti:

$$I_B \leq I_n \leq I_z \qquad I_f \leq 1,45 I_z$$

Praticamente si deve determinare la sezione di cavo che abbia la portata effettiva superiore a I_n . Il coordinamento tra un cavo ed un interruttore automatico deve quindi iniziare dalla scelta di un interruttore automatico che abbia una corrente nominale superiore alla corrente di impiego della conduttura, scegliendo poi un cavo di portata adeguata. Per quando riguarda il rispetto della seconda condizione nel caso di interruttori automatici non è necessaria alcuna verifica, in quanto la corrente di funzionamento è rispettivamente:

- 1,45 I_n per interruttori per uso domestico conformi alla norma CEI 23-3;
- 1,3 I_n per interruttori per uso industriale conformi alla norma CEI EN 60947-2.

Tale verifica è indispensabile quando il dispositivo di protezione è un fusibile.

Di seguito è riportato uno schema di come sono legate le varie correnti in gioco nell'impianto:

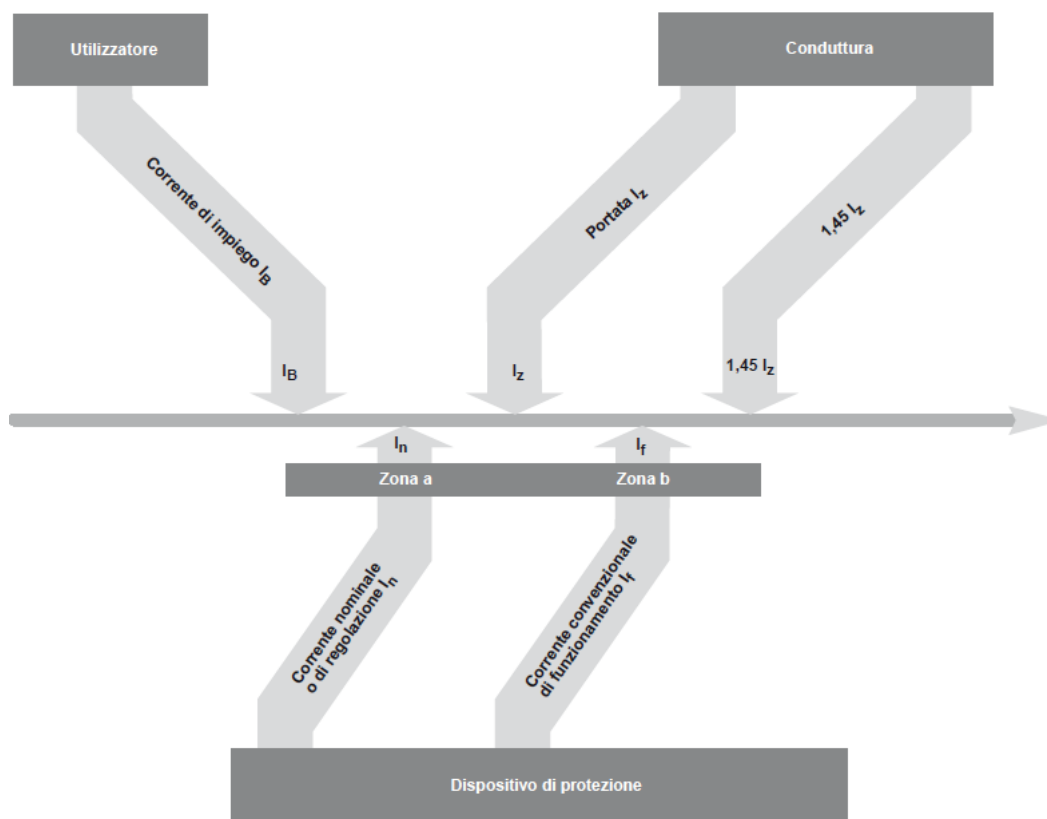


Figura 2.2

2.1.3 Designazione dei cavi

Le sigle di designazione dei cavi sono indicate nella norma CEI 20.27. Tali regole si applicano solo per i cavi armonizzati dal CENELEC e per quei cavi nazionali per i quali il CENELEC ha concesso espressamente l'uso. Per le sigle vedere Appendice A, Tabella A.1

Per esempio il cavo H07B-F5G2, è un cavo armonizzato, tensione nominale 450/750 V, isolato in EPR, flessibile, 5 conduttori di sezione 2,5 mm² di cui uno con funzione di conduttore di protezione (giallo/verde)

2.1.4 Installazione dei cavi

Nella norma CEI 64-8 vi è una parte dedicata ai tipi di cavi ammessi in funzione dei tipi di posa ed i tipi di posa ammissibili per le varie ubicazioni (Vedere Appendice A, Tabella A.2).

Anche le modalità di posa sono previste dalla norma, precisamente dalla CEI 64.8 e dalla CEI 11.17 (Vedere Appendice A, Tabella A.3, A.4).

2.1.5 Portata dei cavi: posa non interrata

Il procedimento per la determinazione della sezione del conduttore di fase di cavi in rame isolati con materiale elastomerico o termoplastico è il seguente:

- si determina un coefficiente correttivo k_{tot} come prodotto dei coefficienti k_1 e k_2 , dove:

- k_1 è il fattore di correzione da applicare se la temperatura ambiente è diversa da 30°C (Appendice A, Tabella A.5);
- k_2 è il fattore di correzione per i cavi installati in fascio o in strato (Appendice A, Tabella A.6), o per i cavi installati in strato su più supporti secondo le modalità di posa 13, 14, 15, 16 e 17 della CEI 64-8 (tabella T3 per cavi multipolari, T4 per cavi unipolari);
- si divide il valore della corrente nominale dell'interruttore (I_n) o della corrente di regolazione termica (I_r) per il coefficiente correttivo k_{tot} trovando così il valore I_n' (I_r'): $I_n' = I_n/k_{tot}$
- in funzione del numero di posa della CEI 64-8, dell'isolante e del numero di conduttori attivi si individua sulla tabella T-A per i cavi unipolari con e senza guaina e sulla tabella T-B per i cavi multipolari:
 - la portata I_z . che rispetta la condizione $I_z' \geq I_n'$;
 - la corrispondente sezione del conduttore di fase.

La portata effettiva della conduttura si ricava come $I_z = I_z' \times k_{tot}$.

Nelle tabelle delle portate (Vedi Appendice A, Tabella A.9, A.10) è indicato il numero di conduttori caricati, cioè dei conduttori effettivamente percorsi da corrente in condizioni ordinarie di esercizio. Nei circuiti trifase con neutro con carichi equilibrati o lievemente squilibrati, oppure in assenza di armoniche che si richiudono sul conduttore di neutro la portata di un cavo quadri polare si calcola considerando tre conduttori caricati. Nei casi particolari di sistema fortemente squilibrato o in presenza di forti componenti armoniche sul neutro occorre considerare 4 conduttori caricati. Poiché nelle tabelle A.9 e A.10 il numero di conduttori caricati è soltanto 2 o 3, in caso di 4 conduttori caricati si trova la portata relativa a due conduttori e poi si moltiplica questo valore per il fattore di riduzione relativo a due circuiti o cavi multipolari.

Il coefficiente k_{tot} caratterizza l'influenza delle differenti condizioni di installazione e si ottiene moltiplicando diversi fattori correttivi:

- k_1 tiene conto dell'influenza della temperatura ambiente in funzione del tipo di isolante per temperature diverse da 30°C (Tabella A.5, Appendice A)
- k_2 tiene conto della diminuzione di portata a causa del mutuo riscaldamento tra i conduttori. I cavi possono essere:
 - Posati nelle vicinanze, in strati o fasci (Tabella A.6, Appendice A). I cavi su strato sono installati su muro, passerella, soffitto, pavimento o su scala portacavi. Per fascio si intende un raggruppamento di cavi non distanziati e non posti in strato. Più strati sovrapposti su un unico supporto (es. passerella) sono considerati un fascio. Due cavi unipolari posati in strato si possono considerare distanziati se la distanza tra loro supera di due volte il diametro del cavo di sezione maggiore. Due cavi multipolari posati in strato si possono considerare distanziati se la distanza tra loro è almeno uguale al diametro esterno del cavo di sezione maggiore. Con posa distanziata il fattore k_2 è sempre uguale a 1. Nel caso di circuito trifase con n conduttori in parallelo per fase si considerano n circuiti tripolari. Se un sistema consiste sia di cavi bipolari sia tripolari, il numero di circuiti è preso pari al numero di cavi e il corrispondente fattore è applicato alle tabelle di portata per due conduttori caricati per i cavi bipolari e a quelle per tre conduttori caricati per cavi tripolari. Un fascio o strato costituito da n cavi unipolari caricati, si può considerare come $n/2$ circuiti bipolari per sistemi F-Fo FN o $n/3$ circuiti tripolari per sistemi trifase.
 - Installati in strato su più supporti (passerelle orizzontali o verticali) il fattore correttivo k_2 si deduce dalle tabelle A.7 o A.8 (Appendice A). Questi valori sono applicabili a cavi simili uniformemente caricati. Nel caso di passerelle orizzontali i valori indicati si riferiscono a distanze verticali tra le

passerelle di 300 mm. Per distanze verticali inferiori i fattori dovrebbero essere ridotti. Nel caso di passerelle verticali i valori indicati si riferiscono a distanze orizzontali tra le passerelle di 225 mm, con passerelle montate dorso a dorso. Per distanze inferiori i fattori dovrebbero essere ridotti.

2.1.6 Portata dei cavi: posa interrata

Per la determinazione della sezione del conduttore di fase di cavi in rame isolati con materiale elastomerico o termoplastico interrati, in questa guida si applica il metodo che fa riferimento alla tabella CEI-UNEL 35026. Il procedimento è il seguente:

- si determina un coefficiente correttivo k_{tot} come prodotto dei coefficienti k_5 , k_6 , k_7 e k_8 , dove:
 - k_5 è il fattore di correzione da applicare se la temperatura del terreno è diversa da 20°C (Tabella A.13, Appendice A);
 - k_6 è il fattore di correzione per gruppi di più circuiti installati sullo stesso piano (Tabella A.14, Appendice A);
 - k_7 è il fattore di correzione per profondità di interramento diverso dal valore preso come riferimento, pari a 0,8 m (Tabella A.15, Appendice A);
 - k_8 è il fattore di correzione per resistività termica diversa dal valore preso come riferimento, pari a 1,5 K m/W, cioè terreno secco (Tabella A.16, Appendice A);

- si divide il valore della corrente nominale dell'interruttore (I_n) o della corrente di regolazione termica (I_r) per il coefficiente correttivo k_{tot} trovando così il valore I'_n (I'_r);

$$I'_n = \frac{I_n}{K_{tot}}$$

- in funzione del numero di posa della CEI 64-8, dell'isolante e del numero di conduttori attivi si individua sulla Tabella A.17 (Appendice A):
 - la portata I_z' che rispetta la condizione $I_z' \geq I'_n$,
 - la corrispondente sezione del conduttore di fase.

La portata effettiva della conduttura si ricava come $I_z = I_z' \times k_{tot}$.

Nota:

- Nei circuiti trifase con neutro con carichi equilibrati o lievemente squilibrati, oppure in assenza di armoniche che si richiudono sul conduttore di neutro la portata di un cavo quadripolare si calcola considerando tre conduttori caricati. Nei casi particolari di sistema fortemente squilibrato o in presenza di forti componenti armoniche sul neutro occorre considerare 4 conduttori caricati. Poiché nella Tabella A.17 (Appendice A) il numero di conduttori caricati è soltanto 2 o 3, in caso di 4 conduttori caricati si trova la portata relativa a due conduttori e poi si moltiplica questo valore per il fattore di riduzione relativo a due circuiti o cavi multipolari.
- Nella tabella A.17 (Appendice A) sono indicate le portate relative a cavi interrati posati in tubo; nel caso di cavi direttamente interrati (pose 62 e 63 della norma CEI 64-8), essendo più favorevoli le condizioni di scambio termico, la portata aumenta di un fattore, dipendente dalla tipologia e dalle dimensioni dei cavi, che indicativamente può essere considerato pari a 1,15.

Il coefficiente k_{tot} caratterizza l'influenza delle differenti condizioni di installazione e si ottiene moltiplicando diversi fattori correttivi:

- Il fattore correttivo k_5 tiene conto dell'influenza della temperatura del terreno per temperature di quest'ultimo diverse da 20°C (Tabella A.13, Appendice A).
- Il fattore correttivo k_6 considera la diminuzione di portata di un cavo unipolare o multipolare in tubo interrato, posato sullo stesso piano di altri cavi, per effetto del mutuo riscaldamento tra di essi (Tabella A.14, Appendice A). Il fattore k_6 è riferito a cavi posati ad una distanza inferiore a 1 m; per distanze superiori a 1m il fattore k_6 è sempre uguale a 1. Il fattore k_6 si applica quando i cavi del fascio o dello strato hanno sezioni simili, cioè rientranti nelle tre sezioni adiacenti unificate (es. 10 – 16 – 25 mm²). Nel caso di circuito trifase con n conduttori in parallelo per fase si considerano n circuiti tripolari.
- Il fattore correttivo k_7 considera la variazione di portata per profondità di interramento diversa dal valore preso come riferimento, pari a 0,8 m (Tabella A.15, Appendice A).
- Il fattore correttivo k_8 considera la variazione di portata del cavo per resistività termica diversa dal valore preso come riferimento, pari a 1,5 K m/W, cioè terreno secco (Tabella A.16, Appendice A).

2.1.7 Caduta di tensione

In un qualsiasi impianto di bassa tensione è necessario valutare la caduta di tensione tra l'origine dell'installazione e il punto di utilizzazione dell'energia elettrica. Una eccessiva caduta di tensione influenza negativamente il funzionamento delle apparecchiature. La Norma CEI 64.8 raccomanda una caduta di tensione tra l'origine dell'impianto elettrico e qualunque apparecchio utilizzatore non superiore in pratica al 4% della tensione nominale dell'impianto. In un impianto di forza motrice una caduta di tensione superiore al 4% può essere eccessiva per le seguenti ragioni:

- il corretto funzionamento, in regime permanente, dei motori è generalmente garantito per tensioni comprese tra il $\pm 5\%$ della tensione nominale;
- la corrente di avviamento di un motore può raggiungere o anche superare il valore di $5 \div 7 I_n$.

Se la caduta di tensione è pari al 6% in regime permanente, essa probabilmente raggiungerà, al momento dell'avviamento, un valore molto elevato. Questo provoca:

- un cattivo funzionamento delle utenze più sensibili;
- difficoltà di avviamento del motore.

Ad una caduta di tensione del 15% corrisponde una riduzione della coppia di spunto pari circa al 28%. Durante la fase di avviamento, si consiglia di non superare la caduta di tensione percentuale del 10% sul cavo del motore. La caduta di tensione è sinonimo di perdite in linea e quindi di una cattiva ottimizzazione dell'impianto di trasmissione dell'energia elettrica. Per questi motivi è consigliabile non raggiungere mai la caduta di tensione massima ammessa. La tabella A.18 (Appendice A) fornisce i valori della resistenza e della reattanza dei cavi per unità di lunghezza (Ω/Km corrispondenti a $m\Omega/m$) in funzione della sezione dei conduttori.

Il valore della caduta di tensione [V] può essere determinato mediante la seguente formula:

$$\Delta U = K * I_B * L * (r * \cos\varphi + x * \sin\varphi)$$

ed in percentuale

$$\Delta U\% = \frac{\Delta U}{U_n} * 100$$

dove:

- $I_B [A]$ è la corrente nel cavo,
- K è un fattore di tensione pari a 2 nei sistemi monofase e bifase e $\sqrt{3}$ nei sistemi trifase,
- $L [Km]$ è la lunghezza della linea,
- $r [\Omega/Km]$ è la resistenza di un chilometro di cavo,
- $x [\Omega/Km]$ è la reattanza di un chilometro di cavo,
- $U_n [V]$ è la tensione nominale dell'impianto,
- $\cos\varphi$ è il fattore di potenza del carico.

2.1.8 Protezione contro il cortocircuito

La conoscenza delle correnti di cortocircuito in un impianto elettrico è necessaria per i seguenti scopi:

- determinare i poteri di interruzione e di chiusura degli interruttori da installare;
- verificare la tenuta elettrodinamica dei punti critici dell'impianto (es. supporti sbarre);
- verificare la tenuta termica dei cavi;
- determinare la regolazione dei relè di protezione.

In un impianto elettrico di bassa tensione il guasto trifase è quello che dà luogo nella maggior parte dei casi ai valori più elevati della corrente di cortocircuito. Il calcolo delle correnti di cortocircuito si basa sul principio che la corrente di guasto è uguale a quella attribuibile ad un generatore unico, la cui forza elettromotrice uguaglia la tensione nominale della rete nel punto di guasto, che alimenti un circuito avente un'impedenza unica equivalente a tutte le impedenze della rete a monte, comprese tra i generatori ed il punto di guasto considerato.

Guasto trifase:

Per determinare il valore della corrente di cortocircuito trifase presunta in un punto dell'impianto bisogna:

- sommare le resistenze situate a monte del punto scelto: $R_t = R_1 + R_2 + R_3 + \dots + R_n$;
- sommare le reattanze situate a monte del punto scelto: $X_t = X_1 + X_2 + X_3 + \dots + X_n$.
- Calcolare la corrente di cortocircuito come:

$$I_{cc3} = \frac{U}{\sqrt{3} * \sqrt{R_t^2 + X_t^2}}$$

con U espresso in V e R_t e X_t espresse in $m\Omega$, I_{cc} risulta espressa in KA .

Nota: U è la tensione nominale a vuoto lato bassa tensione tra le fasi del trasformatore.

Guasto bifase:

In caso di guasto bifase in lontananza dagli alternatori la corrente di cortocircuito vale:

$$I_{cc2} = \frac{U}{2 * Z_t} = 0,866 * I_{cc3}$$

La stessa formula vale anche in presenza di alternatori per i primi istanti del guasto ($t < 10 \div 20$ ms), quando l'alternatore è in regime sub transitorio.

Guasto fase-neutro o monofase a terra:

In caso di guasto fase-neutro o monofase a terra in lontananza dal trasformatore MT/BT di alimentazione la corrente di guasto vale:

$$I_{FN} = \frac{U}{\sqrt{3} * (Z_t + Z_n)}$$
$$I_{FPE} = \frac{U}{\sqrt{3} * (Z_t + Z_{PE})}$$

dove Z_n e Z_{PE} sono le impedenze complessive rispettivamente del conduttore di neutro e del conduttore di protezione del circuito sede del guasto. Nel caso in cui il neutro o il conduttore di protezione abbiano la stessa sezione della fase si ha: I_{FN} o $I_{FPE} = 0,5 * I_{cc3}$

Il calcolo di queste correnti è spesso necessario per la scelta delle regolazioni dei relé e per le verifiche riguardanti la protezione delle persone. La norma CEI 64-8 fornisce delle indicazioni per il calcolo di queste correnti a partire dalle formule sopra indicate. Per un guasto fase-neutro o monofase a terra nelle vicinanze di un trasformatore triangolo-stella con neutro a terra non è più possibile applicare le formule indicate in questo paragrafo e si può dimostrare che la corrente di cortocircuito è circa uguale a quella del cortocircuito trifase.

Determinazione delle resistenze e delle reattanze dei componenti dell'impianto:

- Rete a monte: in un impianto con consegna in media tensione la capacità della rete a monte di contribuire al cortocircuito, funzione dell'impedenza della rete stessa, è espressa mediante la potenza di cortocircuito S_{cc} (MVA) o la corrente di cortocircuito; questi dati devono essere forniti dall'ente distributore. L'impedenza equivalente della rete a monte è data dalla seguente espressione:

$$Z_{MBT} [m\Omega] = \frac{V_{BT}^2}{S_{cc} [MVA]} * 10^{-3}$$

Il fattore di potenza in cortocircuito della rete a monte ($\cos \varphi_{cc}$) può variare tra 0.15 e 0.2, da cui si ricavano i valori di R_{MBT} e X_{MBT} .

- Trasformatori: l'impedenza del trasformatore è ricavabile da:
 - P_{cu} [KW] sono le perdite nel rame a pieno carico, alla temperatura normale di funzionamento del trasformatore (ad esempio 75°C per il trasformatore in olio);

- $u_{cc} \%$: tensione di cortocircuito percentuale alla temperatura normale di funzionamento del trasformatore;
- S_n (kVA): potenza nominale del trasformatore.

A partire da questi dati si ricavano:

$$R = \frac{P_{cu} * U^2}{S_n^2} [m\Omega]$$

$$Z = \frac{V_{cc\%} * U^2}{100 * S_n}$$

$$X = \sqrt{Z^2 - R^2} [m\Omega]$$

dove U [V] è la tensione nominale del trasformatore, P_{cu} e S_n sono espressi rispettivamente in kW e in kVA. Il valore di R è calcolato alla temperatura nominale di funzionamento del trasformatore. Nella Tabella A.19 (Appendice A) sono riportate le caratteristiche tipiche di trasformatori standard MT/BT in olio ed in resina. In queste tabelle sono riportati i valori di corrente di cortocircuito trifase ai morsetti del trasformatore, nell'ipotesi che la rete a monte abbia una potenza di cortocircuito di 500 MVA. Inoltre è poi indicato il tipo di condotto sbarre utilizzabile per il collegamento tra il trasformatore e l'interruttore automatico generale, tenendo conto della corrente di cortocircuito ai morsetti del trasformatore e della corrente nominale secondaria del trasformatore.

- Cavi e condotti sbarre: Le reattanze dei cavi dipendono principalmente dalla distanza tra i conduttori; un valore più preciso può essere ottenuto dal costruttore. Valori tipici sono:
 - cavo tripolare: $X = 0,08 [m\Omega/m]$;
 - cavo unipolare: $X = 0,10 \div 0,20 [m\Omega/m]$ a seconda della distanza tra i conduttori;
 - collegamenti in sbarre: $X_3 = 0,15L$.

La resistenza è data dalla formula

$$R = \frac{\rho * L}{S}$$

dove:

L = lunghezza [m]

S = sezione [mm²]

ρ = resistività = 18 (Cu), 27 (Al) $\left[\frac{m\Omega * mm^2}{m} \right]$

In presenza di più conduttori in parallelo per fase, occorre dividere la resistenza e la reattanza di un conduttore per il numero di conduttori.

Scelta degli interruttori alimentati da uno o più trasformatori MT/BT:

La scelta dell'interruttore di protezione di un circuito dipende principalmente:

- dalla corrente nominale dei trasformatori o degli apparecchi utilizzatori che determinano le correnti nominali degli interruttori;
- dalla corrente di cortocircuito massima nel punto considerato, che determina il potere d'interruzione minimo che deve possedere l'apparecchio di protezione.

Nel caso di più trasformatori in parallelo (foto seguente):

- gli interruttori di arrivo devono possedere un potere di interruzione superiore ad entrambi i seguenti valori:
 - I_{cc1} (caso di cortocircuito in B1),
 - $I_{cc2} + I_{cc3}$ (caso di cortocircuito in A1);
- gli interruttori di partenza devono possedere un potere di interruzione superiore a $I_{cc1} + I_{cc2} + I_{cc3}$.

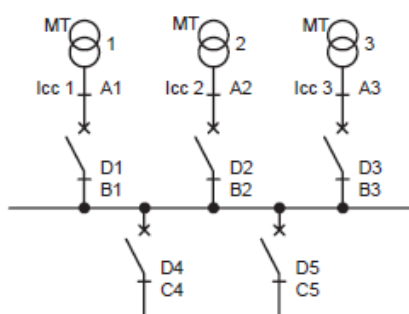


Figura 2.3

Protezione dei cavi ad inizio linea ed a fondo linea:

Un cavo si considera protetto contro il cortocircuito ad inizio linea se:

$$I_t^2 \leq K^2 S^2$$

dove:

- $I^2 t$, espressa in $A^2 s$, è l'energia specifica (per unità di resistenza) lasciata passare dall'interruttore;
- K è una costante caratteristica dei cavi che dipende sia dal materiale conduttore che dal tipo di isolante (vedere tabella A.20, Appendice A);
- S è la sezione del cavo in mm^2 .

Il valore di $I^2 t$ deve essere fornito dal costruttore per gli interruttori di tipo limitatore. Nel caso di interruttori ad intervento ritardato, il valore di $I^2 t$ deve essere calcolato come prodotto del quadrato del valore efficace della corrente di cortocircuito per il tempo totale di apertura.

I valori di K indicati in tabella sono validi per cortocircuiti di durata inferiore a 5 secondi, per i quali si considera che il riscaldamento dei conduttori avvenga senza trasmissione di calore all'isolante ed alle parti circostanti (riscaldamento adiabatico dei conduttori).

La norma CEI 64-8 prescrive che l'intervento delle protezioni debba essere verificato anche per cortocircuiti a fondo linea. La presenza di una protezione di tipo termico è considerata sufficiente a garantire la protezione contro il cortocircuito a fondo linea. Alcuni tipi di circuiti tuttavia possono o devono essere realizzati senza protezione termica, oppure con una protezione termica sovradimensionata. È ad esempio il caso dei circuiti di sicurezza e di alimentazione di elettromagneti di sollevamento. Nei casi in cui venga a mancare la protezione contro il sovraccarico la norma richiede di verificare l'intervento della protezione magnetica in caso di cortocircuito a fondo linea. In questo caso la verifica da eseguire, indicata dalla norma CEI 64-8, è la seguente

$$I_{ccmin} \geq I_m$$

Il calcolo della corrente minima si può ottenere nei modi seguenti:

- quando il conduttore di neutro non è distribuito

$$I_{ccmin} = \frac{0,8 * U * S_F}{1,5 * \rho * 2 * L} * K_x * K_{par}$$

- quando il conduttore di neutro è distribuito

$$I_{ccmin} = \frac{0,8 * U_0 * S_F}{1,5 * \rho * (1 + m) * L} * K_x * K_{par}$$

Dove:

I_{ccmin} = valore della corrente di cortocircuito presunta in fondo alla linea. In caso di circuito trifase con neutro la corrente corrisponde alla I_{cc-FN} , in caso di assenza del neutro la corrente corrisponde alla I_{cc-2F}

I_m = soglia di intervento della protezione magnetica

U (V) = tensione nominale del circuito (concatenata)

U_0 (V) = tensione nominale verso terra del circuito (di fase)

0,8 = fattore che tiene conto della riduzione di tensione di alimentazione, durante il cortocircuito, a monte della conduttura protetta

S_F = sezione del conduttore di fase

1,5 = fattore che tiene conto dell'aumento del 50% della resistenza del circuito, rispetto al valore a 20°C, dovuta al riscaldamento del conduttore durante il cortocircuito

ρ = resistività a 20°C del materiale conduttore

L = lunghezza della conduttura protetta

m = rapporto tra la sezione del conduttore di fase e la sezione del conduttore di neutro quando i due conduttori sono realizzati con lo stesso materiale conduttore

K_x = fattore riduttivo della corrente di cortocircuito che tiene conto della componente induttiva dell'impedenza del cavo che costituisce la conduttura da proteggere. Per sezioni non superiori a 95mm² l'errore non è sensibile (Tabella A.21, Appendice A).

K_{par} = fattore che tiene conto dell'impedenza del circuito di guasto in caso di conduttori in parallelo (Tabella A.21, Appendice A).

Utilizzando le formule della pagina precedente è possibile determinare la tabella delle lunghezze massime protette dei cavi in funzione dei valori di corrente di regolazione magnetica (Tabella A.22, Appendice A). Questa tabella sarà da usarsi quando non è presente la protezione termica. Le tabelle delle lunghezze massime protette tengono conto di un coefficiente di tolleranza di intervento del magnetico pari a 1,2.

Nelle formule si tiene conto di una riduzione dell'80% della tensione di alimentazione, per effetto della corrente di cortocircuito, rispetto alla tensione nominale di alimentazione (coeff. 0,8) e dell'aumento di resistenza dei conduttori dovuto al riscaldamento (coeff. 1,5).

Sezione del conduttore di protezione:

Il conduttore di protezione realizza il collegamento delle masse all'impianto di terra. La sua funzione primaria è quella di permettere la circolazione della corrente di guasto verso terra e, unitamente all'interruttore automatico, di garantire la protezione contro i contatti indiretti. Il conduttore di protezione deve sopportare le sollecitazioni termiche dovute alla corrente di guasto a terra ed essere dimensionato in modo da permettere l'intervento delle protezioni contro i contatti indiretti. Questo conduttore deve rispettare delle regole:

- deve essere identificato con la colorazione giallo/verde;
- il conduttore di protezione che svolge contemporaneamente anche la funzione di neutro viene chiamato PEN;
- non deve essere in nessun caso interrotto da dispositivi di protezione, e sezionamento;
- le masse devono essere collegate al conduttore di protezione tramite l'apposito morsetto di terra, in parallelo e non in serie;
- deve essere posato in prossimità dei conduttori di fase e senza interposizione di materiale ferromagnetico (sistemi TN e IT).

Nei dimensionare questo conduttore vi è un metodo semplificato, cioè viene effettuato in funzione della sezione del conduttore di fase. Le sezioni riportate in tabella A.23 (Appendice A) sono valide soltanto se i conduttori di protezione sono costituiti dallo stesso materiale dei conduttori di fase.

Sezione del conduttore di neutro:

Il conduttore di neutro contribuisce alla trasmissione dell'energia elettrica e viene utilizzato in presenza di carichi monofasi. In queste condizioni, il conduttore di neutro è percorso da una corrente la cui intensità dipende dal grado di squilibrio dei carichi. L'eventuale conduttore di neutro deve avere la stessa sezione dei conduttori di fase:

- nei circuiti monofasi a due fili, qualunque sia la sezione dei conduttori;
- nei circuiti polifasi, quando la dimensione dei conduttori di fase sia inferiore od uguale a 16 mm² se in rame o a 25 mm² se in alluminio.

Nei circuiti polifasi i cui conduttori di fase abbiano una sezione superiore a 16 mm² se in rame o a 25 mm² se in alluminio il conduttore di neutro può avere una sezione inferiore a quella dei conduttori di fase se sono soddisfatte contemporaneamente le seguenti condizioni:

- la corrente massima, comprese le eventuali armoniche, che si prevede possa percorrere il conduttore di neutro durante il servizio ordinario, non sia superiore alla corrente ammissibile corrispondente alla sezione ridotta del conduttore di neutro;
- la sezione del conduttore di neutro sia almeno uguale a 16 mm² se in rame od a 25 mm² se in alluminio.

	sezione fase [mm ²]	minima sezione neutro [mm ²]
Cu	≤ 16	S _F
	> 16	16
Al	≤ 25	S _F
	> 25	25

Figura 2.4

Il conduttore di neutro deve rispettare dei requisiti:

- deve essere identificato con la colorazione blu chiaro;
- nel sistema TN-C il conduttore di neutro svolge anche la funzione prioritaria di conduttore di protezione e come tale non può essere interrotto.
- nel sistema IT la norma sconsiglia di distribuire il neutro.
- devono essere previsti i dispositivi di protezione delle fasi ed, eventualmente, del neutro.

2.2 Protezione delle persone

2.2.1 Effetti della corrente elettrica sul corpo umano

Il rischio maggiore dell'elettricità risiede nell'azione delle correnti elettriche sulle due più importanti funzioni dell'organismo: la respirazione e la circolazione. Non sono comunque da sottovalutare i rischi di ustioni dovute al passaggio della corrente elettrica attraverso l'organismo.

Limiti di percezione: il limite di percezione è molto variabile da un soggetto all'altro. Alcune persone percepiscono la corrente di intensità nettamente inferiori a 1 mA, mentre altre cominciano a percepire il passaggio della corrente ad intensità più elevate, dell'ordine di 2 mA.

Contrazione muscolare: approssimativamente la corrente di rilascio in CA 50÷100 Hz ha il valore di 10 mA per le donne e di 15 mA per gli uomini. Alcuni soggetti però sono in grado di liberarsi a correnti superiori (differenze sensibili secondo il sesso degli individui, l'età, le condizioni di salute, il livello di attenzione, ecc.).

Arresto respiratorio: per le correnti da 20 a 30 mA, le contrazioni possono raggiungere l'apparato muscolare respiratorio fino a procurare un arresto respiratorio.

Fibrillazione ventricolare: esiste una proporzionalità approssimativa tra il peso corporale e la corrente necessaria alla fibrillazione, che permette di identificare una soglia compresa tra 70 e 100 mA. In realtà questa soglia non può essere definita in modo preciso poiché essa varia con le condizioni fisiologiche del soggetto, ma anche con i parametri ambientali e casuali dell'incidente: percorso della corrente all'interno del corpo, resistenza dell'organismo, tensione, tipo di contatto e tempo di passaggio della corrente nell'organismo.

Rischi di ustioni: un altro rischio importante collegato all'impiego dell'elettricità è legato alle ustioni. Queste sono molto frequenti in caso di incidenti domestici e soprattutto industriali. Esistono due tipi di ustioni:

Sintesi delle conseguenze del passaggio della corrente nell'organismo

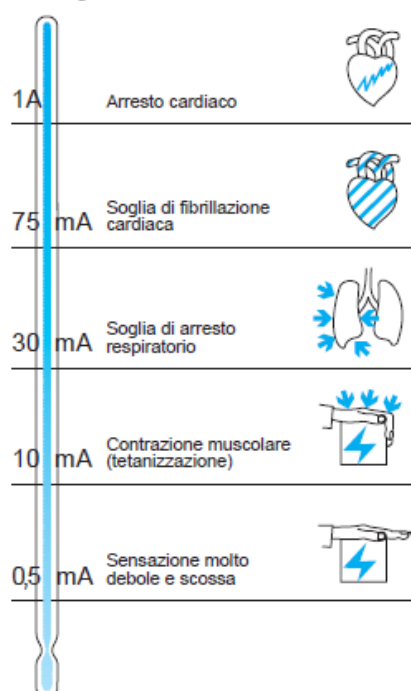


Figura 2.5

- dovuta all'arco: è causata dal calore irradiato dall'arco elettrico;
- elettrotermica: è un'ustione elettrica dovuta al passaggio della corrente elettrica attraverso l'organismo.

2.2.2 Classificazione dei componenti elettrici

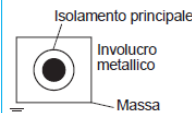
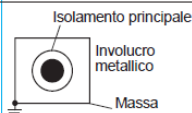
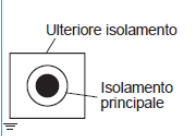
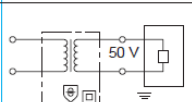
Classificazione dei componenti elettrici			
classe 0 	componente dotato di isolamento principale e non provvisto di alcun dispositivo per il collegamento delle masse a un PE	c masse isolate da terra c protezione contro i guasti di isolamento affidate alle caratteristiche dell'ambiente circostante (es: pedana isolante)	
classe I 	componente dotato di isolamento principale e provvisto di un dispositivo di collegamento delle masse a un PE	c masse collegate a terra c protezione contro i guasti di isolamento affidata ai dispositivi di protezione dei circuiti	
classe II 	componente dotato di doppio isolamento o di isolamento rinforzato e non provvisto di alcun dispositivo per il collegamento delle masse ad un PE	l'isolamento supplementare può essere un involucro isolante con grado di protezione almeno IPXXB c masse isolate da terra c possibilità di realizzare un isolamento equivalente durante l'installazione mediante isolamento supplementare	
classe III 	componente ad isolamento ridotto perché destinato ad essere alimentato esclusivamente da un sistema a bassissima tensione di sicurezza	esempio: circuito SELV (V - 50 V CA)	

Figura 2.6

2.2.3 Protezione dai contatti diretti

Qualunque sia il sistema di neutro, nel caso di un contatto diretto, la corrente che ritorna alla fonte di energia è quella che attraversa il corpo umano. I mezzi per proteggere le persone dai contatti diretti sono di diverso tipo (norma CEI 64.8 terza edizione).

Protezione totale

- Isolamento delle parti attive (scatola isolante degli interruttori, isolamento del cavo, ecc);
- impiego di involucri o barriere con un grado di protezione almeno IPXXB. In caso di superfici orizzontali di barriere o involucri a portata di mano il grado di protezione non deve essere inferiore a IPXXD.

Protezione parziale

Protezione mediante allontanamento delle parti attive o con un'interposizione di un ostacolo, tra le parti in tensione e l'utente, rimovibile senza attrezzi particolari. Per altro, alcune installazioni possono presentare rischi particolari, malgrado l'attuazione delle disposizioni precedenti, come l'isolamento che rischia di essere danneggiato, conduttori di protezione assenti o con rischi di rottura (cantiere, miniere, ecc.).

Protezione addizionale

Dispositivi differenziali a corrente residua (DDR) ad alta sensibilità ($I_{\Delta n} = 30 \text{ mA}$). Tali dispositivi sono riconosciuti come protezione aggiuntiva e quindi in aggiunta alle misure di protezione sopra indicate e non come unico mezzo di protezione contro i contatti diretti.

Circuiti a bassissima tensione

Tali circuiti permettono di realizzare una protezione combinata contro i contatti diretti e indiretti tramite l'alimentazione dei circuiti a bassissima tensione, l'utilizzo di componenti speciali e particolari condizioni di installazione.

2.2.4 Protezione dai contatti indiretti

Le misure di protezione contro i contatti indiretti sono di due tipi:

- protezione senza interruzione automatica del circuito tramite:
 - componenti con isolamento doppio o rinforzato (materiali in classe II),
 - quadri prefabbricati aventi un isolamento completo e cioè realizzato con apparecchi in classe II, involucro in materiale isolante, ecc. (Norma CEI EN 60439-1),
 - isolamento supplementare in aggiunta a quello principale,
 - separazione elettrica realizzata con un trasformatore di isolamento,
 - locali in cui pavimenti e pareti sono in materiale isolante,
 - locali in cui le masse siano collegate tra loro da un conduttore equipotenziale non siano connesse con la terra;
- protezione tramite interruzione automatica del circuito.

È il metodo maggiormente usato per la maggior semplicità delle regole da osservare (rispetto a quelle previste dai casi precedentemente elencati) e per la minore dipendenza dalla conservazione nel tempo delle misure adottate per ottenere la protezione.

Perché si possa realizzare una protezione attiva contro i contatti indiretti è necessario che:

- tutte le masse estranee e tutti gli elementi conduttori accessibili siano collegati all'impianto di terra tramite un conduttore di protezione. Due masse accessibili simultaneamente devono essere collegate al medesimo dispersore;
- i tempi di intervento della protezione siano tali da garantire l'incolumità della persona che venga a contatto con una massa accidentalmente sotto tensione.

Il massimo tempo di intervento delle protezioni dipende:

- dal sistema di neutro;
- dalla tensione nominale tra fase e terra;
- dalle caratteristiche dell'ambiente.

capitolo

terzo

Regole e soluzioni generali

3 REGOLE E SOLUZIONI GENERALI

L'impianto va redatto rispettando le norme CEI relative e comunque in maniera tale da realizzare un impianto a regola d'arte (legge 46/90), evitando sprechi e difficoltà inutili al fine di contenere al massimo i costi finali. E' importante che alle eventuali variazioni di destinazione dei locali corrispondano, se necessario, gli adeguamenti degli impianti elettrici installati.

3.1 Simbologia utilizzata

I simboli elettrici più utilizzati vengono riportati qui di seguito.

LEGENDA			
MOTORIZZAZIONE	QUADRO ELETTRICO	PRIMO PUNTO TELECOM	TASTIERA ANTINTRUSIONE ATTIVAZIONE/DISATTIVAZIONE IMPIANTO
MESSA A TERRA	PUNTO CONSEGNA ENERGIA	CASSETTA TELECOM	RILEVATORE INTRUSIONE A DOPPIA TECNOLOGIA
COLLEGAMENTO EQUIPOTENZIALE	PULSANTE LUMINOSO	PRESA TV	DIFFUSIONE SONORA DI SICUREZZA
COMANDO TAPPARELLE	INTERRUPTORE UNIPOLARE	PRESA TELEFONICA	RILEVATORE FUMI CON SEGNALETTA OTTICA DI INTERVENTO
PLAFONIERA NEON STAGNA 2x58W	DEVIATORE	PRESA DATI	OROLOGIO
PLAFONIERA NEON STAGNA 1x58W	INVERTITORE	SCATOLA 503 VUOTA	RILEVATORE FUMI OTTICO
APP. ILLUMINAZIONE A PARETE	SENSORE PRESENZA	TIRANTE BAGNO	CITOFONO
APP. ILLUMINAZIONE A SOFFITTO	SENSORE PRESENZA 360°	SEGNALAZIONE OTTICA/ACUSTICA ALLARME TIRANTE BAGNO	VIDEOCITOFONO
PUNTO LUCE A PARETE	PRESA ENERGIA	SUONERIA	CONDUTTURAZIONE INCASSATA
PUNTO LUCE A SOFFITTO	QUADRO PRESE	SIRENA	CONDUTTURAZIONE A VISTA
PROIETTORE ESTERNO ALOGENO 1000W	PRESA CEE	SIRENA AUTOALIMENTATA	CONDUTTURAZIONE INTERRATA
APP. ILLUMINAZIONE DI EMERGENZA	TORRETTA A SCOMPARSA	PANNELLO OTTICO/ACUSTICO ALLARME INCENDIO	CANALA DISTRIBUZIONE
KIT EMERGENZA	ASCIUGAMANI ELETTRICO	RILEVATORE FUMI A BARRIERA	CONDUTTURAZIONE ASCENDENTE/DISCENDENTE
LAMPADA SEGNALETTA VIA DI FUGA	VENTILCONVETTORE	PULSANTE CON TARGHETTA PORTANOME	SCATOLA DI DERIVAZIONE
LAMP. SEGNALETTA USCITA EMERGENZA	ALIMENTAZIONE DIRETTA	TELECAMERA CIRCUITO CHIUSO	POZZETTO ROMPRITRATTA
ASPIRATORE SERVIZI	PULSANTE ALLARME O SGANCIO	TERMOSTATO	

Figura 3.1

3.2 Componenti utilizzati

I componenti e gli apparecchi da utilizzare devono essere marcati CE ed essere idonei all'ambiente di installazione. I cavi usati solitamente sono di tipo N07V-K (unipolare isolato in PVC senza guaina non propagante l'incendio) e FG7OR (multipolare isolato in gomma G7 con guaina in PVC non propagante l'incendio) in maniera da limitare il più possibile i danni derivati da un incendio iniziato in qualsiasi punto dell'edificio (questi cavi non propagano l'incendio neanche se raggruppati a fascio e disposti verticalmente).

Per la distribuzione incassata si utilizzerà tubo FMP (corrugato pieghevole) autoestinguento Classe 3321 (CEI EN 50086) con marchio IMQ mentre per la distribuzione a vista si utilizzerà tubo in PVC rigido IP55 di sezione sufficiente da permettere l'agevole posa dei cavi. Per la distribuzione a vista è consentito l'uso di canale in PVC o acciaio IP2X senza spigoli vivi. Le cassette di derivazione al termine delle distribuzioni dovranno essere libere almeno per metà del volume interno.

3.3 Illuminazione

3.3.1 Illuminazione esterna

L'illuminazione esterna di un edificio viene solitamente comandata dalla sezione inferiore del quadro generale (figura sotto) e contiene orologio, crepuscolare, relativi contatti e selettori per la modalità automatica e manuale, pilotanti bobine dedicate (con il compito di comandare contattori di potenza a monte delle linee di illuminazione in oggetto).

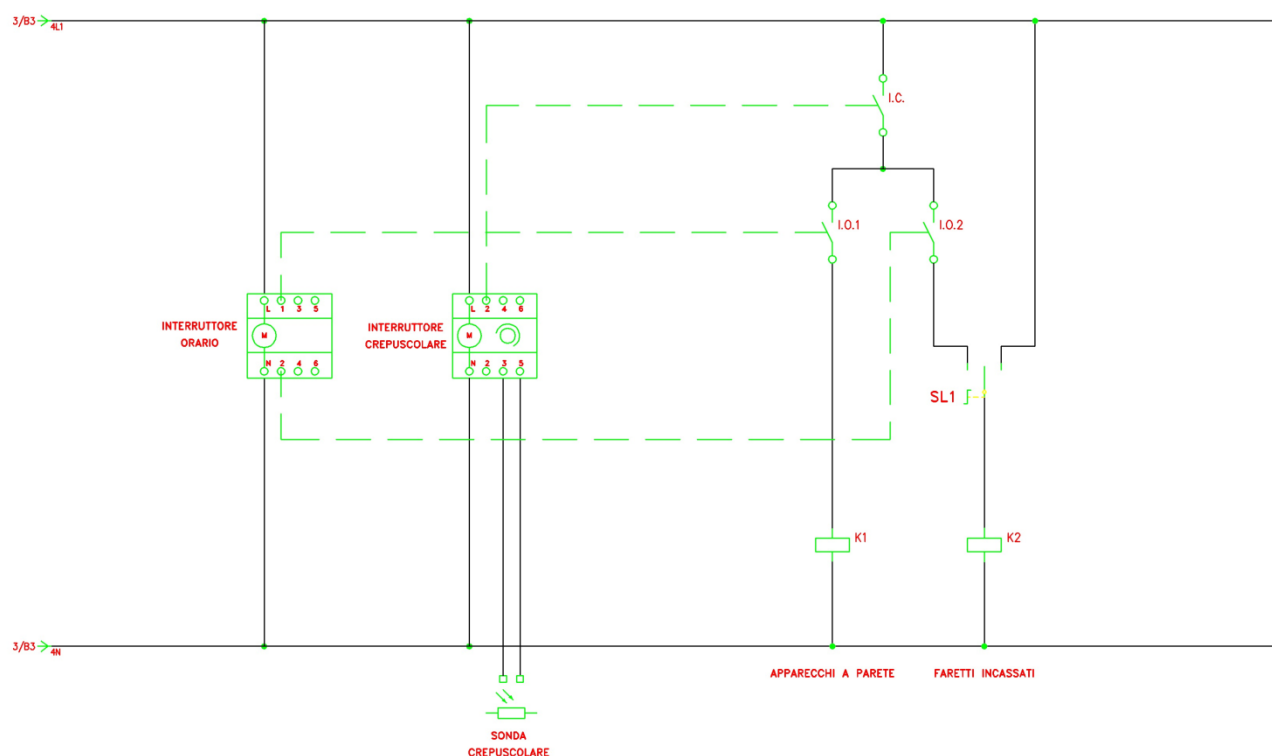


Figura 3.2

3.3.2 Illuminazione di emergenza

Gli apparecchi per l'illuminazione di emergenza devono essere installati ad un'interdistanza tale da ottenere un illuminamento medio di 5 lux (ad 1 m di altezza dal pavimento) in prossimità di porte o vie di fuga e di 2 lux nello spazio restante.

3.3.3 Illuminazione vie di fuga

Gli apparecchi devono essere scelti in conformità alla norma EN 1838 che stabilisce la distanza di leggibilità del segnale con riferimento alla sua altezza. Gli apparecchi di segnalazione dovranno essere leggibili da qualsiasi punto del piano secondo la formula

$$D = S * P$$

con D la distanza di osservazione, S un parametro in funzione del tipo di apparecchio (100 per i segnali illuminati dall'esterno e 200 per i segnali autoilluminati) e P l'altezza dell'apparecchio.

La scelta progettuale ricade sovente su apparecchi muniti di pittogrammi con distanza di leggibilità minima di 24 m.

3.4 Impianti speciali

3.4.1 Impianto televisivo

L'impianto televisivo (vedi figura a fianco) parte dalle antenne di segnale terrestre sul tetto, collegate all'amplificatore (alimentato da apposito alimentatore). Da qui scendono i cavi coassiali a 75 ohm che, attraverso tubi in PVC dedicati posizionati vicino alle colonne montanti, raggiungono i partitori di piano nelle scatole di piano. Dalle scatole di piano partono i collegamenti alle prese TV e SAT dislocate nel piano.

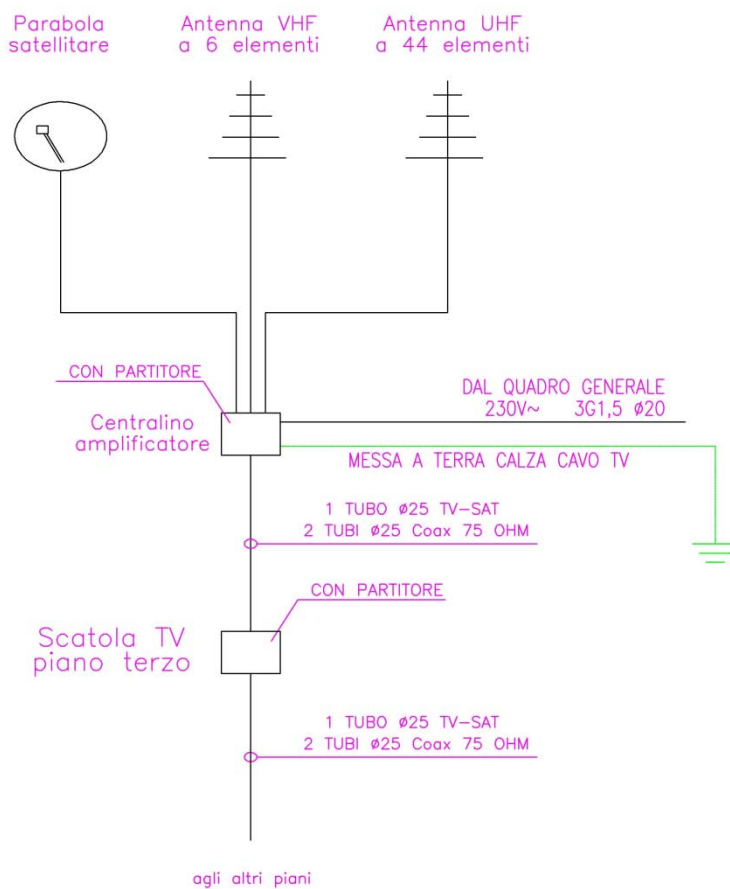


Figura 3.3

3.4.2 Impianto video/citofonico

Configurazione analogica

Nel caso l'impianto sia di piccole dimensioni si può ricorrere ad un semplice impianto citofonico analogico composto da pulsanti di chiamata collegati a relè e suonerie. L'impianto va eseguito mediante cavi multipolari di sezione 0,5mmq.

Configurazione digitale

Per impianti di grosse dimensioni è preferibile adottare un impianto di tipo digitale (figura 2) dove tutta la distribuzione è realizzata con doppino dedicato 2x1.5mmq N07V-K.

Il centralino viene collegato a tutti gli apparecchi (terminali di comunicazione ed elettroserrature) dislocati nell'edificio. Per raccogliere i segnali di tutti i terminali di comunicazione di ogni piano si utilizza un partitore di piano localizzato in una scatola dedicata nel vano di risalita delle montanti. La configurazione dell'impianto verrà effettuata dalla ditta di installazione impostando per ogni apparecchio connesso un preciso indirizzo BUS in maniera da identificarlo univocamente nell'intero impianto: in questa maniera ad ogni terminale di comunicazione verrà assegnato ad un pulsante di chiamata della postazione esterna (dotata di videocamera nel caso di impianto videocitofonico).

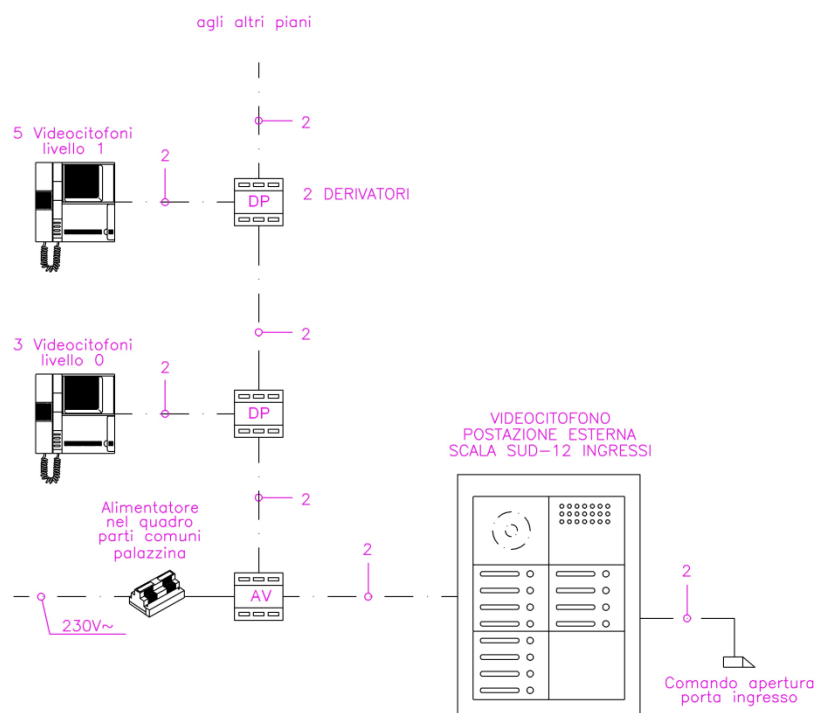


Figura 3.4

3.5 Prove e verifiche finali

La ditta installatrice dell'impianto elettrico ne dovrà eseguire il collaudo prima della messa in servizio, redigendo il verbale di verifica e la dichiarazione di conformità. Tali documenti dovranno essere consegnati al committente.

Sono necessarie alcune misure strumentali quali misura della resistenza verso terra in impianti di classe 2 (deve essere almeno 1 MΩ), misura della resistenza di terra e coordinamento degli interruttori differenziali e verifica della continuità elettrica tra conduttori equipotenziali e di protezione.

Sono inoltre necessarie prove funzionali di tutti i componenti dell'impianto quali prove di funzionamento meccanico ed elettrico degli interruttori di protezione e prove di funzionamento degli apparecchi luminosi.

capitolo

quarto

Ristrutturazione fabbricato civile

Negrar (VR)

4 RISTRUTTURAZIONE FABBRICATO CIVILE – NEGRAR (VR)

4.1 Introduzione

Questo progetto riguarda l'ultimazione dei lavori per la ristrutturazione parziale con cambio di destinazione d'uso e ampliamento di un fabbricato di civile abitazione esistente sito in Negrar (VR).

4.2 Destinazione d'uso e descrizione dell'immobile

Il corpo di fabbrica è esistente e viene sottoposto a ristrutturazione completa. Il fabbricato, adibito a civile abitazione, si sviluppa su due piani fuori terra e un piano interrato. E' prevista inoltre un'area esterna comune destinata a verde.

I piani oggetto della seguente relazione sono i piani interrato, terra e primo. Delle quattro unità immobiliari che compongono l'edificio, le prime due, con accesso al piano terra, si sviluppano ai piani interrato e terra, mentre le rimanenti sono localizzate al piano primo con accesso garantito da giro scale interno all'edificio stesso.

4.2.1 Classificazione degli ambienti

- locali contenenti bagni o docce: all'interno degli appartamenti sono presenti locali contenenti bagni o docce soggetti alle prescrizioni integrative della Norma generale impianti CEI 64-8/701. In particolare gli impianti devono avere idoneo grado di protezione e devono essere installati in accordo con le zone di rispetto delimitate dalla stessa Norma.
- cantine/ripostigli: a piano interrato si trovano dei locali adibiti a cantina e/o ripostiglio degli utenti. Il carico di incendio all'interno di tali locali sarà inferiore a 30kg/mq pertanto, tali locali, non sono stati considerati come ambienti a maggior rischio in caso di incendio ma bensì come ambienti ordinari;
- altri ambienti: gli altri ambienti sono da considerarsi come ambienti ordinari.

4.3 Punti di consegna

Sono previsti:

- n. 4 contatori da 3kW – 230V energia elettrica per l'alimentazione delle utenze di ogni unità abitativa;
- n. 1 contatore da 3kW – 230V energia elettrica per l'alimentazione delle utenze comuni.

I contatori sono installati entro apposito vano collocato sul confine di proprietà in corrispondenza dell'accesso pedonale del fabbricato stesso.

4.4 Dati tecnici di riferimento generali

4.4.1 Energia

Vengono di seguito elencati i dati tecnici di riferimento utilizzati per il dimensionamento degli impianti.

• Tensione di fornitura ENEL	230V
• Corrente di corto circuito	4.5 kA (contatori da 3kW)
• Frequenza	50 Hz
• Sistema di distribuzione B.T.	TT
• Caduta di tensione massima sui circuiti	1% da contatore a quadro generale servizi condominiali sigla "QCON"; 3% da quadro "QCON" a utenze condominiali; 3% da contatori a centralini di appartamento sigla "QEAP"; 1% da centralini "QEAP" a utenze appartamenti;
• Densità di corrente massima	70% di quella ammessa dalle tabelle UNEL
• Coefficiente di contemporaneità	secondo Norme CEI e tabelle UNEL

4.4.2 Distribuzione principale e secondaria

Con distribuzione principale si intendono tutte le linee elettriche che alimentano i quadri principali e i quadri secondari. Si intendono linee secondarie tutte le linee che alimentano le utenze terminali luce e FM. A livello di distribuzione principale non è fatta alcuna suddivisione fra luce e FM. Vengono suddivise solamente le linee di distribuzione luce e f.m. a valle dei quadri secondari di zona. Il progetto e l'esecuzione degli impianti tengono conto dei particolari requisiti di sicurezza necessari in entrambi gli edifici.

Si è pertanto tenuto conto di:

- assicurare la protezione termica delle linee;
- realizzare una efficace protezione contro i contatti diretti ed indiretti;
- ottenere una equalizzazione del potenziale sulle masse metalliche accessibili;

4.4.3 Cavi e conduttori - sezioni minime linee di dorsale

- Dorsali impianti luce 2,5mm²
- Dorsali prese FM 4 mm²

Tali dati sono stati utilizzati per il dimensionamento delle linee dorsali di distribuzione. Nel calcolo delle linee dorsali deve essere garantito un margine del 30% sul valore della portata di corrente per consentire futuri ampliamenti. In ogni caso le sezioni devono essere compatibili con le portate ammesse dalle norme.

4.4.4 Cavi e conduttori - sezioni minime derivazioni terminali

Le sezioni minime dei conduttori sono:

- ai punti luce ed ai punti di comando 1,5 mm²
- alle prese da 10/16A 2,5 mm²
- collegamenti equipotenziali 6 mm²

Per il dimensionamento delle linee si farà riferimento alle norme CEI EN 35024/1 e /2.

4.4.5 Conduttori

Tutti i conduttori sono in rame.

I conduttori di protezione sono con isolamento di colore giallo verde e possono essere del tipo inglobato nel cavo multipolare o del tipo unipolare posato lungo le dorsali derivati dai quadri elettrici. I cavi utilizzati devono essere di tipo non propaganti l'incendio ed a ridottissima emissione di gas corrosivi a norme CEI 20-22 e precisamente:

- N07V-K linee e circuiti terminali installati entro tubazioni in PVC in vista o incassate a parete/pavimento;
- FG7OR 0,6/1 KV Linee entro cavidotti interrati e montanti.

Devono essere previste tubazioni separate per il contenimento di circuiti appartenenti a categorie diverse e precisamente per i seguenti gruppi di circuiti:

- reti impianti di illuminazione e utilizzazione FM;
- impianti ausiliari (TV, videocitofono)
- impianto telefonico;

Per le linee degli impianti ausiliari sono previste tubazioni distinte per ognuno dei relativi servizi e le cassette di derivazioni possono essere uniche purché dotate di setto separatore interno. Non è ammesso usare la stessa canalizzazione per i circuiti a tensione diversa, anche se si dovessero utilizzare, per i circuiti a tensione minore, cavi aventi lo stesso grado di isolamento di quelli a tensione più elevata. I singoli circuiti utilizzatori dovranno essere opportunamente distribuiti sulle diverse fasi in modo da contenere il più possibile lo squilibrio delle correnti di linea.

4.4.6 Impianto di equalizzazione del potenziale

Tutte le masse estranee del fabbricato, così come definite dalle norme CEI 64-8, sono collegate all'impianto di terra in modo da realizzare l'equipotenzialità con le masse accessibili, collegate all'impianto di terra tramite i conduttori di protezione. I collegamenti equipotenziali sono realizzati con conduttori in rame, isolati nel colore giallo-verde, in conformità alle prescrizioni delle norme CEI 64-8. In particolare si devono collegare tubazioni in ingresso ed uscita dall'edificio al vano contatori stesso riportando il relativo conduttore di collegamento al collettore di terra generale, in prossimità del quadro elettrico servizi condominiali sigla "QCOM". Vengono inoltre riportate al collettore i collegamenti equipotenziali delle tubazioni gas. Il conduttore di protezione deve risultare perfettamente sfilabile; pertanto deve essere inserito entro guaina in PVC o tubazione in PVC pesante rigido.

4.5 Descrizione degli impianti elettrici

4.5.1 Note generali

L'impianto elettrico deve essere realizzato "a regola d'arte" secondo la legge 186/68, il DM 37/08. L'impianto elettrico a servizio del fabbricati in oggetto ha origine nel punto di consegna della società distributrice dell'energia collocato in prossimità dell'accesso pedonale da strada pubblica come rappresentato nelle tavole allegate. Tutti i gruppi di misura ed i relativi quadri elettrici per la protezione delle linee sono installati in vista entro appositi manufatti posizionato secondo le indicazioni riportate sulla planimetria generale di progetto. Relativamente alle caratteristiche costruttive e dimensionali dei manufatto suddetto (vano contatori esterno) si rimanda al progetto architettonico.

4.5.2 Protezione linee principali

Le linee in partenza dal quadro QCOM per alimentazione servizi condominiali è protetto a monte da un interruttore tipo magnetotermico e differenziale (sensibilità 1A) installato in prossimità del punto di consegna. Il montante per l'alimentazione di ciascun centralino di appartamento è protetto a monte da un interruttore tipo magnetotermico e differenziale (sensibilità 300mA/tipo selettivo) installato in prossimità del punto di consegna dell'energia all'interno del rispettivo quadretto sigla "QGAP". Tali montanti sono stati dimensionati considerando sia la potenza elettrica delle utenze luce e F.M. previste in progetto che la potenza elettrica necessaria all'alimentazione dell'impianto di condizionamento (di cui è prevista la sola predisposizione).

4.5.3 Protezione linee secondarie

Le linee elettriche per gli impianti luce e f.m. all'interno degli appartamenti sono protette da interruttori magnetotermici e differenziali (sensibilità 30mA) installati nel centralino di appartamento sigla "QEAP".

4.5.4 Linee elettriche

Le linee elettriche sono da incasso a parete/soffitto/pavimento costituite da tubazioni in PVC flessibile serie pesante attestate a cassette di derivazione a uno o più scomparti con coperchio per l'esecuzione dei montanti incassati e delle derivazioni luce e f.m. ai piani fuori terra.

Il coefficiente di contemporaneità assunto per il dimensionamento delle linee derivate dai quadri secondari è:

- illuminazione 90% della potenza complessiva;
- prese f.m. 250W/cad con contemporaneità 25%

Le linee di alimentazione dei quadri sono state dimensionate sulla base della somma delle potenze contemporanee di quadro con una maggiorazione del 25% per ampliamenti futuri. A livello di quadro generale BT il coefficiente di contemporaneità è stato considerato pari a circa 0,85 con un margine del 30% per eventuali incrementi futuri.

4.5.5 Montanti

I montanti che collegano i gruppi di misura dell'ente distributore alle rispettive unità immobiliari devono essere realizzati con cavi di tipo FG7OR 0,6/1kV posati all'interno di cavidotti in PVC a piano interrato e all'interno di tubazioni in PVC flessibile incassate a pavimento/parete fino ai centralini dei singoli appartamenti lungo i vani scale. I montanti sono protetti all'origine attraverso dispositivi automatici magnetotermici. Ai fini della protezione contro i contatti indiretti, viene prevista l'installazione di un interruttore differenziale all'interno di ciascun quadro elettrico sigla "QGAP" coordinato con quello previsto all'interno delle unità abitative. Allo scopo i cavi utilizzati sono stati scelti con tensione di isolamento di un gradino superiore a quella di esercizio al fine di poterli classificare come linee con grado

di isolamento equivalente al “doppio isolamento”. I montanti sono realizzati con tubazioni flessibili in PVC, di tipo pesante, incassate a parete e raccordate alle cassette di derivazione collocate ai piani dell'edificio.

Sono previste cassette di derivazione separate per i seguenti servizi:

- energia;
- impianti ausiliari (TV, videocitofono);
- impianti telefonico.

Non è ammesso transitare nelle cassette sopra menzionate con linee appartenenti a servizi diversi da quelli a cui sono destinate. La cassetta dedicata agli impianti ausiliari sono del tipo a più scomparti, uno per ogni servizio a cui sono destinate.

Il conduttore di protezione degli appartamenti fa parte del cavo multipolare proveniente dal quadro QGAP installato a piano interrato in prossimità del nodo principale di terra dell'edificio. I singoli montanti devono essere contrassegnati per la loro individuazione lungo l'intero sviluppo ed in particolare all'interno delle cassette costituenti il montante; allo scopo verranno utilizzate targhette sul conduttore/cavo indicante il numero dell'appartamento ed il relativo piano oppure l'utenza alimentata dal quadro condominiale.

4.5.6 Impianto di illuminazione esterna

L'impianto di illuminazione esterna viene realizzato mediante corpi illuminanti per posa a pavimento distribuiti lungo i passaggi pedonali e a parete nel parcheggio interno secondo quanto indicato sulle tavole di progetto. Tutti i corpi illuminanti vengono alimentati a partire dal quadro elettrico dei servizi comuni sigla “QCOM” e la loro accensione è comandata automaticamente da un interruttore orario-crepuscolare installato nel quadro stesso. L'illuminazione dell'atrio di ingresso comune realizzato con corpi illuminanti installati a parete e comandati da pulsante. Ciascun corpo illuminante esterno è alimentato a partire dalle linee di dorsale che transitano all'interno di cavidotti in PVC interrati e connessi a pozzetti rompitratta posati in corrispondenza di ciascun punto luce. Tutti i corpi illuminanti devono essere dotati di fusibili di protezione.

4.5.7 Utenze luce condominiali vano scale

L'impianto di illuminazione nell'atrio di ingresso comune è eseguito con corpi illuminanti fissati in vista a parete, ciascuno dotato di n. 2 lampade fluorescenti compatte, alimentate da due circuiti distinti come di seguito descritto:

- n. 1 circuito comandato dai pulsanti locali (a spegnimento temporizzato);
- n. 1 circuito per l'illuminazione notturna comandato dai pulsanti locali (a spegnimento temporizzato) e da interruttore orario-crepuscolare.

I punti di comando installati nei vani scale condominiali e quelli installati all'interno di ciascun appartamento sono realizzati con pulsanti di tipo luminoso. I circuiti delle zone condominiali devono essere separati dai circuiti delle singole unità abitative. I circuiti dei pulsanti di comando devono essere alimentati con tensione a 24 V-50Hz, mediante un trasformatore di sicurezza conforme alla Norma CEI 14-6, per la protezione contro i contatti indiretti. In alternativa è ammessa l'alimentazione a 230 V-50Hz, purché adeguatamente protetta contro i contatti indiretti. Se i locali presentano tracce di umidità o condensa con stillicidio, vanno considerati ambienti umidi; in tal caso l'impianto va realizzato con grado di protezione minimo IP22. Sia per i vani scala che per i corridoi condominiali deve essere garantita la protezione dei circuiti (compresa la protezione differenziale) ed il coordinamento delle protezioni ai fini dei contatti indiretti.

4.5.8 Impianto di terra

Viene realizzato un unico impianto di terra al quale si collega l'impianto di protezione dell'edificio. A piano terra, sono infissi nel terreno dei picchetti in acciaio zincato a croce (dispersori verticali) entro pozzetti con chiusino. Tali dispersori verticali vengono collegati tra loro da un piatto in acciaio zincato di sezione minima 100mm^2 (dispersori orizzontali). Da un pozzetto di terra viene derivato il "conduttore di terra" fino al nodo principale di terra installato in prossimità del quadro elettrico servizi condominiali (vano contatori esterno). La connessione tra tale conduttore e il dispersore verticale è eseguita con apposito capicorda stagnato ricoperto da mastice bituminoso. Il conduttore di terra è dotato di isolamento di colore giallo/verde e realizzato con cavo tipo N07V-K. Esso viene posato all'interno di cavidotti in PVC incassati a pavimento dal pozzetto dell'impianto di terra fino al nodo principale di terra. La protezione dai contatti indiretti deve essere garantita tramite protezione differenziale coordinata con la resistenza di terra R_t . La tensione di contatto limite è di 50V. Dovrà essere presente il conduttore di protezione elettrica PE in tutti gli utilizzatori elettrici.

4.5.9 Protezione dalle scariche atmosferiche

Non è previsto impianto di protezione contro le fulminazioni dirette (impianto base) in quanto gli edifici risultano autoprotetti. Il calcolo secondo le Norme CEI 81-10 (terza edizione), è stato eseguito in base alle caratteristiche dimensionali dei fabbricati, nonché alle caratteristiche dei materiali impiegati. In forza della legge 1/3/1968 n.186 che individua nelle Norme CEI la regola dell'arte, si può ritenere assolto ogni obbligo giuridico, anche specifico, che richieda la protezione contro le scariche atmosferiche. Il metodo di calcolo adottato è di tipo statistico e non può assicurare una protezione assoluta alle strutture, alle persone ed alle cose; anche l'adozione di un impianto di protezione ridurrebbe il rischio di danno provocato dal fulmine alle strutture, ma non può evitare che in determinate circostanze possano comunque verificarsi danni a persone o cose. Agli effetti della protezione contro le scariche atmosferiche, i pali di supporto delle antenne devono essere collegati a terra secondo la seguente soluzione: si deve collegare lo schermo del cavo di discesa al sostegno (con un conduttore di sezione minima di $1,5\text{ mm}^2$) e quest'ultimo, se modifica in modo rilevante la quota dell'edificio, all'impianto di terra mediante una calata con un tondino di acciaio zincato di sezione minima di 50 mm^2 , o corda di rame di almeno 35 mm^2 . Qualora venissero poste sulla copertura sovrastrutture metalliche (antenne paraboliche, antenne radio, ecc.) o le dimensioni degli edifici subissero modifiche rilevanti, andrà ripetuta la verifica di protezione contro le fulminazioni.

4.6 Descrizione degli impianti speciali

4.6.1 Impianto ricezione Tv/Sat

La linea di alimentazione della centrale dell'impianto di ricezione TV/SAT viene derivata dal quadro elettrico servizi condominiali e adeguatamente protetta da interruttore automatico dedicato. Le apparecchiature del centralino dovranno essere installate in un contenitore chiuso a chiave. L'installazione di tutto il materiale dovrà essere fatto da tecnici specialisti e nel rispetto delle vigenti norme in materia. Se rappresenta una massa, il centralino TV va collegato al conduttore di protezione. Il montante TV è realizzato a partire dal centralino TV installato nell'atrio comune dell'edificio all'ultimo piano ed è posato all'interno di tubazioni e di cassette di derivazione (una per ogni piano) incassate a parete dalle quali vengono eseguiti gli stacchi all'interno degli appartamenti. L'impianto è dotato di un gruppo antenne, della centrale di testa e dei vari componenti per la distribuzione del segnale quali amplificatore, partitori, derivatori, cavi, prese terminali ed accessori di completamento. In particolare l'impianto si compone di:

- antenne ricezione TV terrestre (in copertura);
- antenna satellitare doppio - fuoco (in copertura);
- centrale di testa;
- linee di collegamento (montanti linee esterne - linee interne);

- prese terminali (ai vari piani, nei punti indicati);

All'interno di ogni appartamento è prevista n.1 presa per attacco SAT.

4.6.2 Impianto videocitofonico

Viene realizzato un impianto videocitofonico utilizzato per la comunicazione di ciascun interno con gli accessi esterni (accessi sul confine di proprietà e alla base dell'edificio).

Devono essere installate n°2 targhe videocitofoniche esterne dotate di unità di ripresa video su entrambi gli ingressi pedonali dalla strada pubblica e una targa citofonica per ogni cancello che da accesso alle unità abitative o vani scala comuni. Da ciascuna di queste postazioni è possibile comunicare con tutti gli appartamenti. L'impianto viene così schematizzato:

- Ingresso principale A da strada pubblica: targa videocitofonica – 4 interni;
- Ingresso secondario da strada pubblica: targa videocitofonica – 4 interni;
- Ingresso appartamento 1 piano terra: targa citofonica – 1 interno;
- Ingresso appartamento 2 piano terra: targa citofonica – 1 interno;
- Ingresso appartamenti 3 e 4 piano primo: targa citofonica – 2 interno

L'impianto videocitofonico ed aprì porta, tra posti esterni e unità abitative, deve essere derivato dal relativo quadro elettrico dei servizi condominiali e i conduttori, con le relative tubazioni, dovranno essere ubicati nel vano montanti e separati da tutti gli altri circuiti elettrici dello stabile. Tutte le postazioni esterne devono essere dotate di protezione parapigioggia nella versione antivandalo. Negli appartamenti la postazione videocitofonica è dotata di microtelefono, display LCD B/N e n.3 tasti apricancello per lo sblocco di:

- pulsante n.1: apertura cancello elettrico esterno per accesso da strada pubblica (ingresso principale);
- pulsante n.2: apertura cancello elettrico esterno per accesso da strada pubblica (ingresso secondario);
- pulsante n.3: apertura cancelletto.

Gli alimentatori dovranno essere a modulo DIN, di tipo stabilizzato e autoprotetto, rispondenti alle Norme CEI 12-13.

4.6.3 Predisposizione impianto antintrusione

E' prevista la predisposizione di un impianto antintrusione per ogni unità abitativa. L'impianto è costituito dalla predisposizione dei punti di alimentazione di:

- centrale antintrusione (in prossimità del centralino di appartamento);
- tastiera per inserimento/disinserimento impianto antintrusione;
- sensori volumetrici in campo;
- sirena esterna.

Per il combinatore telefonico viene prevista la sola predisposizione di un punto presa per attacco telefonico in prossimità della predisposizione di punto di alimentazione della centrale.

4.6.4 Impianto telefonico appartamenti

All'ingresso di ciascuna unità immobiliare, in corrispondenza del primo punto telefonico, vengono installate tre scatole unificate per impianti telefonici interconnesse tra loro e con le altre scatole terminali dell'impianto telefonico. L'impianto telefonico deve avere tubazioni, scatole e cassette indipendenti da tutti gli altri impianti. La distribuzione all'interno dell'appartamento è realizzata con tubazioni in PVC flessibile incassate a pavimento e con diametro di almeno 20mm; tali tubazioni devono essere predisposte in modo tale da creare un anello che collega tutte le scatole telefoniche previste nelle varie stanze. All'interno di ciascun appartamento sono previste scatole terminali a 3 moduli dotate di connettore tipo RJ11, cavi e tubazioni secondo quanto indicato sulle tavole di progetto.

4.7 Prescrizioni riguardanti i circuiti

4.7.1 Cavi e conduttori

a) isolamento dei cavi: i cavi utilizzati nei sistemi di prima categoria devono essere adatti a tensione nominale verso terra e tensione nominale (U_0/U) non inferiori a 450/750V, simbolo di designazione 07. Quelli utilizzati nei circuiti di segnalazione e comando devono essere adatti a tensioni nominali non inferiori a 300/500V, simbolo di designazione 05. Questi ultimi, se posati nello stesso tubo, condotto o canale con cavi previsti con tensioni nominali superiori, devono essere adatti alla tensione nominale maggiore;

b) colori distintivi dei cavi: i conduttori impiegati nella esecuzione degli impianti devono essere contraddistinti dalle colorazioni previste dalle vigenti tabelle di unificazione CEI-UNEL 00722-74 e 00712. In particolare i conduttori di neutro e protezione devono essere contraddistinti rispettivamente ed esclusivamente con il colore blu chiaro e con il bicolore giallo-verde. Per quanto riguarda i conduttori di fase, devono essere contraddistinti in modo univoco per tutto l'impianto dai colori: nero, grigio (cenere) e marrone;

c) sezioni minime e cadute di tensione massime ammesse: le sezioni dei conduttori calcolate in funzione della potenza impegnata e dalla lunghezza dei circuiti (affinché la caduta di tensione tra l'origine dell'impianto utilizzatore e qualunque apparecchio utilizzatore non superi il valore del 4% della tensione nominale dell'impianto) devono essere scelte tra quelle unificate. In ogni caso non devono essere superati i valori delle portate di corrente ammesse, per i diversi tipi di conduttori, dalle tabelle di unificazione CEI-UNEL. Indipendentemente dai valori ricavati con le precedenti indicazioni, le sezioni minime ammesse per cavi con conduttori in rame sono:

- 1 mm² per circuiti di comando e segnalazione;
- 1,5 mm² per derivazioni luce ed ausiliari;
- 2,5 mm² per derivazione con o senza prese a spina per utilizzatori con potenza unitaria inferiore o uguale a 3,5 KW e per montanti luce;
- 4 mm² per montanti forza motrice;

d) sezione minima dei conduttori neutri: la sezione dei conduttori neutri non deve essere inferiore a quella dei corrispondenti conduttori di fase. Per conduttori in circuiti polifasi, con sezione superiore a 16 mm², la sezione dei conduttori neutri può essere ridotta alla metà di quella dei conduttori di fase, col minimo tuttavia di 16 mm² (per conduttori in rame);

e) sezione dei conduttori di terra e protezione: la sezione dei conduttori di terra e di protezione, cioè dei conduttori che collegano all'impianto di terra le parti da proteggere contro i contatti indiretti, non deve essere inferiore a quella

indicata dalle norma CEI 64- 8, art. 543.1.1 e 543.1.2. La sezione del conduttore di terra deve essere non inferiore a quella del conduttore di protezione suddetta con i minimi di seguito indicati:

Sezione minima (mm^2)

Protetto contro la corrosione ma non meccanicamente	16 (Cu)	16 (Fe)
Non protetto contro la corrosione	25 (Cu)	50 (Fe)

La sezione di ogni conduttore di protezione che non faccia parte della condotta di alimentazione non deve essere, in ogni caso, inferiore a:

- $2,5 mm^2$ se è prevista una protezione meccanica;
- $4 mm^2$ se non è prevista una protezione meccanica.

Quando un conduttore di protezione sia comune a diversi circuiti, la sua sezione deve essere dimensionata in funzione del conduttore di fase avente la sezione maggiore.

4.8 Planimetria generale

4.8.1 Legenda planimetria generale

LEGENDA














	Contatore energia elettrica
	Quadro elettrico
	Corpo illuminante per posa a pavimento con lampada fluorescente 1x26W, IP65
	Corpo illuminante con lampada fluorescente 1x36W in vista a parete, IP55
	Punto di alimentazione per pompa di sollevamento
	Punto di comando con pulsante luminoso entro scatola da incasso IP55
	Punto di alimentazione per cancello elettrico esterno
	Montante impianti
	Collegamento equipotenziale all'armatura
	Pozzetto in CLS a fondo perdente con chiusino carrabile – impianto elettrico
	Pozzetto in CLS a fondo perdente con chiusino carrabile – impianto telefonico
	Postazione videcitofonica (postazione esterna)
	Postazione citofonica (esterna/interna)
	Punto di alimentazione per elettroserratura
	Cavidotto in PVC flessibile corrugato, a doppia parete, interrato
	Piattina impianto di terra

Figura 4.1

4.8.2 Vista planimetria generale

Riporto di seguito la planimetria generale con alcuni particolari costruttivi.

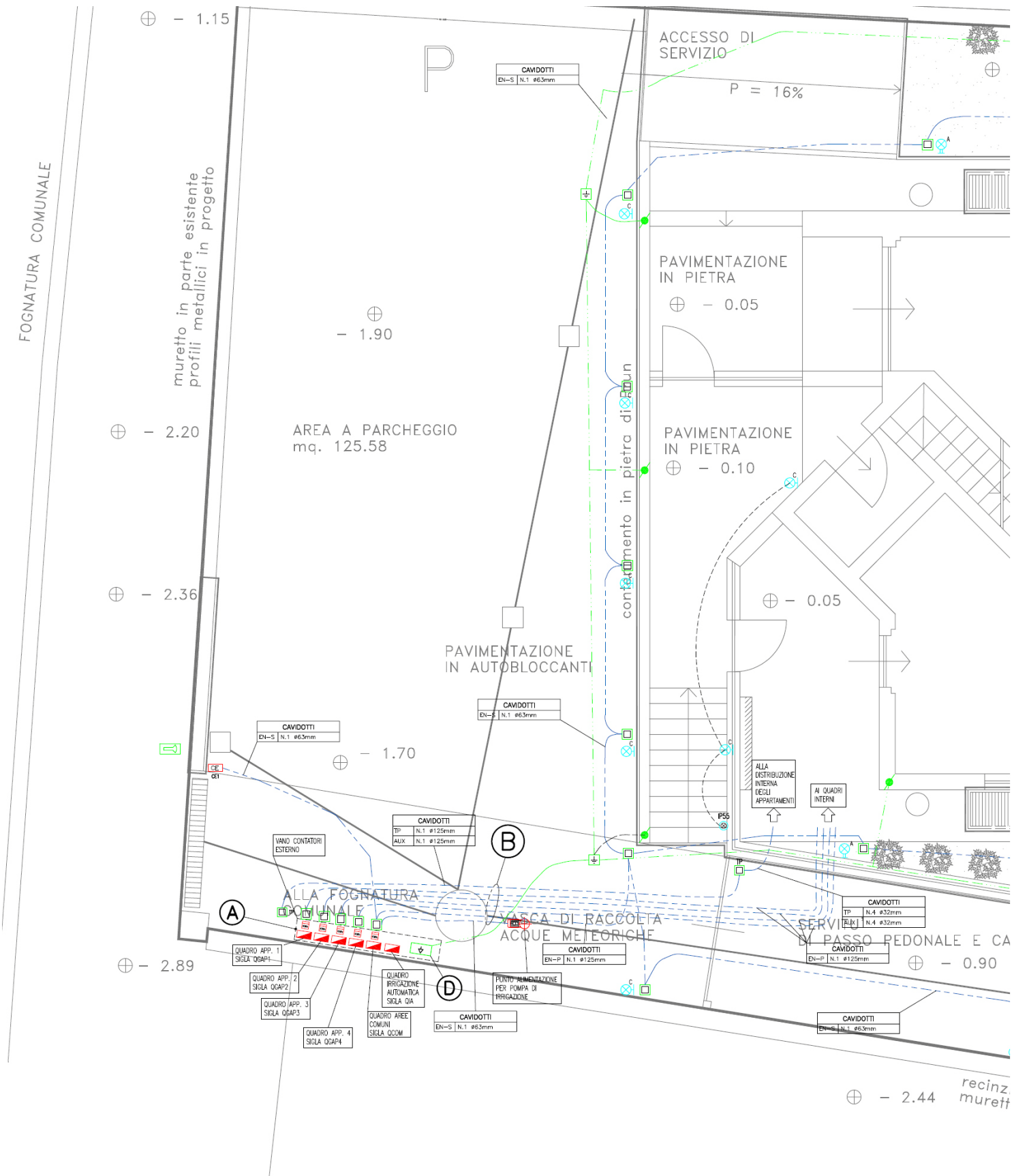


Figura 4.2

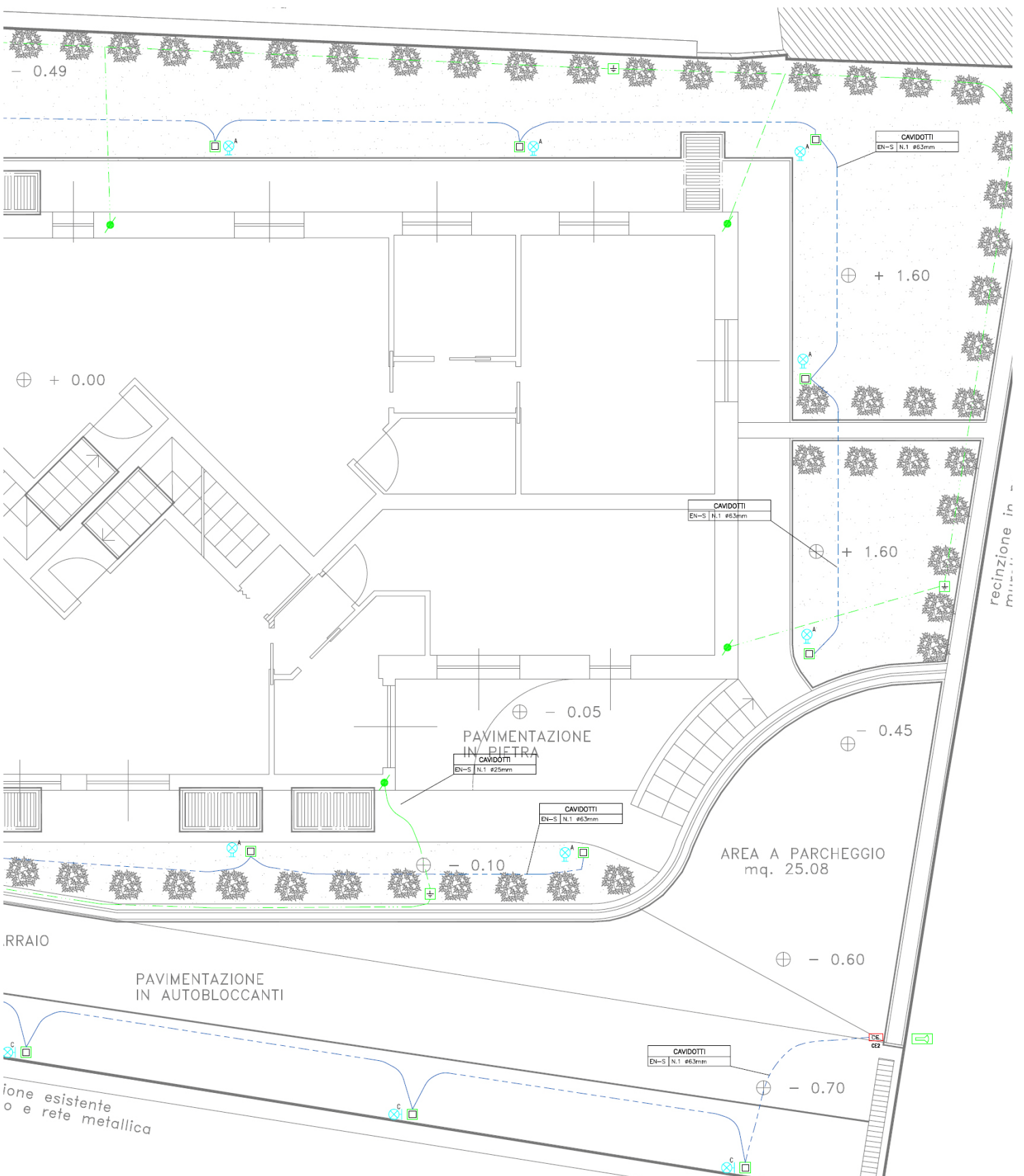


Figura 4.3

4.8.3 Particolari planimetria generale

Figura 4.3: schema di principio dell'impianto di terra. Viene descritto in linea di principio come viene realizzato l'impianto di terra. Si possono notare le piatte di dispersione in acciaio zincato interrate a 50 cm di profondità e le relative connessioni alle armature dei pilastri.

Figura 4.4: tipico nodo di collegamento a terra in vista a parete. Si nota in questo disegno un nodo di collegamento a terra in cui appaiono anche le tubazioni dell'acqua (particolare D)

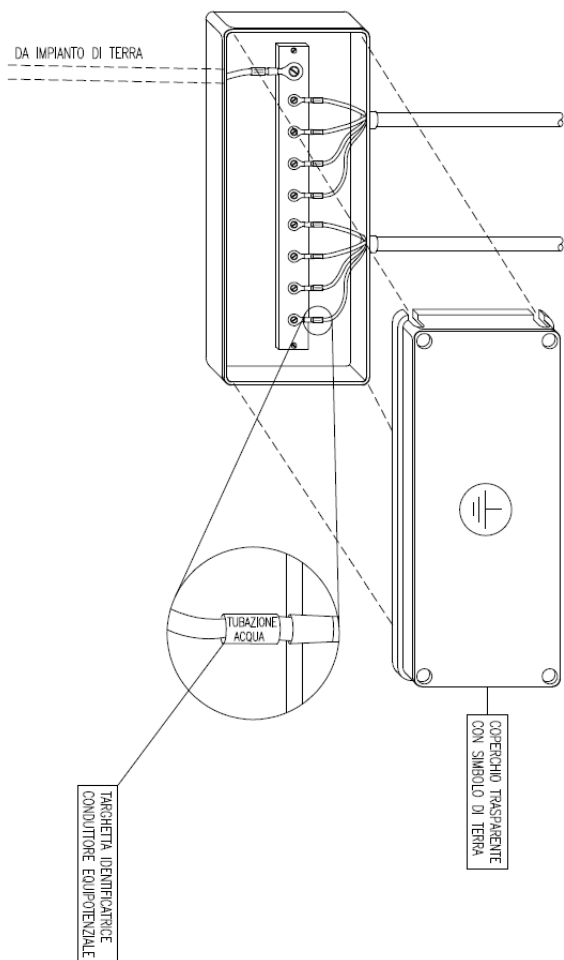


Figura 4.5

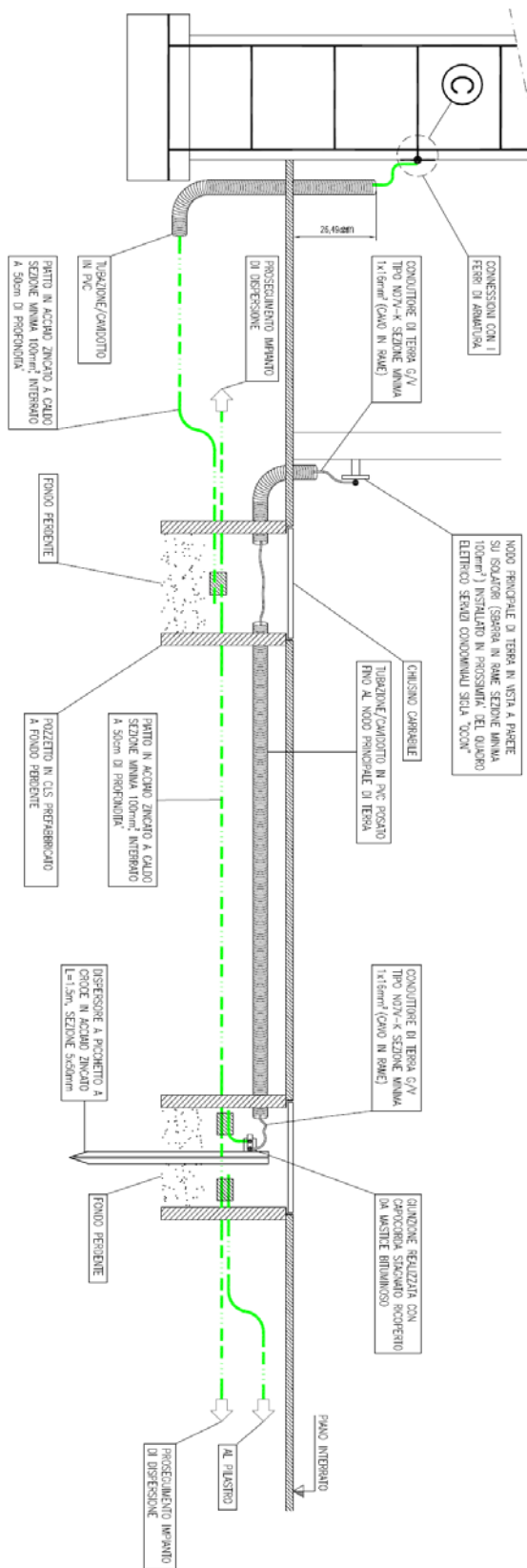
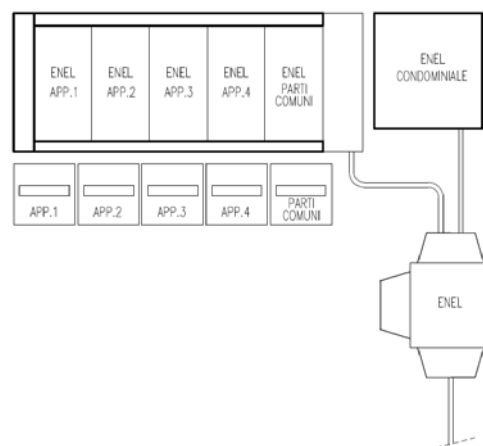


Figura 4.4

Figura 4.5: la distribuzione all'interno del vano contatori dei contatori ENEL delle varie utenze dello stabile e il contatore per quelle comuni (particolare A).



N.B. IL LAYOUT FINALE DOVRA' ESSERE VERIFICATO IN SEDE DI ESECUZIONE LAVORI CON LA D.L. E CON LA SOCIETA' FITTROFORNITRICE

Figura 4.6

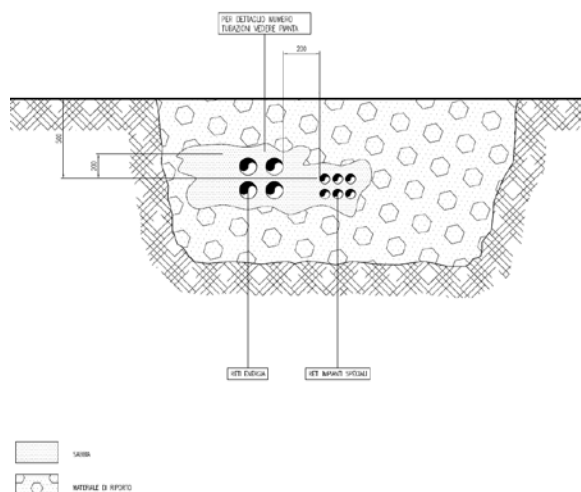


Figura 4.7

Figura 4.7: ancora un particolare dell'impianto di terra che analizza la connessione tra piastra e armatura della colonna (particolare C).

Figura 4.6: una sezione di uno scavo di cavi interrati dove si possono notare le distanze minime da rispettare tra gli impianti energia e quelli speciali (particolare B).

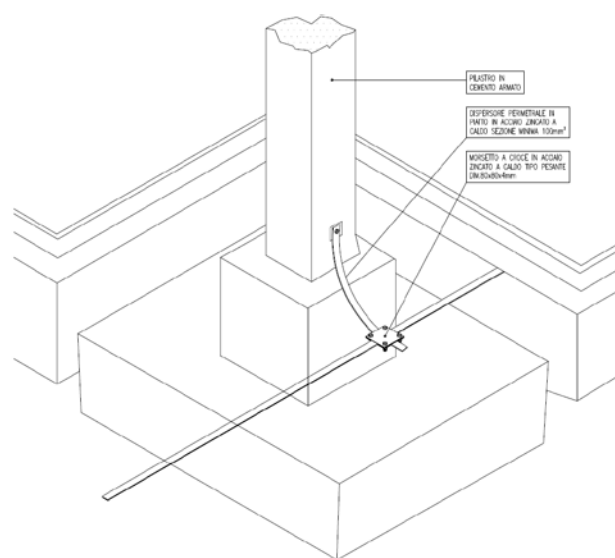


Figura 4.8

4.9 Piano interrato, terra e primo

4.9.1 Planimetria piano interrato

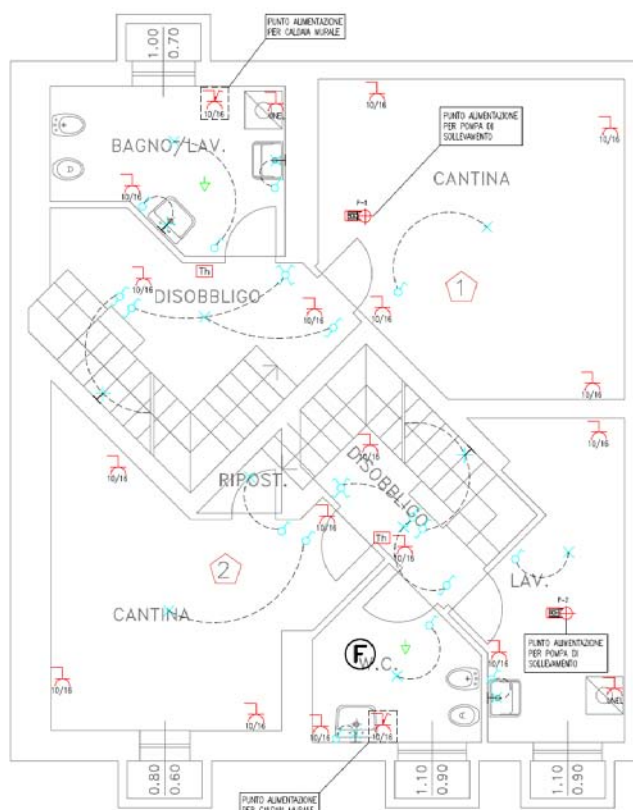


Figura 4.9

4.9.2 Planimetria piano terra

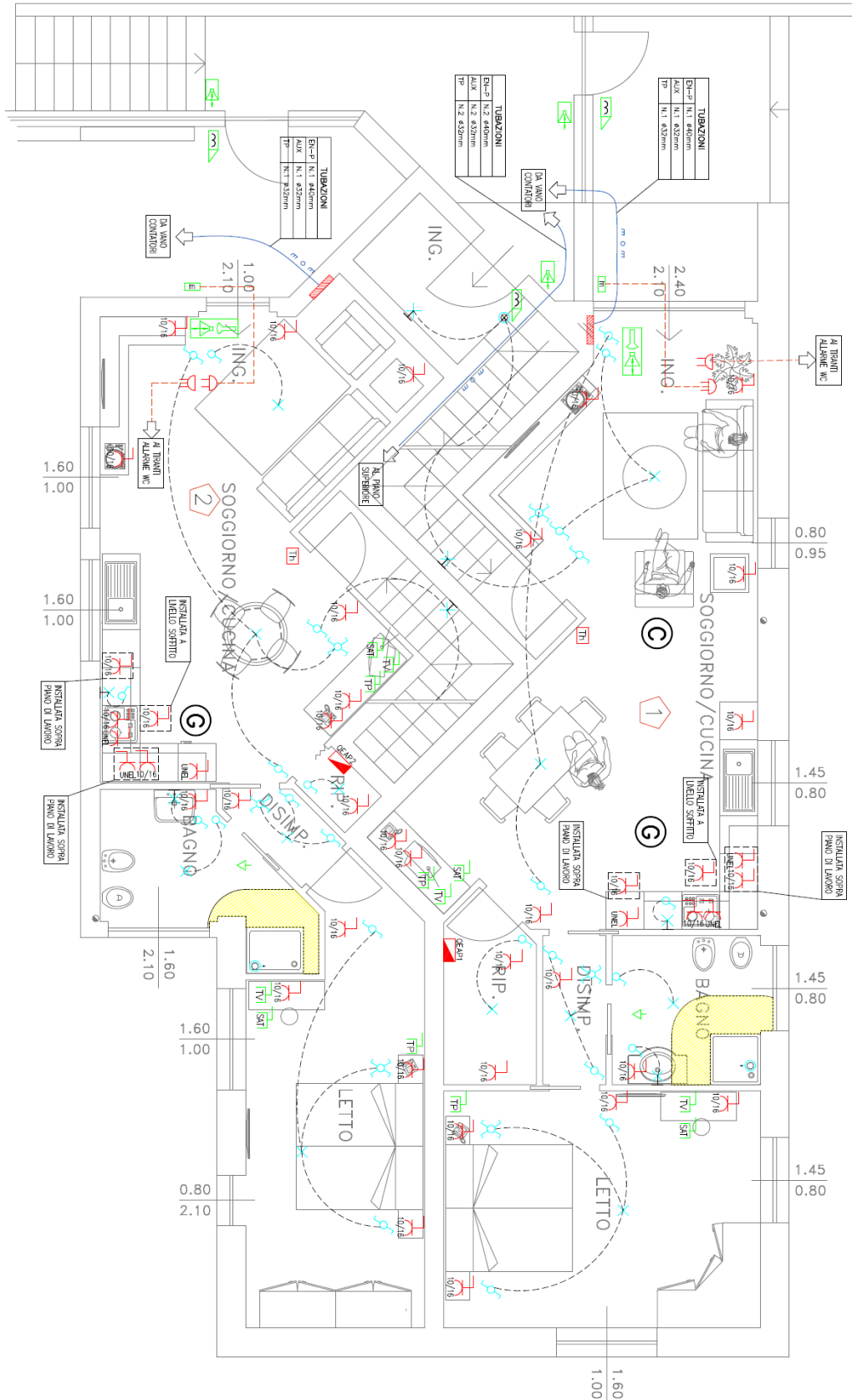


Figura 4.10

4.9.3 Planimetria piano primo

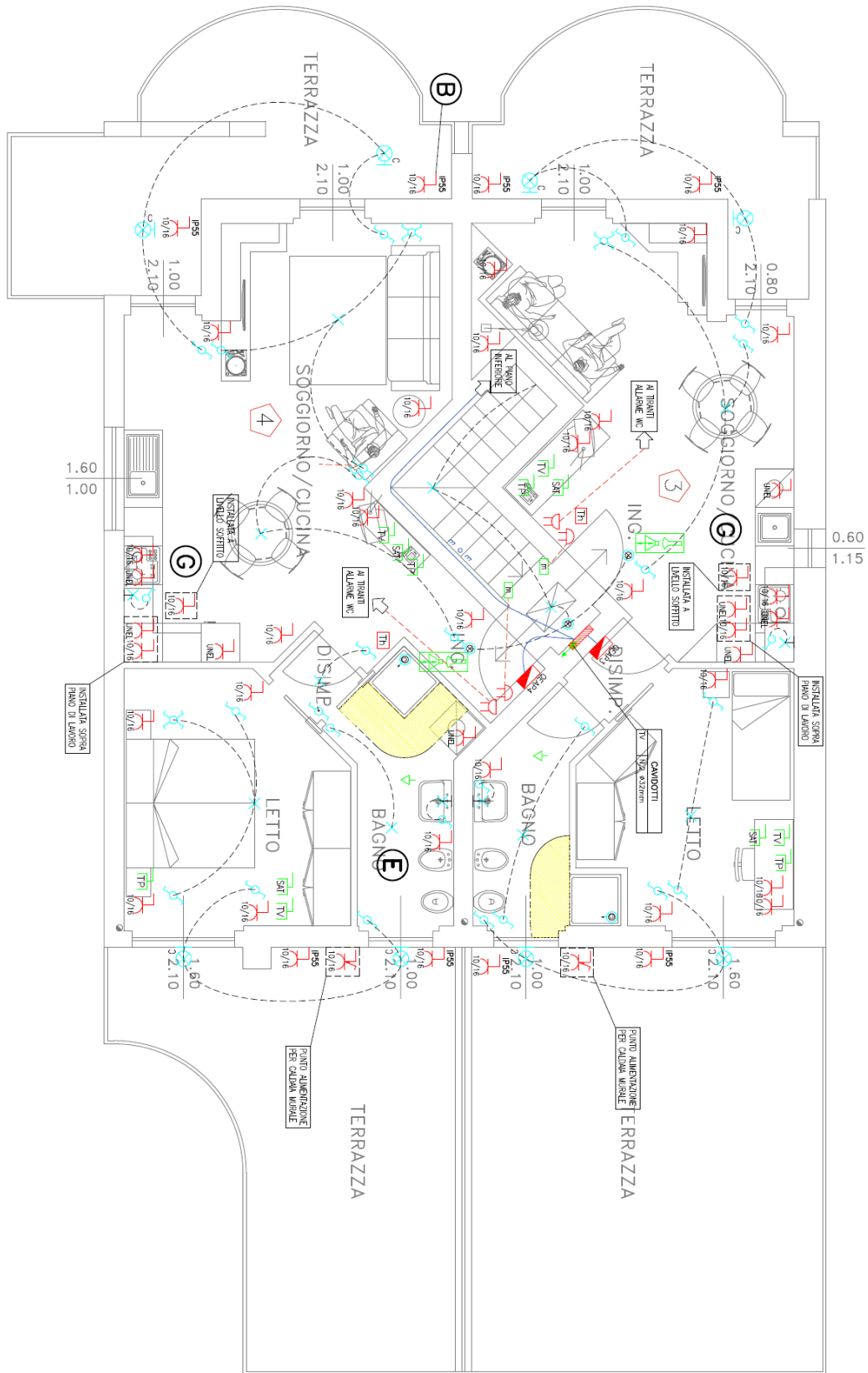


Figura 4.11

4.9.4 Particolari piano interrato, terra e primo

Figura 4.12: un tipico montante dell'impianto elettrico (particolare A).

Figura 4.14: zone di rispetto per l'installazione di componenti elettrici in un locale da bagno secondo norme CEI 64-8 (particolare E).

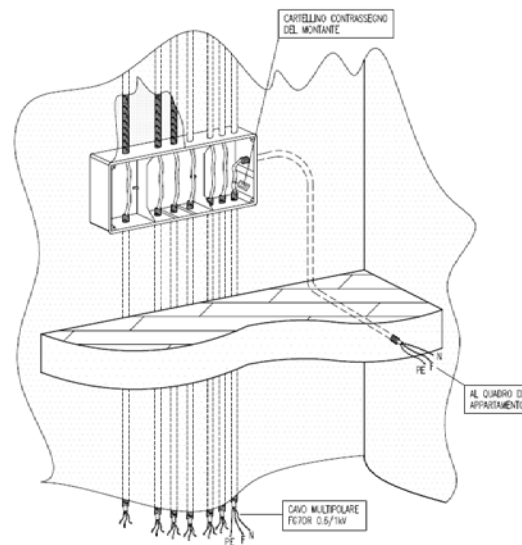
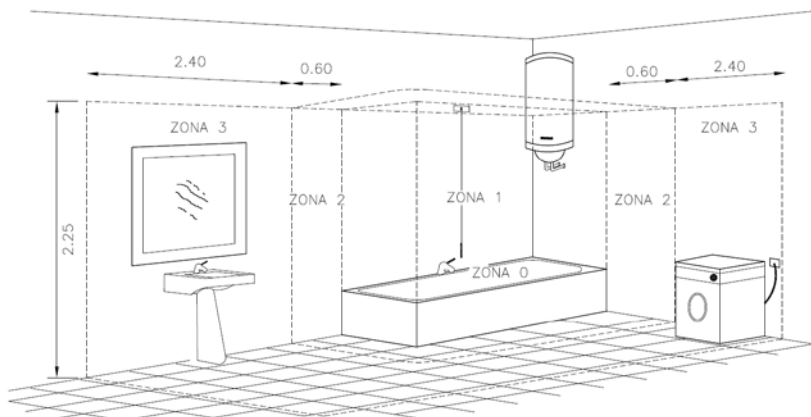


Figura 4.12



NOTA: LA ZONA 2 E' EVIDENZIATA IN PIANTA CON UN TRATTEGGIO GIALLO

Figura 4.14

Figura 4.13: di una presa 16A+T entro scatola da incasso IP55 (particolare B).

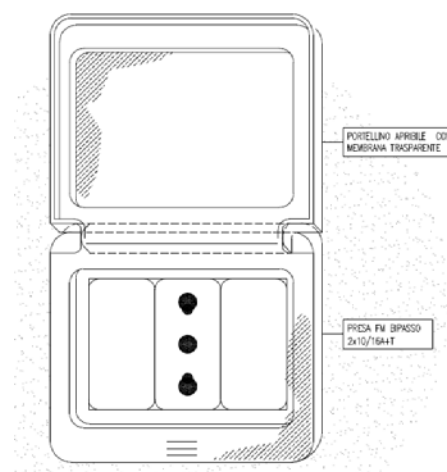


Figura 4.13

Figura 4.15: altezze di installazione utenze terminali (particolare D).

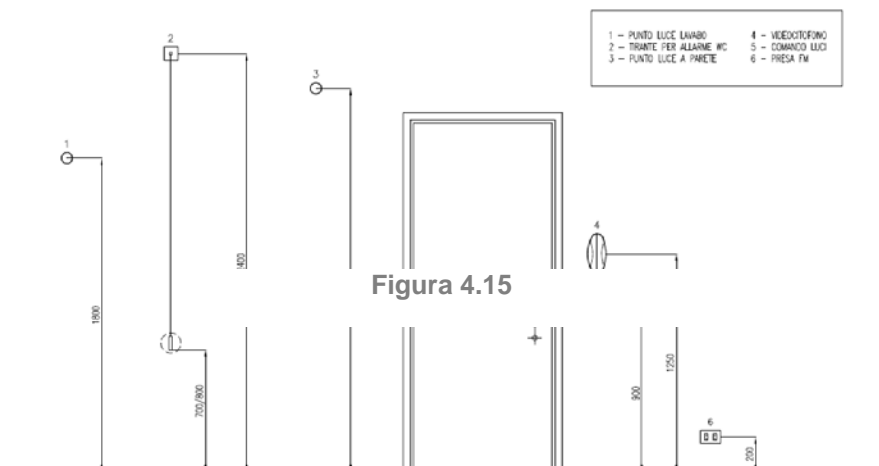


Figura 4.15

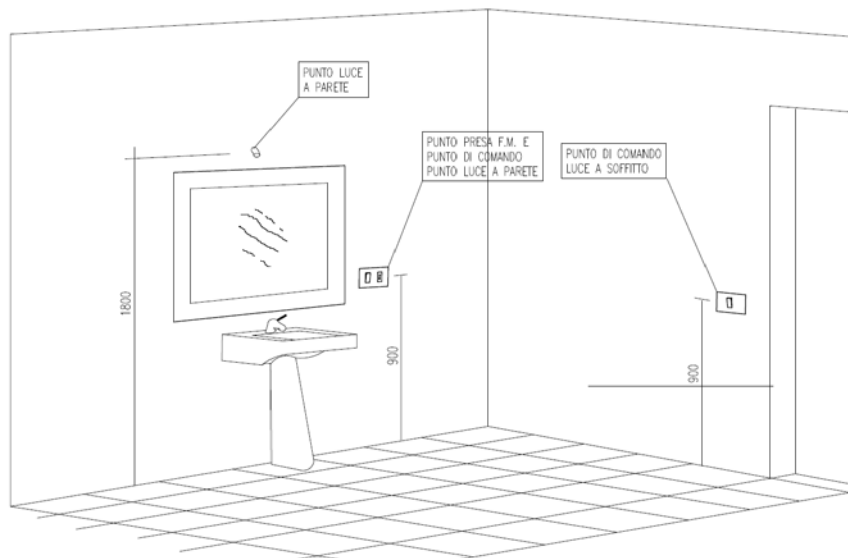


Figura 4.16

NOTA: OGNI UTENZA E
DOTATA DI UNA TUBAZIONE
DEDICATA FINO ALLA
CASSETTA DI DERIVAZIONE/CENTRALINO

Figura 4.17: distribuzione impianti con tubazioni incassate in locali tipo (particolare C).

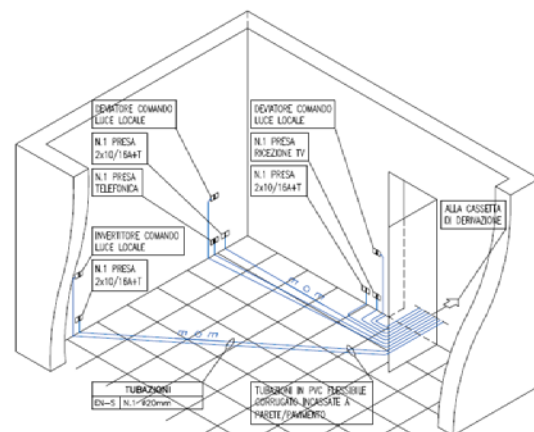


Figura 4.17

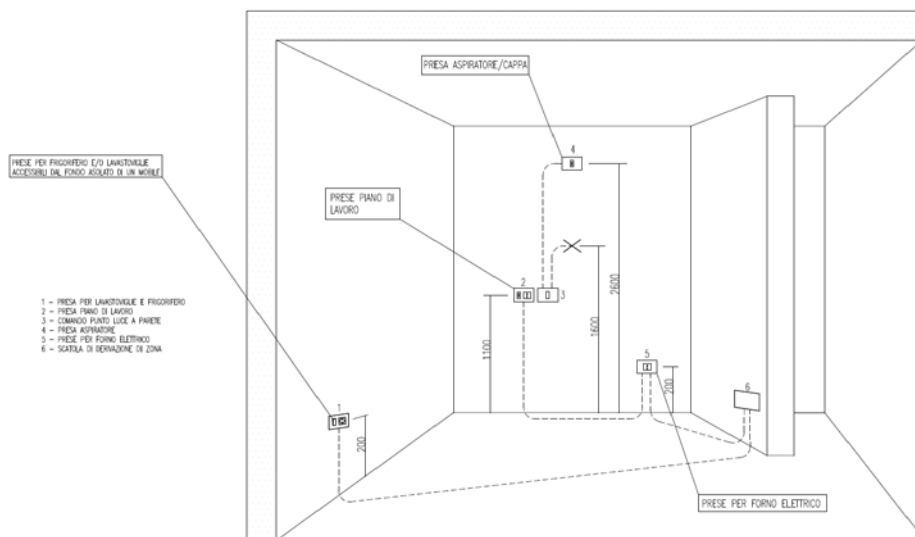


Figura 4.18

Figura 4.18: altezze di installazione utenze terminali bancone cucina (particolare G).

4.9.5 Legenda piano interrato, terra e primo

LEGENDA









	Quadro elettrico
	Punto di comando con interruttore entro scatola da incasso
	Punto di comando con deviatore entro scatola da incasso
	Punto di comando con invertitore entro scatola da incasso
	Punto di comando con pulsante luminoso entro scatola da incasso
	Punto di comando con pulsante a tirante entro scatola da incasso
	Suoneria campanello
	Ronzatore allarme WC
	Punto luce da incasso a soffitto
	Punto luce da incasso a parete
	Corpo illuminante con lampada fluorescente 1x36W in vista a parete, IP55
	punto di alimentazione per pompa di sollevamento
	Preso bipasso 2x10/16A+T entro scatola da incasso
	Preso 2x10/16A+T tipo UNEL entro scatola da incasso
	Preso bipasso 2x10/16A+T entro scatola da incasso, IP55 vedere particolare riportato sulla tavola
	Preso bipasso 2x10/16A+T con interruttore bipolare interbloccato entro scatola da incasso
	Punto di alimentazione per cronotermostato ambiente (quest'ultimo escluso)
	Montante impianti elettrici/speciali
	Esecuzione di collegamenti equipotenziali
	Postazione videocitofonica da parete (postazione interna)
	Pulsante con targa portanome
	Punto di alimentazione per elettroserratura
	Punto presa per attacco telefonico da incasso a parete
	Punto presa TV/SAT da incasso a parete
	Tubazione in PVC flessibile incassata a parete/soffitto
	Numero di appartamento

Figura 4.19

4.10 Schemi quadri elettrici

4.10.1 Codice alfanumerico apparecchiatura

E	apparecchi di vario tipo (lampade, ventilatori..)
F	fusibile scaricatore
FV	dispositivo di protezione a soglia di tensione
GB	batteria di accumulatori
GS	alimentazione
HA	segnalatore acustico
H	segnalatore luminoso
KA	relè ausiliario
K	contattore
KT	relè a tempo, temporizzatore
M	motore
P	strumenti di misura e dispositivi di prova
Q	interruttore automatico, sezionatore
S	apparecchi di comando e controllo
SL	sensore di livello
SP	sensore di pressione
SQ	sensore di pressione, prossimità
SR	sensore di rotazione
ST	sensore di temperatura
T	trasformatore di corrente o tensione
V	diodo
W	conduttore, cavo, sbarra
X	morsetti
YC	sganciatore di chiusura
YO	sganciatore di apertura
YU	sganciatore di minima tensione istantaneo
23	dispositivo regolatore di temperatura
25	dispositivo di parallelo
27	relè di minima tensione in c.a.
30	relè a cartellino
33	contatti di movimento carrello interruttore
37	relè di minima corrente
50	relè istantaneo di sovracorrente in c.a.
50G	relè c.s. verso terra
50N	relè c.s. per il neutro
51	relè di max. corrente rit. a tempo dipendente o indipendente in c.a.
51G	relè c.s. verso terra
51N	relè c.s. per il neutro
52	interruttore automatico
59	relè di massima tensione
60	relè a squilibrio di tensione
64	relè di protezione per contatto a terra di una macchina
67	relè direzionale di potenza
74	relè di allarme
80	relè di minima tensione in c.a.
82	relè di richiusura in c.c.
86	relè di blocco
87	relè differenziale
89	sezionatore di linea
89T	sezionatore di terra
90	regolatore
94	relè di blocco commutazione
97	relè bucholz

4.10.2 Quadro QCOM

Di seguito lo schema del quadro per le utenze comuni.

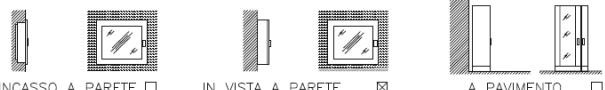
QUADRO QCOM											
CARATTERISTICHE ELETTRICHE DEL QUADRO			CARATTERISTICHE DEL CABLAGGIO								
UBICAZIONE QUADRO ELETTRICO		VANO CONTATORI		DESCRIZIONE		COLORE	SEZIONE MINIMA				
ESECUZIONE COSTRUTTIVA (CEI 17-13)		ANS		MISURE	MARRONE	1,5 mmq.					
FORMA DI SEGREGAZIONE (CEI 17-13)		1		CONDUTTORI DI POTENZA	NERO	2,5 mmq.					
ARRIVO CAVI		BASSO		NEUTRO	CELESTE	2,5 mmq.					
PARTENZA CAVI		BASSO		COMANDI/SEGNALAZIONE IN C.A. DA TRASFO AUX	ROSSO	1,5 mmq.					
DESCRIZIONE			VALORE			COMANDI/SEGNALAZIONI IN C.A. DA RETE	NERO/CELESTE	1,5 mmq.			
GRADO DI PROTEZIONE A PORTE CHIUSE/APERTE			IP55/IP2X			TERRA DI FUNZIONAMENTO	GIALLO-VERDE	2,5 mmq.			
TENSIONE DI FUNZIONAMENTO NOMINALE (V)			230			TERRA DI PROTEZIONE	GIALLO-VERDE	16 mmq.			
TENSIONE DI ISOLAMENTO NOMINALE (V)			690			ALIMENTAZ. DA QUADRI ESTERNI	ARANCIO	1,5 mmq.			
TENSIONE DI PROVA A 50Hz PER 1 min		CIRCUITI POTENZA (V)	2500		CAVO PER CABLAGGI			N07V-K 450/750V			
		CIRCUITI AUSILIARI (V)	1500		TIPOLOGIA INSTALLAZIONE:						
SEZIONI DEL QUADRO											
NORMALE				SICUREZZA				RISERVA			
DATI TECNICI DI RIFERIMENTO				●							
CORRENTE PRESUNTA DI CORTOCIRCUITO I_{cc} (kA)		6		DA INCASSO A PARETE <input type="checkbox"/>		IN VISTA A PARETE <input checked="" type="checkbox"/>		A PAVIMENTO <input type="checkbox"/>			
CORRENTE DI PICCO (CEI EN 60439-1) I_p (kA)		10.2									
I_{cn} INTERRUTTORI MODULARI (CEI EN 60898) (kA)		≥ 6									
I_{cu} INTERRUTTORI SCATOLATI (CEI EN 60947-2) (kA)											
POTERE INTERRUZIONE DIFFERENZIALE $I_{\Delta n}$ (kA)											
FREQUENZA NOMINALE (Hz)		50									
SCOMPARTO REGOLAZIONE:		PREVISTO <input type="checkbox"/>		NON PREVISTO <input checked="" type="checkbox"/>				CARPENTERIA IL QUADRO ELETTRICO DEV'ESSERE DOTATO DI TARGA CHE RIPORTA IN MANIERA INDELEBILE I SEGUENTI DATI:			
				PORTA: TRASPARENTE CON SERRATURA A CHIAVE		<ul style="list-style-type: none"> • NOME O MARCHIO COSTRUTTORE: ... • TIPO O ALTRO MEZZO DI IDENTIFICAZIONE DEL QUADRO DA PARTE DEL COSTRUTTORE: ... • CORRENTE NOMINALE DEL QUADRO: ...A • NATURA DELLA CORRENTE E FREQUENZA: ... • TENSIONE NOMINALE DI FUNZIONAMENTO: ...V • GRADO DI PROTEZIONE (SE SUPERIORE A IP2XC): ... 					
NOTE: /											

Figura 4.20

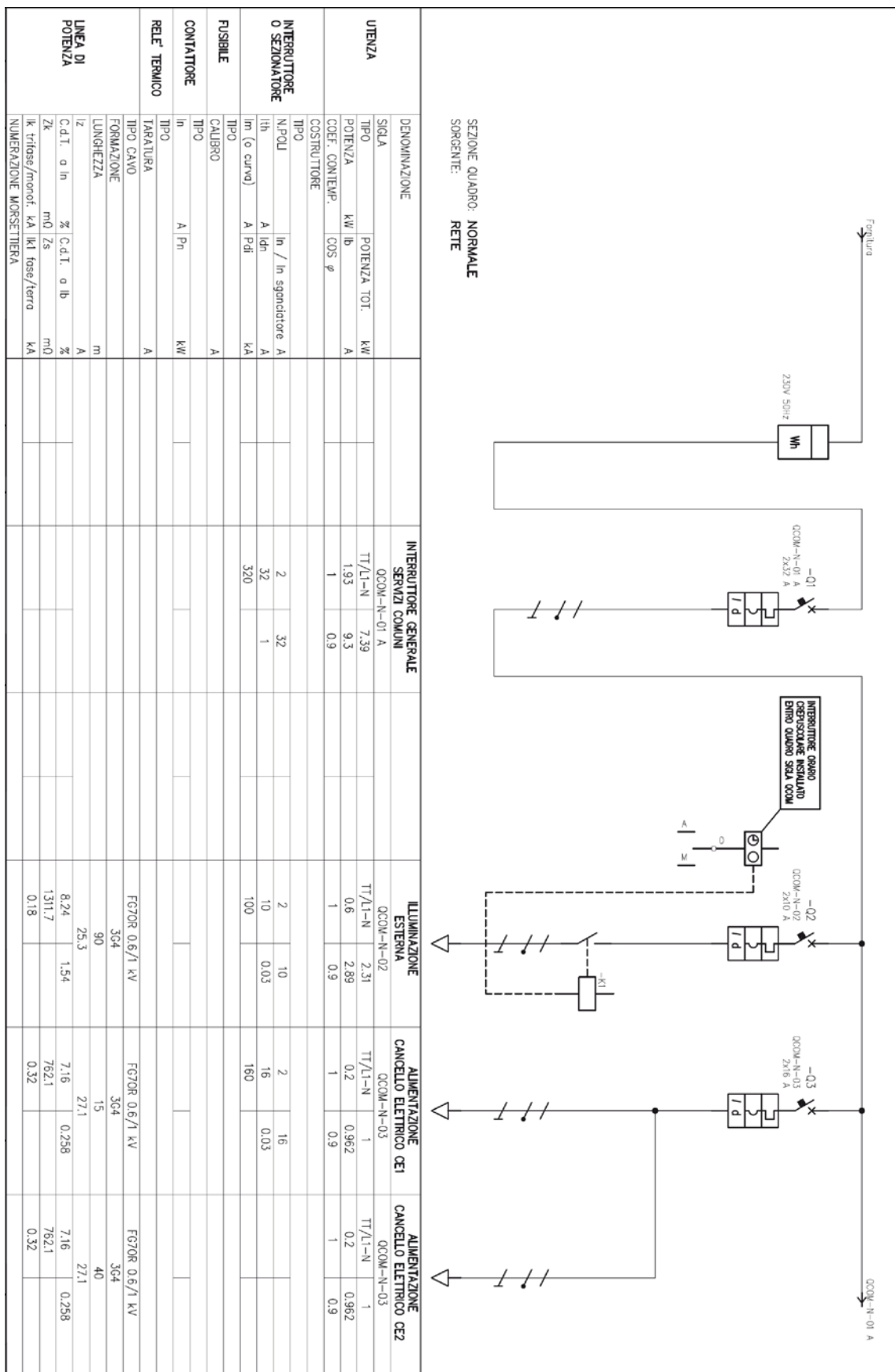


Figura 4.21

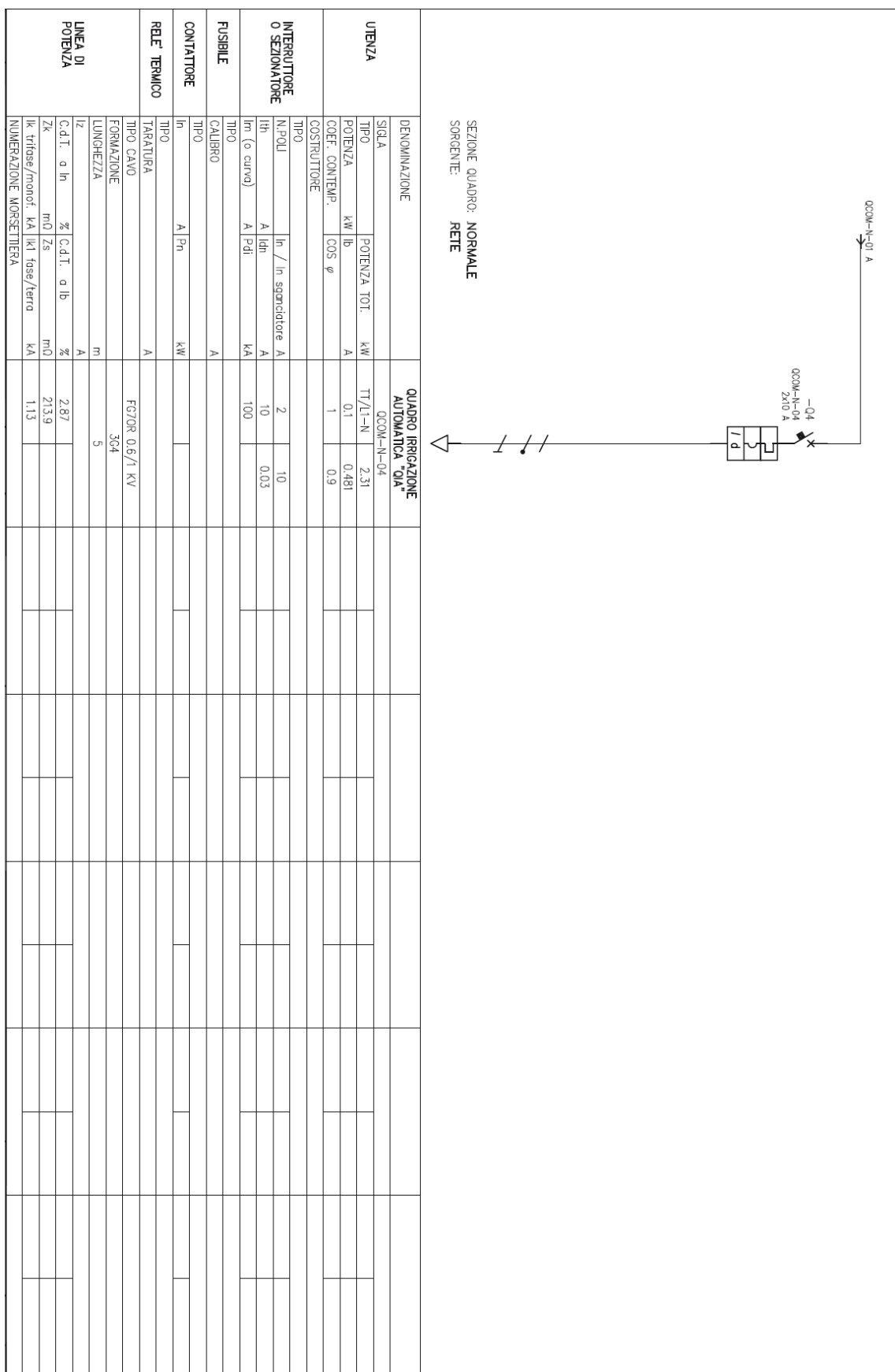


Figura 4.22

4.10.3 Quadro QGAP1

Uguale per tutti gli appartamenti. Questo quadro protegge la tratta che va dal punto di consegna al centralino interno all'appartamento.


QUADRO QGAP1			
SCHEMA VALIDO PER TUTTI GLI APPARTAMENTI			
CARATTERISTICHE ELETTRICHE DEL QUADRO		CARATTERISTICHE DEL CABLAGGIO	
UBICAZIONE QUADRO ELETTRICO	VANO CONTATORI	DESCRIZIONE	COLORE
ESECUZIONE COSTRUTTIVA (CEI 17-13)	ANS	MISURE	MARRONE
FORMA DI SEGREGAZIONE (CEI 17-13)	1	CONDUTTORI DI POTENZA	NERO
ARRIVO CAVI	BASSO	NEUTRO	CELESTE
PARTENZA CAVI	BASSO	COMANDI/SEGNALAZIONE IN C.A. DA TRASFO AUX	ROSSO
DESCRIZIONE		VALORE	
GRADO DI PROTEZIONE A PORTE CHIUSE/APERTE		IP55/IP2X	
TENSIONE DI FUNZIONAMENTO NOMINALE (V)		230	
TENSIONE DI ISOLAMENTO NOMINALE (V)		690	
TENSIONE DI PROVA A 50Hz PER 1 min	CIRCUITI POTENZA (V)	2500	
	CIRCUITI AUSILIARI (V)	1500	
SEZIONI DEL QUADRO		CAVO PER CABLAGGI	
	NORMALE		
DATI TECNICI DI RIFERIMENTO		TIPOLOGIA INSTALLAZIONE:  DA INCASSO A PARETE <input type="checkbox"/> IN VISTA A PARETE <input checked="" type="checkbox"/> A PAVIMENTO <input type="checkbox"/>	
CORRENTE PRESUNTA DI CORTOCIRCUITO I_{cc} (kA)	6		
CORRENTE DI PICCO (CEI EN 60439-1) I_p (kA)	10.2	CARPENTERIA IL QUADRO ELETTRICO DEV'ESSERE DOTATO DI TARGA CHE RIPORTA IN MANIERA INDELEBILE I SEGUENTI DATI: • NOME O MARCHIO COSTRUTTORE: ... • TIPO O ALTRO MEZZO DI IDENTIFICAZIONE DEL QUADRO DA PARTE DEL COSTRUTTORE: ... • CORRENTE NOMINALE DEL QUADRO: ...A • NATURA DELLA CORRENTE E FREQUENZA: ... • TENSIONE NOMINALE DI FUNZIONAMENTO: ...V • GRADO DI PROTEZIONE (SE SUPERIORE A IP2XC): ...	
I_{cn} INTERRUITORI MODULARI (CEI EN 60898) (kA)	≥ 6		
I_{cu} INTERRUITORI SCATOLATI (CEI EN 60947-2) (kA)		PORTA: TRASPARENTE CON SERRATURA A CHIAVE NOTE: /	
POTERE INTERRUZIONE DIFFERENZIALE $I_{\Delta m}$ (kA)	≥ 6		
FREQUENZA NOMINALE (Hz)	50		
SCOMPARTO REGOLAZIONE:	PREVISTO <input type="checkbox"/>	NON PREVISTO <input checked="" type="checkbox"/>	

Figura 4.23

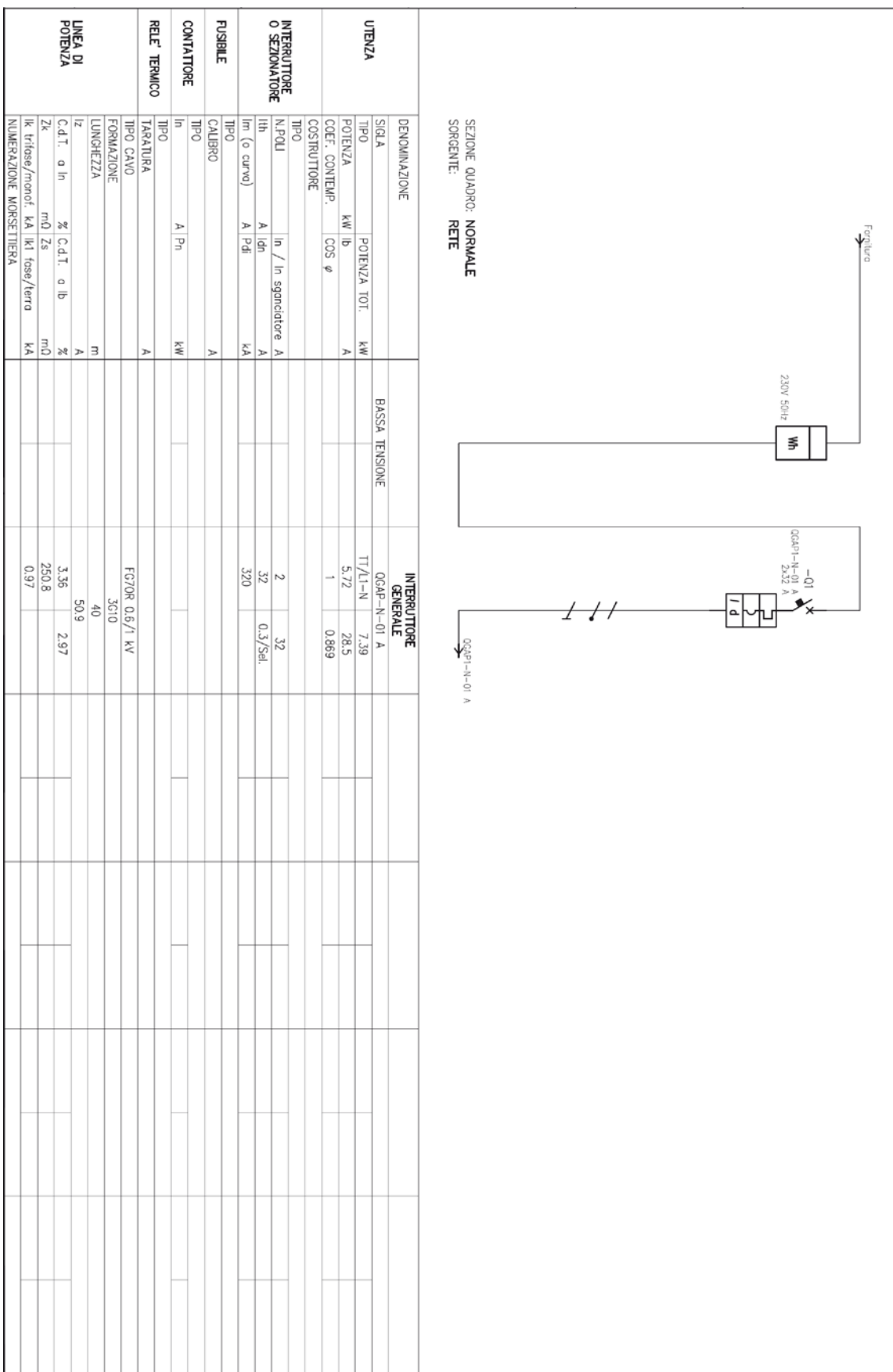


Figura 4.24

4.10.4 Quadro QEAP1

Per gli appartamenti a piano terra lo schema del quadro è il seguente.

QUADRO QEAP1									
SCHEMA VALIDO PER APPARTAMENTI A PIANO TERRA									
CARATTERISTICHE ELETTRICHE DEL QUADRO		CARATTERISTICHE DEL CABLAGGIO							
UBICAZIONE QUADRO ELETTRICO	APPARTAMENTO	DESCRIZIONE	COLORE						
ESECUZIONE COSTRUTTIVA (CEI 17-13)	ANS	MISURE	MARRONE						
FORMA DI SEGREGAZIONE (CEI 17-13)	1	CONDUTTORI DI POTENZA	NERO						
ARRIVO CAVI	ALTO/BASSO	NEUTRO	CELESTE						
PARTENZA CAVI	ALTO/BASSO	COMANDI/SEGNALAZIONE IN C.A. DA TRASFO AUX	ROSSO						
DESCRIZIONE		SEZIONE MINIMA							
		COMANDI/SEGNALAZIONI IN C.A. DA RETE	NERO/CELESTE						
GRADO DI PROTEZIONE A PORTE CHIUSE/APERTE	IP40/IP2X	TERRA DI FUNZIONAMENTO	GIALLO-VERDE						
TENSIONE DI FUNZIONAMENTO NOMINALE (V)	230	TERRA DI PROTEZIONE	GIALLO-VERDE						
TENSIONE DI ISOLAMENTO NOMINALE (V)	690	ALIMENTAZ. DA QUADRI ESTERNI	ARANCIO						
TENSIONE DI PROVA A 50Hz PER 1 min	CIRCUITI POTENZA (V) 2500 CIRCUITI AUSILIARI (V) 1500	CAVO PER CABLAGGI	N07V-K 450/750V						
SEZIONI DEL QUADRO		TIPOLOGIA INSTALLAZIONE:							
	<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <th style="width: 33%;">NORMALE</th> <th style="width: 33%;">SICUREZZA</th> <th style="width: 33%;">RISERVA</th> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">●</td> <td></td> <td></td> </tr> </table>	NORMALE	SICUREZZA	RISERVA	●				
NORMALE	SICUREZZA	RISERVA							
●									
DATI TECNICI DI RIFERIMENTO		CARPENTERIA							
CORRENTE PRESUNTA DI CORTOCIRCUITO I_{cc} (kA)	4.5	PORTA: TRASPARENTE CON SERRATURA A CHIAVE							
CORRENTE DI PICCO (CEI EN 60439-1) I_p (kA)	6.8	NOTE: /							
I_{cn} INTERRUITORI MODULARI (CEI EN 60898) (kA)	≥ 4.5	IL QUADRO ELETTRICO DEV'ESSERE DOTATO DI TARGA CHE RIPORTA IN MANIERA INDELEBILE I SEGUENTI DATI: • NOME O MARCHIO COSTRUTTORE: ... • TIPO O ALTRO MEZZO DI IDENTIFICAZIONE DEL QUADRO DA PARTE DEL COSTRUTTORE: ... • CORRENTE NOMINALE DEL QUADRO: ...A • NATURA DELLA CORRENTE E FREQUENZA: ... • TENSIONE NOMINALE DI FUNZIONAMENTO: ...V • GRADO DI PROTEZIONE (SE SUPERIORE A IP2XC): ...							
I_{cu} INTERRUITORI SCATOLATI (CEI EN 60947-2) (kA)	\geq								
POTERE INTERRUZIONE DIFFERENZIALE $I_{\Delta n}$ (kA)	≥ 4.5								
FREQUENZA NOMINALE (Hz)	50								
SCOMPARTO REGOLAZIONE:	PREVISTO <input type="checkbox"/> NON PREVISTO <input checked="" type="checkbox"/>								

Figura 4.25

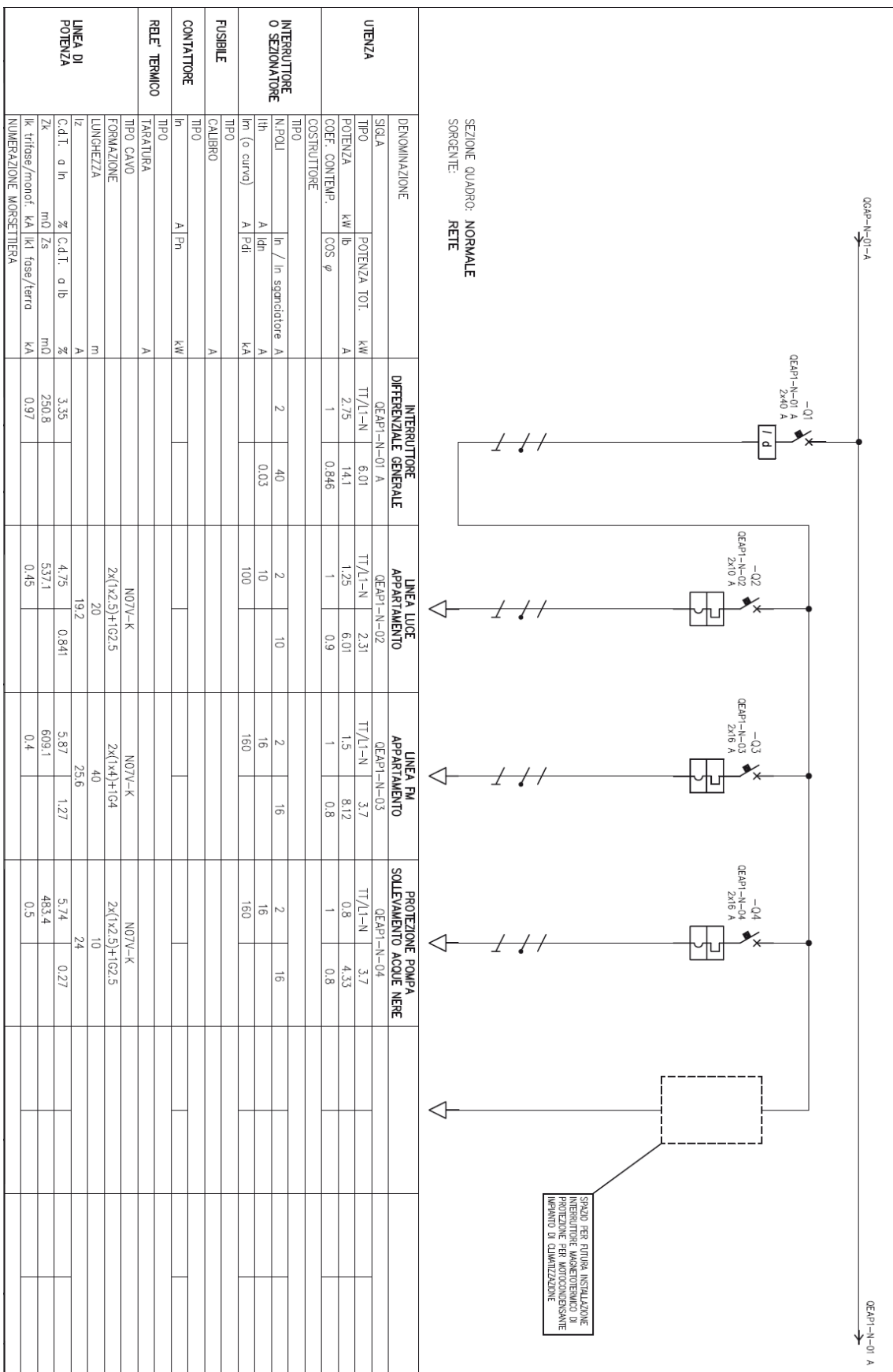


Figura 4.26

4.10.5 Quadro QEAP3

Schema valido per gli appartamenti al primo piano.


QUADRO QEAP3			
SCHEMA VALIDO PER APPARTAMENTI A PIANO PRIMO			
CARATTERISTICHE ELETTRICHE DEL QUADRO		CARATTERISTICHE DEL CABLAGGIO	
UBICAZIONE QUADRO ELETTRICO	APPARTAMENTO	DESCRIZIONE	COLORE
ESECUZIONE COSTRUTTIVA (CEI 17-13)	ANS	MISURE	MARRONE
FORMA DI SEGREGAZIONE (CEI 17-13)	1	CONDUTTORI DI POTENZA	NERO
ARRIVO CAVI	ALTO/BASSO	NEUTRO	CELESTE
PARTENZA CAVI	ALTO/BASSO	COMANDI/SEGNALAZIONE IN C.A. DA TRASFO AUX	ROSSO
DESCRIZIONE		SEZIONE MINIMA	
GRADO DI PROTEZIONE A PORTE CHIUSE/APERTE		COMANDI/SEGNALAZIONI IN C.A. DA RETE	NERO/CELESTE
VALORE		TERRA DI FUNZIONAMENTO	GIALLO-VERDE
TENSIONE DI FUNZIONAMENTO NOMINALE (V)		TERRA DI PROTEZIONE	GIALLO-VERDE
230		ALIMENTAZ. DA QUADRI ESTERNI	ARANCIO
TENSIONE DI ISOLAMENTO NOMINALE (V)	690	CAVO PER CABLAGGI	NO7V-K 450/750V
TENSIONE DI PROVA A 50Hz PER 1 min	2500	TIPOLOGIA INSTALLAZIONE: 	
CIRCUITI POTENZA (V)	1500		
CIRCUITI AUSILIARI (V)	1500		
SEZIONI DEL QUADRO		CARPENTERIA	
	NORMALE	SICUREZZA	RISERVA
DATI TECNICI DI RIFERIMENTO	●		
CORRENTE PRESUNTA DI CORTOCIRCUITO I_{cc} (kA)	4.5		
CORRENTE DI PICCO (CEI EN 60439-1) I_p (kA)	6.8		
I_{cn} INTERRUTTORI MODULARI (CEI EN 60898) (kA)	≥ 4.5		
I_{cu} INTERRUTTORI SCATOLATI (CEI EN 60947-2) (kA)	≥		
POTERE INTERRUZIONE DIFFERENZIALE $I_{\Delta n}$ (kA)	≥ 4.5		
FREQUENZA NOMINALE (Hz)	50		
SCOMPARTO REGOLAZIONE:	PREVISTO <input type="checkbox"/>	NON PREVISTO <input checked="" type="checkbox"/>	
		IL QUADRO ELETTRICO DEV'ESSERE DOTATO DI TARGA CHE RIPORTA IN MANIERA INDELEBILE I SEGUENTI DATI: • NOME O MARCHIO COSTRUTTORE: ... • TIPO O ALTRO MEZZO DI IDENTIFICAZIONE DEL QUADRO DA PARTE DEL COSTRUTTORE: ... • CORRENTE NOMINALE DEL QUADRO: ...A • NATURA DELLA CORRENTE E FREQUENZA: ... • TENSIONE NOMINALE DI FUNZIONAMENTO: ...V • GRADO DI PROTEZIONE (SE SUPERIORE A IP20X): ...	
		PORTA: TRASPARENTE CON SERRATURA A CHIAVE NOTE: /	

Figura 4.27

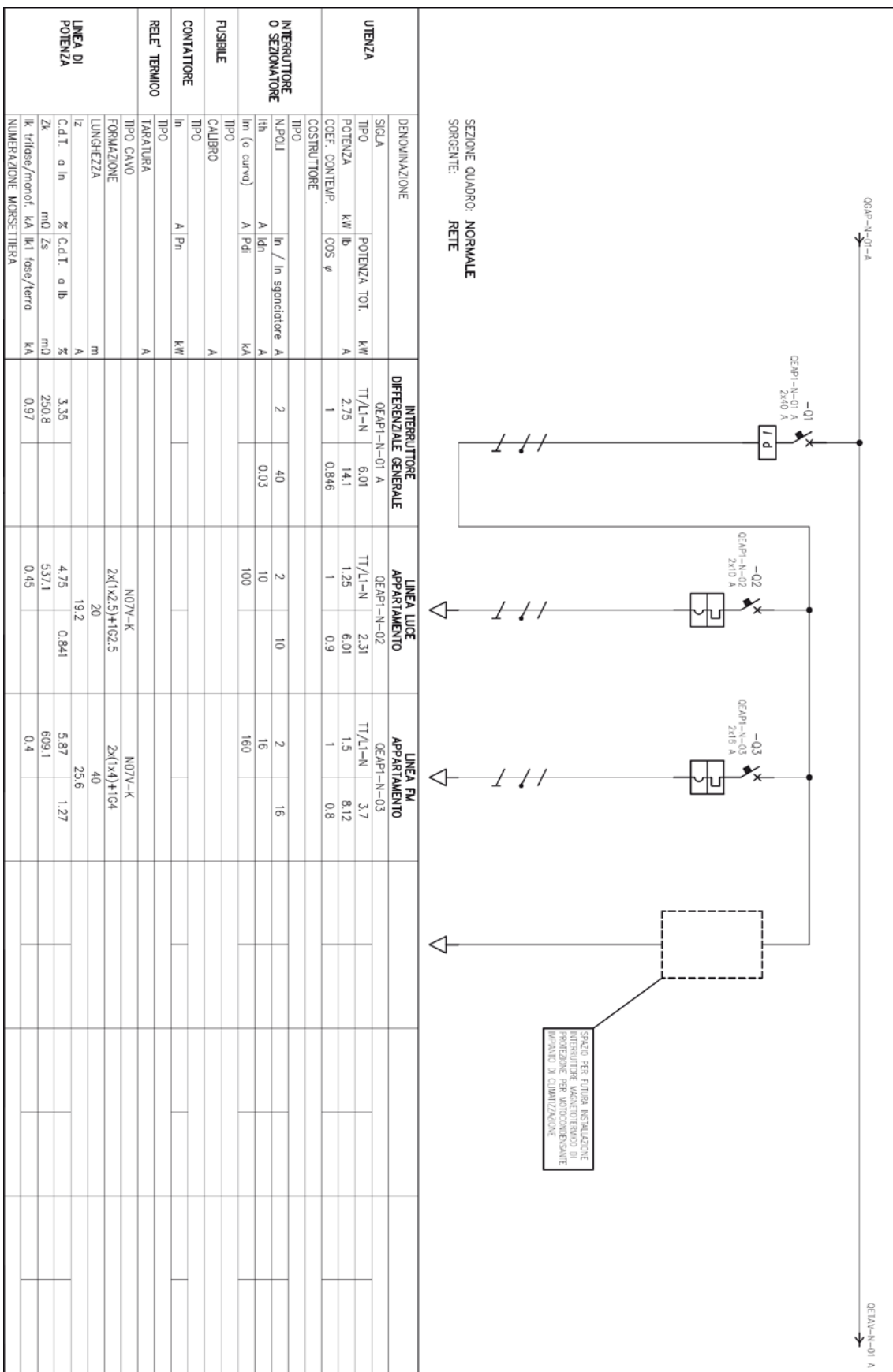


Figura 4.28

capitolo
quinto

Progetto di appalto torre EX Riello
Legnago (VR)

5 PROGETTO DI APPALTO TORRE EX RIELLO – LEGNAGO (VR)

5.1 Descrizione dell'edificio

Il complesso in oggetto è a destinazione residenziale e commerciale ed è suddivisibile sostanzialmente in tre corpi di fabbrica :

- L'edificio residenziale (chiamato torre)
- la piastra commerciale/uffici (chiamato edificio basso)
- l'autorimessa comune

La torre è un edificio di forma ellittica distribuito su 18 piani fuori terra di cui :

- tre piani adibiti ad uffici (piano terra, 1° e 2°)
- quindici piani adibiti a residenziale (compresi due piani di attici)

L'edificio basso è un edificio di forma quadrata distribuito su 5 piani fuori terra di cui:

- quattro piani adibiti ad uffici (piano terra, 1°, 2° e 3°)
- un piano adibito a centrale terno frigorifera

L'autorimessa è a piano interrato ed è comune ad entrambi i fabbricati. In prossimità dell'accesso carraio viene ricavata la cabina di consegna MT e trasformazione dell'energia elettrica MT/BT per gli impianti condominiali.

5.2 Dati tecnici di riferimento

5.2.1 Note generali

Il progetto e l'esecuzione degli impianti tengono conto dei particolari requisiti di sicurezza necessari nel presente complesso.

Si è pertanto tenuto conto di:

- soddisfacimento delle richieste d'utenza;
- assicurare la protezione termica delle linee;
- realizzare una efficace protezione contro i contatti diretti ed indiretti;
- garantire una idonea illuminazione di sicurezza nei punti di passaggio ed in corrispondenza delle uscite;
- segnalare in modo opportuno le vie di fuga;
- ottenere una equalizzazione del potenziale sulle masse metalliche accessibili;
- garantire elevato comfort visivo;

- limitare i pericoli derivanti dai fumi emessi dai cavi in seguito ad eventuale incendio;
- suddividere i circuiti e le zone impiantistiche per consentire un sicuro ed agevole intervento manutentivo;
- garantire una ragionevole protezione contro i pericoli dei fulmini;
- elevato livello di affidabilità e di sicurezza di esercizio;
- flessibilità di impiego con ampia gamma di lavoro degli impianti;
- economicità di gestione derivante dalle tipologie impiantistiche scelte;

Vengono di seguito elencati i dati tecnici di riferimento utilizzati per il dimensionamento degli impianti.

5.2.2 Sistema elettrico

Dato che nella cabina di trasformazione il trasformatore MT/BT ha conduttori di neutro collegati all'impianto di terra, mentre le masse degli impianti sono collegate con propri conduttori PE al neutro in cabina, per il collegamento a terra risulta:

- Sistema di distribuzione B.T. TN-S (CEI 64-8 art. 312.2.1)

L'impianto di terra è pertanto unico per l'intero complesso e ad esso sono collegate :

- Le masse/masse estranee degli impianti utilizzatori (utenti)
- Le masse/masse estranee degli impianti condominiali

5.2.3 Caratteristiche elettriche della fornitura

All'atto della realizzazione delle opere devono essere richiesti a cura dell'Installatore le caratteristiche elettriche della fornitura MT agli uffici ENEL di competenza territoriale.

- Fornitore di energia ENEL
- Tensione di fornitura 20kV
- Corrente di guasto monofase lato M.T. 100A
- Tempo di intervento delle protezioni lato M.T. >>10sec.
- Corrente di corto circuito lato M.T. 12,5kA
- Frequenza 50 Hz

5.2.4 Trasformatore MT/BT

- Potenza Sn = 630 kVA

• Tensione nominale		$U1/U2 = 20/0,4 \text{ kV}$
• Collegamento		D_{yn}
• Gruppo	11	
• Tensione di corto circuito		$U_{cc} \% = 6\%$
• Raffreddamento		AN / AF
• Classe ambientale/climatica/comport. Fuoco		E2/C1/F1

Il trasformatore è stato dimensionato in modo da :

- consentire l'alimentazione delle utenze attuali;
- ottimizzare le perdite ovvero i costi di gestione.

La scelta della tipologia del trasformatore è stata eseguita considerando:

- riduzione della manutenzione;
- sicurezza contro gli incendi;
- tipologia dei carichi da alimentare.

Per la posa (lato BT) si utilizzano cavi tipo FG7OR. E' previsto in resina inglobata, installato entro box metallico.

5.2.5 Caratteristiche elettriche dei circuiti B.T.

• Tensione nominale	$U2 = 400V$
• Frequenza	50 Hz
• Tipo di distribuzione	Trifase con neutro
• Classificazione del sistema di distribuzione BT	TN-S
• Caduta di tensione massima da QGBT	1,5% linee alimentazione a valle di QGBT
• Densità di corrente massima	70% di quella ammessa dalle tabelle UNEL

5.2.6 Temperature di riferimento per il calcolo delle portate dei cavi

• Posa dei cavi in aria libera	+30°C
• Posa dei cavi interrati	+20°C

5.2.7 Caratteristiche ambientali

• temperatura di riferimento (inv/est) esterna	-10 / +35°C
• temperatura di riferimento (inv/est) interna	0 / +35°C
• umidità relativa di riferimento (inv/est) esterna	60 / 50%
• atmosfera	normale, con tassi di inquinamento sotto i limiti di attenzione previsti dalla vigente legislazione
• ambiente	normale
• altitudine	60m slm

Relativamente alle linee elettriche di alimentazione dei quadri elettrici e per l'alimentazione delle utenze di cabina si è tenuto conto di:

- assicurare la protezione termica delle linee;
- realizzare una efficace protezione contro i contatti diretti ed indiretti;
- ottenere una equalizzazione del potenziale sulle masse metalliche accessibili.

5.2.8 Esame dei carichi elettrici

I carichi sottoelencati sono quelli che derivano dai calcoli analitici elaborati secondo i dati tecnici di riferimento (arrotondamento per eccesso all'unità).

Potenza apparente – nominale contemporanea

Impianti fluido meccanici	390	kVA	+
Luce e FM condominiali	60	kVA	=
<hr/>			
Carico effettivo	450	kVA	

Apparecchiature effettivamente previste

Potenza nominale trasformatori MT/BT	630 kVA
--------------------------------------	---------

In base alle indicazioni sopra riportate il trasformatore MT/BT funziona a circa il 72% della potenza nominale, ad impianti fluidomeccanici funzionanti. Il punto di funzionamento risulta pertanto essere quello ottimale ovvero quello a maggior rendimento.

Per il dimensionamento delle linee montanti degli utenti si è considerato:

• potenza nominale appartamenti	4,5 kW/cad
• potenza nominale uffici torre	15 kW/cad
• potenza nominale negozi edificio basso	6 kW/cad
• potenza nominale uffici edificio basso	4,5kW/cad

5.2.9 Esame Contemporaneità di progetto

Il coefficiente di contemporaneità utilizzato per il dimensionamento dei dispositivi del quadro generale BT è :

illuminazione	90% della potenza complessiva
prese f.m. di servizio	300W/cad con contemporaneità 30%
prese f.m. posti operatore	300W/cad con contemporaneità 70%
prese per impianti termo fluidici	100% della potenza complessiva
asciugamani elettrici	1000W con contemporaneità 50%

Le linee di alimentazione dei quadri sono state dimensionate sulla base della somma delle potenze contemporanee di quadro con una maggiorazione del 25% per ampliamenti futuri.

A livello di quadro generale BT il coefficiente di contemporaneità è stato considerato pari a circa 0,70 con un margine del 30% per eventuali incrementi futuri.

5.2.10 Protezione contro i contatti diretti

La protezione contro i contatti diretti prevista per gli impianti in oggetto è di tipo totale; essa sarà realizzata mediante:

- isolamento (asportabile solo mediante distruzione) per le condutture in genere
- segregazione entro involucri per le parti attive non isolate

Questi involucri hanno grado di protezione almeno: IP4X, per le superfici orizzontali superiori, a portata di mano, e IP2X per le altre superfici. In particolare, le parti attive entro gli involucri avranno grado di protezione IP20 per la maggior parte dei componenti e saranno accessibili solo togliendo parti di involucri con l'uso (almeno) di attrezzi. Per i circuiti di alimentazione di prese a spina, una protezione aggiuntiva contro i contatti diretti è fornita, inoltre, dai dispositivi differenziali con $I_{dn} = 30$ mA.

5.2.11 Protezione contro i contatti indiretti

Per la protezione contro i contatti indiretti, ossia i contatti di persone con masse in tensione a causa di guasti, bisogna distinguere quella relativa alla parte di impianto ad alta tensione ($U_n > 1000$ V) da quella relativa alla bassa tensione.

a) Protezione dell'impianto a media tensione

Negli impianti a MT la protezione in oggetto si consegue con la messa a terra di tutte le masse e masse estranee esistenti e verificando che nell'area interessata le tensioni di passo e di contatto, causate dalla corrente di guasto a terra relativa alla rete a media tensione (IG) siano eliminate nei tempi (t) previsti dalla norma CEI 11-1.

b) Protezione dell'impianto a bassa tensione (400 V)

Il metodo principale di protezione contro i contatti indiretti si basa sull'interruzione automatica dell'alimentazione del circuito in cui si verifica il guasto verso terra (CEI 64-8/4, art. 471.2.1.1) quando la tensione di contatto presunta supera 50 V in c.a. (negli ambienti ordinari).

L'impianto si configura come un sistema TN-S (impianti condominiali), quindi, la protezione contro i contatti indiretti è conseguibile con interruttori a massima corrente ed il collegamento delle masse all'impianto di terra, fra loro

opportunamente coordinati ($I_{(0,4s)} \leq U_0/Z_g$). Gli utenti BT vengono connessi allo stesso impianto di terra. Tutti i circuiti sono protetti da interruttori differenziali.

Le linee principali sono anch'esse protette da interruttori differenziali, comprese le linee principali derivate da QGBT. Su tutti i circuiti terminali sono previsti dispositivi differenziali con $I_{dn} = 0,03$ A.

5.2.12 Cadute di tensione e protezione contro le sovracorrenti

Le sezioni delle linee sono determinate in modo da far risultare:

- a) la corrente di impiego di ogni circuito inferiore alla portata dei relativi cavi;
- b) la caduta di tensione inferiore al 4 %, in qualsiasi punto dell'impianto.

Più precisamente:

- le cadute di tensione sono calcolate mediante le tabelle CEI-UNEL 35023;
- le portate dei cavi, riportate sugli schemi, sono state valutate considerando la temperatura ambiente (condizione più sfavorevole) di 35 °C e sono riferite alle condizioni più gravose e/o alla sezione minore derivata; detti valori sono tratti dalla tabella CEIUNEL 35024/1, insieme ai fattori di riduzione per tener conto della posa ravvicinata di altre linee.

Nonostante i tratti all'esterno siano di lunghezza molto breve e siano confinati all'interno di canali metallici chiusi (la cabina è praticamente addossata alle finestre del fabbricato entro cui vengono fatti passare i cavi) tuttavia nell'esecuzione dei calcoli per il dimensionamento delle linee si è considerato il caso peggiore, come sopra accennato, impostando una temperatura di progetto di 35°C. Tutti i circuiti sono protetti dal sovraccarico ($I_B < I_n < I_z$) ed i dispositivi di protezione sono stati previsti all'inizio delle condutture. Per quanto riguarda il sistema di bassa tensione, sono previsti dispositivi di protezione con potere di interruzione ampiamente superiore alle massime correnti di guasto indicate sugli schemi. Le energie specifiche massime (I^2t) riportate sugli schemi, corrispondenti a quelle riscontrabili sulle curve degli interruttori prescelti alle massime correnti di corto circuito verificabili sui quadri, sono ampiamente inferiori a quelle massime sopportabili dai cavi sottesi ($I^2t \leq K^2S^2$).

Per quanto attiene alla protezione contro corto circuiti che si possono verificare al termine delle linee (I_{cc} minima), questa è sicuramente soddisfatta dato che ogni circuito è protetto dal sovraccarico con dispositivi previsti all'inizio delle condutture (cfr. CEI 64-8), compresi i conduttori di neutro di sezione inferiore rispetto a corrispondenti conduttori di fase (previsti sganciatori sul neutro con taratura metà rispetto a quelli di fase).

5.2.13 Conduttori

Tutti i conduttori sono in rame.

I conduttori di protezione sono con isolamento di colore giallo verde e possono essere del tipo inglobato nel cavo multipolare o del tipo unipolare posato lungo le dorsali derivati dai quadri elettrici.

Per le linee di distribuzione all'esterno o comunque nei locali tecnici esterni, si utilizzano cavi aventi le seguenti caratteristiche:

- | | |
|--------------|----------------------|
| • sigla | H07RN-F - 450/750 kV |
| • conduttore | rame rosso ricotto |
| • isolante | gomma qualità EI4 |

- guaina in neoprene qualità EM2
- formazione multipolare fino a 25 mm², compresi; unipolare per sezioni maggiori
- norme CEI 20-19/4; 20-35

Per le linee di distribuzione principali e dorsali devono essere utilizzati cavi a doppio isolamento, aventi le seguenti caratteristiche:

- sigla F/RG7(0)R - 0,6/1 kV
- conduttore rame rosso ricotto
- isolante gomma HEPR di qualità G7
- guaina PVC di qualità RZ non propagante l'incendio e la fiamma, a ridotta emissione di gas corrosivi in caso di incendio
- formazione multipolare fino a 25 mm², compresi; unipolare per sezioni maggiori
- norme CEI 20-13, 20-22 II, 20-37, 20-52

Per le linee di collegamento alle utenze ubicate all'interno degli ambienti entro tubi portacavi e per i conduttori di protezione sono previsti cavi a semplice isolamento, aventi le seguenti caratteristiche:

- sigla N07V-K
- conduttori rame rosso
- isolante non propagante l'incendio e a bassissima emissione di fumi e gas tossici
- formazione unipolare
- norme CEI 20-22 II

I conduttori di protezione devono sempre avere isolamento giallo-verde.

Devono essere impiegati cavi resistenti al fuoco, conformi alle norme CEI 20-45, per la realizzazione dei seguenti circuiti:

- alimentazione quadretti con pulsanti di emergenza sottovetro
- pannelli di segnalazione ottico-acustici allarme incendio
- linee derivate dal gruppo di continuità/sicurezza.

Tali cavi devono avere le seguenti caratteristiche:

- sigla FTG10(0)M1- 0,6/1 kV

• conduttore	rame stagnato con barriera ignifuga
• isolante	elastomero reticolato di qualità G10
• riempitivo	materiale non fibroso e non igroscopico
• guaina	elastomero reticolato speciale M1 non propagante l'incendio, esente da alogeni ed a ridotta emissione di gas opachi, resistente per 3 ore a 750°C
• formazione	multipolare fino a 25 mm ² , compresi; unipolare per sezioni maggiori
• norme	CEI 20-22 III, 20-35, 20-37, 20-36, 20-45

Dovranno essere previste canalizzazioni separate tramite setti divisori e/o tubazioni separate per il contenimento di circuiti appartenenti a categorie diverse e precisamente per i seguenti gruppi di circuiti:

- reti impianti di illuminazione e utilizzazione FM;
- reti impianti di sicurezza;
- reti impianti speciali di sicurezza;
- reti impianti speciali di comunicazione;
- rete trasmissione dati (cablaggio strutturato).

Per il dimensionamento delle linee si farà riferimento alle norme CEI EN 35024/1 e /2. Non è ammesso usare la stessa canalizzazione per i circuiti a tensione diversa, anche se si dovessero utilizzare, per i circuiti a tensione minore, cavi aventi lo stesso grado di isolamento di quelli a tensione più elevata. I singoli circuiti utilizzatori dovranno essere opportunamente distribuiti sulle diverse fasi in modo da contenere il più possibile lo squilibrio delle correnti di linea. I conduttori di protezione sono con isolamento di colore giallo verde e possono essere del tipo inglobato nel cavo multipolare o del tipo unipolare posato lungo le dorsali derivati dai quadri elettrici.

N07V-K	linee e circuiti terminali installati entro tubazioni in materiale plastico; cablaggi quadri
FG7(O)R1 0,6/1 kV	linee e circuiti dorsali installati entro tubazioni e canali metallici;
FTG10(O)M1 0,6/1 kV CEI 20-45	Linee e circuiti dell'impianto di sicurezza antincendio (pulsanti di sgancio) e alimentazione ascensori antincendio
RG7H1R 12/20kV CEI 20-13, 20-11, 20-22 II/III	Linee MT in cabina

Le sezioni minime dei conduttori sono:

- ai punti luce ed ai punti di comando 1,5 mm²
- alle prese da 10/16A 2,5 mm²
- alle prese da 16A interbloccate 4 mm²

- conduttore di terra in dorsale 6 mm²
- collegamenti equipotenziali 6 mm²

Per il dimensionamento delle linee si farà riferimento alle norme CEI EN 35024/1 e /2. Non è ammesso usare la stessa canalizzazione per i circuiti a tensione diversa, anche se si dovessero utilizzare, per i circuiti a tensione minore, cavi aventi lo stesso grado di isolamento di quelli a tensione più elevata. I singoli circuiti utilizzatori dovranno essere opportunamente distribuiti sulle diverse fasi in modo da contenere il più possibile lo squilibrio delle correnti di linea.

5.2.14 Canalizzazioni per cavi

A seconda dei diversi ambienti e delle diverse normative applicate i cavi potranno risultare posati entro i seguenti tipi di canalizzazioni portacavi:

tubazioni rigide plastiche (per posa in vista)	pesanti, non propaganti la fiamma, recanti marchio IMQ, piegabili a freddo o a caldo;
guaine flessibili (per collegamenti esterni)	saranno del tipo con anima in PVC rigido, lisce internamente ed equipaggiate con bocchettoni di raccordo di tipo adatto alla guaina;
cavidotti in PVC (per posa interrata)	di tipo a doppia parete con quella interna liscia. Ad alta resistenza meccanica e chimica. Uso in aree esterne ed interrate in autorimessa.
canali metallici	di tipo chiuso per installazione in vista, completi di coperchio; di tipo forato; saranno utilizzati solo i tipi recanti il marchio IMQ, aventi grado di protezione minimo IP40; quelli per installazione esterna sono del tipo in acciaio zincato a caldo e quelli per interno sono in acciaio zincato Sendzimir. Uso in locali tecnici.
scale portacavi	completi di traversini; sono in acciaio zincato Sendzimir. Uso nei cavedi impianti.

Le tubazioni in PVC sono utilizzate negli impianti contenuti all'interno dei locali per l'alimentazione delle utenze terminali riportate sugli schemi di progetto. Il diametro minimo per tubazioni in PVC rigide installate in vista e tubazioni flessibili installate sottotraccia dovrà essere di 20mm. Per tubazioni metalliche il diametro minimo dovrà essere di 25mm.

La dimensione minima ammessa per le scatole di derivazione è di 100 mm per lato. In tutti i casi le cassette e le scatole devono essere costruite in modo che, nelle condizioni usuali di installazione, non sia possibile introdurvi corpi estranei. Inoltre le cassette e le scatole devono essere di materiale e di costruzione tali da sopportare senza deformazione le sollecitazioni meccaniche e termiche a cui vengono sottoposte durante l'esercizio. Le cassette o le scatole in materiale termoplastico devono essere autoestinguenti. Il coperchio delle stesse cassette o scatole deve essere apribile solo con attrezzo, per consentire l'ispezione all'interno ed essere opportunamente contrassegnate con pittogrammi recanti la sigla del circuito e diversificati per tipo di rete.

Ambiente interno normale	Acciaio zincato Sendzimir
Ambiente esterno normale	Acciaio zincato a caldo dopo la lavorazione

5.2.15 Impianto di equalizzazione del potenziale

Tutte le masse estranee della cabina di trasformazione, così come definite dalle norme CEI 64-8, sono collegate all'impianto di terra in modo da realizzare l'equipotenzialità con le masse accessibili, tramite i conduttori di protezione. I collegamenti equipotenziali sono realizzati con conduttori in rame, isolati nel colore giallo-verde, in conformità alle prescrizioni delle norme CEI 64-8.

Il conduttore di protezione deve risultare perfettamente sfilabile; pertanto deve essere inserito entro guaina in PVC o tubazione in PVC pesante rigido.

5.2.16 Quadro di media tensione

Il quadro di media tensione è previsto di tipo protetto con involucro metallico, equipaggiati con apparecchiature di manovra e di sezionamento.

Le principali caratteristiche tecniche dei quadri sono le seguenti:

- tensione nominale 24 kV
- tensione di esercizio 20 kV
- tensione di prova a 50 Hz 55 kV
- tensione di prova ad impulso 125 kV
- corrente di breve durata (1s) 12,5kA
- corrente limite dinamica (cresta) 31,5 kA
- sistema di neutro isolato
- norme di riferimento CEI 17-6/ EN 62271-200

5.2.17 Quadro generale di bassa tensione

Il quadro generale di bassa tensione è previsto di tipo prefabbricato con involucro metallico.

Le caratteristiche tecniche più significative sono le seguenti:

- Tensione nominale 690 V
- Tensione di esercizio 400 V
- Sistema di neutro TN-S
- Norme CEI di riferimento CEI EN 60439
- Grado di protezione IP30
- Forma 2
- Entrata linea basso
- Uscite linee basso

- Accessibilità fronte
- Ventilazione naturale, feritoie sul lato superiore
- Ampliabilità lato destro

Per il fronte armadio si veda lo schema di progetto.

5.2.18 Rifasamento automatico

E' previsto un complesso automatico di rifasamento a gradini, con potenza reattiva sufficiente per rifasare gli impianti ad un fattore di potenza non inferiore a 0,95, installato in cabina elettrica. Gli interruttori automatici di protezione e la relativa linea sono dimensionati per una corrente nominale pari ad 1,53 volte la corrente assorbita dalle batterie di condensatori previste. Il gruppo di rifasamento è di tipo ampliabile, dotato di condensatori a lunga vita. I valori di potenza indicati sugli schemi di progetto sono stati calcolati sulla base di ipotesi e devono essere verificati dall'appaltatore in funzione dei carichi reali.

Le caratteristiche tecniche più significative sono le seguenti:

- Tensione nominale 400 V
- Tensione di esercizio 400 V
- Norme di riferimento CEI EN 60439-1, 60831-1, 60831-2, CEE 73/23, 93/68, 89/336
- Grado di protezione IP30
- Forma 2
- Accessibilità fronte
- Ventilazione forzata con termostato, sul lato superiore
- Cassetti portacondensatori estraibili

5.2.19 Illuminazione normale

L'impianto di illuminazione è predisposto all'interno dell'intero complesso; i corpi illuminanti inclusi nel presente appalto sono solo quelli indicati sulle tavole di progetto. I corpi illuminanti rimanenti saranno stabiliti dalla DL artistica in sede di esecuzione lavori. Le scelte progettuali hanno il supporto dei calcoli illuminotecnici eseguiti per ognuno degli ambienti oggetto di progettazione. Per il dimensionamento dell'impianto si è fatto riferimento sia ai livelli di illuminamento forniti dalla Norma UNI 12464 che a specifiche fornite dalla Committente. L'impianto deve garantire un comfort visivo idoneo alle destinazioni d'uso dei vari locali, in particolare modo all'interno degli spazi comuni. Si sottolinea tuttavia la necessità di procedere in fase realizzativa, in alcune zone critiche che normalmente coincidono con quelle di maggiore rilevanza architettonica, a installazioni temporanee di prova. Tutti i corpi illuminanti vengono forniti completi di lampade, reattori, fusibile di protezione, portalampade, morsetti arrivo linea ed accessori. Nella progettazione sono stati presi in considerazione i seguenti livelli di illuminamento medio orizzontale:

locale	illuminamento medio
Autorimessa	130/150 lux
Locali tecnici	150 lux

I valori di illuminamento precedenti sono in genere riferiti a lampada stabilizzata, a pavimento. Il rapporto fra l'illuminamento minimo e quello medio sulla superficie di un locale che comprende aree con medesimo compito visivo non è inferiore a 0,8.

Le tipologie di accensione/spegnimento previste sono le seguenti:

locali tecnici	comando locale in ambiente
uffici/appartamenti	comando locale in ambiente
zone comuni (atri, scale, corridoi, ecc.)	comando centralizzato con interruttore crepuscolare e orologio
luci esterne	comando centralizzato con interruttore crepuscolare e orologio

Deve sempre essere reso possibile il comando manuale delle luci dai quadri, predisponendo al loro interno i selettori locale-remoto, i pulsanti di comando, i relé passo-passo e quanto altro necessario a realizzare e completare i circuiti.

5.2.20 Illuminazione esterna

All'esterno dell'edificio viene realizzata la predisposizione dell'impianto di illuminazione costituito da idrotesti interrati, pozzetti rompitratta, pozzetti di derivazione, cavi secondo le indicazioni riportate sulle tavole e schemi di progetto. L'accensione/spegnimento è comandata automaticamente ad orario ed in base alla luminosità esterna.

5.2.21 Illuminazione di emergenza

L'illuminazione di emergenza è estesa a tutte le aree comuni interne all'edificio, ovvero:

- atri, corridoi, vani scale
- autorimessa
- locali contatori

Per l'illuminazione di sicurezza si utilizzano plafoniere per luce di emergenza, con batteria autonoma e scheda per la gestione centralizzata. Sono previsti i seguenti livelli minimi di illuminamento a piano calpestabile:

Area	illuminamento medio
Vie di fuga	> 5 lux
Uscite di sicurezza	> 5 lux

Lungo le principali vie di fuga (corridoi, atri,...) o all'interno delle zone nelle quali l'affluenza può essere considerevole l'illuminamento minimo è stato mantenuto più elevato.

Quelle collocate in corrispondenza delle uscite di sicurezza sono dotate di etichetta autoadesiva con scritta normalizzata (omino+freccia=direzione via di fuga; porta+freccia=uscita di emergenza).

Lungo le vie di fuga, lungo i vani scale ed in corrispondenza delle uscite di sicurezza viene garantito un livello di illuminamento minimo di 5 lux.

L'autonomia minima di funzionamento in emergenza è di 1 ora. In ogni caso l'inserzione è automatica in caso di mancanza della tensione di rete o manuale su quadro elettrico.

Nella scelta dei corpi illuminanti deve essere attentamente verificata la loro dimensione in quanto deve comunque essere garantita la "distanza di visibilità". Pertanto i segnali di sicurezza devono essere innanzitutto conformi alle direttive CEE 92/58/EEC per quanto riguarda il formato, e soprattutto visibili da ogni punto della via di fuga (norma EN 1838) ovvero che

$$D \leq S * P$$

Dove

D= distanza di visibilità (da osservatore a plafoniera),

P = altezza del pittogramma,

S = costante che vale 100 per segnalazioni illuminate esternamente e 200 per segnali illuminati internamente.

5.2.22 Ambienti classificati

Attività soggette a controllo dei VV.F.

Il complesso costituisce attività soggetta al controllo dei VV.F. per le seguenti attività di cui al D.M. 16.02.1982:

ATTIVITA' SOGGETTE (secondo DM 16.2.82)

No.	Descrizione	Note
94	Edifici di civile abitazione	Attività principale
92	Autorimesse private con più di 9 autoveicoli, autorimesse pubbliche, ricovero natanti, ricovero di aeromobili con capienza superiore a 50 e fino a 300 autoveicoli.	Attività secondaria
91	Impianti per la produzione di calore alimentati a Combustibile solido, liquido o gassoso con potenzialità superiore a 116 kW.	Attività secondaria

Si rimanda alla documentazione specifica ed in particolare all' "Esame progetto" di prevenzione incendi che è stato depositato presso il locale comando dei VV.F. costituente parte integrante della documentazione del progetto generale.

Vengono adottate quindi le misure di protezione contro l'incendio di cui al par. 751.04.1 della Norma CEI 64-8/7 tra le quali si evidenzia in particolare l'impiego di componenti elettrici applicati in vista (a parete o a soffitto), sprovvisti di particolari norme specifiche di prodotto, dotati di prova al filo incandescente a 650°C e la realizzazione delle condutture secondo le indicazioni fornite al punto i) l) m) ove in funzione della tipologia del cavo, della canalizzazione/tubazione portacavi e della tipologia del conduttore di protezione vengono indicate prescrizioni contro l'innesco dell'incendio e la sua eventuale propagazione.

Locali da bagno e doccia

Gli impianti nei locali da bagno e doccia vengono realizzati in conformità a quanto prescritto dalla norma CEI 64-8/7.

I componenti devono rispondere ai seguenti requisiti:

- Zona 0: (volume interno alla vasca o piatto doccia). È vietata l'installazione di apparecchiature elettriche
- Zona 1-2: le apparecchiature ed i materiali devono avere grado di protezione minima IP X4 e sono ammesse prese a spina con trasformatore di isolamento di classe II e bollitori
- Zona 3: il grado di protezione minimo dovrà essere IP X1 e sono ammesse prese a spina protette da differenziale da 30mA, bollitori, apparecchi di illuminazione

Per maggiori dettagli si faccia riferimento al par. 701 della Norma CEI 64-8/7.

Locali tecnici

Essi sono:

- locale centrale termofrigorifera;
- sottocentrali termofrigorifere;
- locale centrale antincendio.

In generale all'interno di tutti i locali tecnici gli impianti elettrici sono previsti per installazione in vista con grado di protezione minimo IP55. Tale prescrizione è da intendersi di carattere generale e viene estesa indistintamente a tutti i locali.

La centrale termica è dotata di aperture permanenti di ventilazione naturale situate a parete fino a livello del soffitto e di aperture apribili di aerazione. Al suo interno gli impianti termofluidici vengono realizzati secondo le vigenti norme UNI-CIG.

Per questi locali deve essere eseguita la classificazione dei luoghi in base alla norma CEI 31-30; sulla base di tale classificazione, che terrà in considerazione l'effettiva posizione nei locali delle sorgenti di emissione e la tipologia della ventilazione, verranno individuare le tipologie impiantistiche idonee.

5.3 Sistema energia elettrica

5.3.1 Note generali

Per la produzione dell'energia elettrica sono previste le seguenti fonti di alimentazione :

- energia normale, fornita da ENEL in media tensione, per l'alimentazione di tutti i carichi del complesso
- energia di sicurezza, fornita da gruppo soccorritore, per l'alimentazione impianti cabina

5.3.2 Alimentazione energia normale – media tensione

In corrispondenza dell'accesso carraio posteriore al fabbricato viene realizzata una nuova cabina di ricezione MT e di trasformazione MT/BT. L'ENEL fornisce energia elettrica in media tensione a 20kV.

La potenza impegnata globale è stimata in circa 420 kW.

L'energia elettrica trasformata a 400/230 V viene distribuita secondo il sistema TN-S con conduttori di neutro e di terra separati.

5.3.3 Cabina di ricevimento

Descrizione

La cabina di ricezione M.T. (fornitura in M.T. a cura di ENEL) è posizionata in prossimità dell'accesso carraio ed ha accesso sia da strada pubblica ed è di tipo prefabbricato in c.a.p.

Sono previsti n.3 locali e precisamente:

- locale consegna M.T. (accessibile solo ad ENEL)
- locale misure M.T. (accessibile ad ENEL ed utente)
- locale utente

Nei locali sono previste le seguenti utenze:

- illuminazione normale
- illuminazione di sicurezza
- prese FM
- impianti di protezione (terra ed equipotenziale)

Tra l'esterno della cabina ed il locale consegna nonché tra il locale consegna e il locale misure sono previste tubazioni interrato per il passaggio dei cavi di collegamento.

La pavimentazione all'interno della cabina è realizzata con rete metallica elettrosaldata annegata nel cemento. Sotto alle celle M.T. sono previsti dei cunicoli per la posa dei cavi i quali vengono chiusi con coperchi in lamiera striata, inclusi nella fornitura. Le celle MT sono dotate di schema sinottico.

Per migliorare le condizioni di protezione contro le scariche atmosferiche, è previsto l'impiego di scaricatori di sovratensione sulla linea di ingresso.

5.3.4 Cabina di trasformazione MT/BT

Descrizione

La cabina di trasformazione MT/BT contiene:

- quadro di M.T.
- gruppo soccorritore 48 Vc.c.
- trasformatore 10-20 kV / 400V
- gruppi di rifasamento automatico

- quadro elettrico generale di B.T.
- nodo generale di terra

La cabina di trasformazione è dotata di impianto di ventilazione forzata idoneo a soddisfare l'intero carico termico interno della cabina.

Nel locale sono installati:

- Impianto di illuminazione normale
- Impianto di illuminazione di sicurezza
- Impianto prese FM
- Impianti di protezione (terra ed equipotenziale)

Le celle MT sono dotate di schema sinottico.

Per migliorare le condizioni di protezione contro le scariche atmosferiche, è previsto l'impiego di scaricatori di sovratensione sulla linea di ingresso.

Le segnalazioni di preallarme ed allarme della cabina sono segnalate mediante appositi dispositivi di segnalazione ottico - acustica installati all'esterno e riportate con cavo multipolare su apposito pannello annunciatore allarmi installato nel locale contatori della torre.

Vengono realizzati opportunamente gli interblocchi con gli interruttori di alimentazione a valle dei trasformatori in modo che la linea di alimentazione risulti comunque alimentata indipendentemente dal trasformatore MT/BT in funzione.

In corrispondenza dei fusibili ad alto potere di rottura viene apposta a lato una targa pantografata di colore rosso e scritte bianche con la dicitura di cui alla norma UNI12845. Tale targa deve essere fissata al quadro con viti.

Soccorritore di cabina

E' previsto un gruppo soccorritore con uscita a 48 Vcc nel locale utente per l'alimentazione dei servizi ausiliari della cabina e per i circuiti dei pulsanti di emergenza.

Il soccorritore deve essere costituito da alimentatore stabilizzato con batteria in tampone, tempo di intervento istantaneo, uscita in corrente controllata elettronicamente.

Il soccorritore deve essere alloggiato nel quadro elettrico B.T. di cabina o in apposito contenitore situato in cabina. Le linee in uscita sono singolarmente protette con interruttori automatici di cui almeno n.2 di scorta. Sul fronte armadio deve essere installato un pannello di segnalazione a LED con indicazione di presenza rete, avaria e minima tensione batterie. Sulla morsettiere del quadro devono essere riportati i contatti delle segnalazioni di cui sopra in modo da poter essere riportati al sistema di supervisione.

La potenza del soccorritore ed il livello di corto circuito deve essere verificato in base ai dati reali di installazione.

Quadri di media tensione

I quadri di media tensione sono previsti di tipo a prova d'arco interno con scarico di pressione eseguito verso il retro in alto, involucro metallico, equipaggiati con apparecchiature di manovra e di sezionamento in SF6.

Gli scomparti per alimentazione dei trasformatori sono previsti con interruttori ad SF6 con relè di protezione contro le sovracorrenti.

Le principali caratteristiche tecniche dei quadri sono le seguenti:

Grandezza	Valore
tensione nominale (max) del quadro	24 kV
tensione di tenuta a 50 Hz	40 kV
tensione di prova ad impulso	125 kV
corrente di breve durata (1s)	20 kA
sistema di neutro	Isolato
norme CEI /IEC di riferimento	CEI 17-6 / EN 62271-200
Categoria di perdita	LSC1
Classe dei diaframmi	PM
Classe di accessibilità	IAC AFL
grado di protezione involucro esterno	IP 2X

Trasformatori MT/BT

Viene installato un trasformatore MT/BT, del tipo inglobato in resina, dotato di centralina termometrica con sonde Pt100 sui nuclei; la centralina è installata sul quadro generale e sarà opportunamente programmata per fornire su display la temperatura istantanea e fornire in morsettiera le segnalazione di preallarme e allarme temperatura, liberamente programmabili.

La segnalazione di “preallarme” genera l’attivazione di segnalazione ottico-acustica fuori dalla cabina e l’invio della segnalazione al sistema rivelazione incendio. La segnalazione di “allarme” genera lo stacco del trasformatore.

Tensione nominale	$U1/U2 = 20/0,4$ kV
Collegamento	D_{yn}
Gruppo	11
Tensione di corto circuito	$U_{cc} \% = 6\%$
Raffreddamento	AN / AF
Classe ambientale/climatica/comport. Fuoco	E2/C1/F1

Il trasformatore è alloggiato entro box metallico di contenimento.

Le porte di accesso al box trasformatore MT/BT sono dotate di serratura a chiave con chiave inanellata a quella che si trova sulla cella MT di protezione della linea che alimenta il trasformatore. L’apertura del vano trasformatore si rende pertanto possibile solamente quando è stato precedentemente aperto l’interruttore MT della linea al relativo trasformatore.

Collegamenti elettrici

I cavi di MT di collegamento tra il quadro di MT ed i trasformatori sono di tipo RG7H1R 12/20kV. Il collegamento invece tra i trasformatori ed il quadro generale di BT è realizzato con cavi FG7R. Subito a valle dei trasformatori MT/BT vengono derivate le alimentazioni per il gruppo di pressurizzazione antincendio situato in locale a piano interrato. Tale collegamento viene eseguito in accordo con le prescrizioni di cui alla Norma UNI 12845 direttamente a valle del trasformatore MT/BT come indicato sugli schemi di progetto. In particolare deve essere eseguito un collegamento in cavo resistente al fuoco (CEI 20-36) protetto da sezionatore con fusibili ad alto potere di rottura installati entro apposita cassetta fissata a parete all'interno della cabina.

In corrispondenza dei fusibili ad alto potere di rottura viene apposta a lato una targa pantografata di colore rosso e scritte bianche con la dicitura di cui alla norma UNI12845. Tale targa deve essere fissata al quadro con viti.

Quadro QIG

Il quadro QIG è del tipo ad armadio autoportante, con porte frontali trasparenti, maniglia con serratura, feritoie di ventilazione, tipo forma 2 con accessibilità dal fronte. E' di tipo modulare, componibile realizzato con elementi standardizzati, prefabbricati, in modo da consentire un agevole montaggio e da consentire eventuali ampliamenti futuri. Sul fronte armadio viene rappresentato lo schema sinottico delle alimentazioni da esso derivate.

Il pannello sui fianchi è smontabile con viti per eventuali ampliamenti.

Gli interruttori secondari sono di tipo scatolato in esecuzione rimovibile, magnetotermici.

La portata degli interruttori è indicata sugli schemi di progetto relativi ai quadri elettrici.

Il quadro generale BT deve essere dotato, sulle sbarre principali, di limitatori di tensione conformi a quanto prescritto dalla Norma CEI 81-1, con riguardo all'impianto di protezione integrativo.

Le caratteristiche tecniche più significative sono le seguenti:

tensione nominale	660 V
tensione di esercizio	400 V
tensione di prova – circuiti potenza	2.500 V
tensione di prova – circuiti ausiliari	1.000 V
Sistema	TN-S
Norme CEI di riferimento	17-13

Gli interruttori sono del tipo con relè a microprocessore i quali sono opportunamente tarati al fine di garantire la selettività totale d'impianto.

Il quadro QIG è dotato di strumenti di misura multifunzione di tipo digitale per la misura di grandezze elettriche per linee trifase 3 o 4 fili, con carico squilibrato o equilibrato, dotati di display retroilluminato per l'indicazione di energia attiva o reattiva in classe 2 EN61036 in 2 quadranti e tensione di linea e concatenata, corrente, frequenza, potenza attiva – reattiva - apparente, fattore di potenza, distorsione armonica totale per ogni singola tensione e corrente in 4 quadranti. Completo di uscita RS485 per l'interfacciamento con il sistema di supervisione degli impianti.

Gruppo di rifasamento automatico

E' previsto un dispositivo per il rifasamento automatico.

Il gruppo deve essere completo di:

- scaricatori di sovratensione 275V, 20kA onda 8/20
- condensatori isolati in carta bimetallizzata ed impregnati in olio biodegradabile

Sono previsti regolatore automatico e gruppo di rifasamento automatico con una potenza adeguata, suddivisa in più gradini.

Il dimensionamento del gruppo di rifasamento automatico è stato realizzato principalmente sulla base dei dati stimati degli impianti termofluidici, sulla potenza di rifasamento stimata per gli impianti luce e f.m. di cui alla presente sezione del progetto, sulla base della potenza di rifasamento necessaria per i trasformatori MT/BT e tenendo presente quelli che potranno essere eventuali futuri ampliamenti. Il regolatore deve essere inserito nella parte superiore del quadro e deve essere completo di trasformatori di misura, collegamenti, protezioni e dispositivi di comando per l'inserzione. Occorrerà prendere tutti i provvedimenti necessari al fine di evitare effetti negativi dovuti alle armoniche iniettate in rete.

Il primo gradino del gruppo di rifasamento deve essere fisso, dimensionato ed impostato sulla potenza di rifasamento necessaria per i trasformatori MT/BT.

Soccorritore di cabina

E' previsto un gruppo soccorritore con uscita a 48 Vcc nel locale cabina MT/BT per l'alimentazione dei servizi ausiliari della cabina, delle centraline dei trasformatori e per i circuiti dei pulsanti di emergenza.

Il soccorritore deve essere costituito da alimentatore stabilizzato con batteria in tampone, tempo di intervento istantaneo, uscita in corrente controllata elettronicamente.

Il soccorritore potrà essere alloggiato nel quadro elettrico B.T. di cabina (prevedere ventilazione del quadro) o entro apposito contenitore fissato parete in cabina. Le linee in uscita sono singolarmente protette con interruttori automatici di cui almeno n.2 di scorta. Sul fronte armadio deve essere installato un pannello di segnalazione a LED con indicazione di presenza rete, avaria e minima tensione batterie. Sulla morsettiera del quadro devono essere riportati i contatti delle segnalazioni di cui sopra in modo da poter essere riportati al sistema di supervisione.

E' dotato di scaricatore per le sovratensioni in ingresso montato a bordo soccorritore del tipo 275V, 20kA onda 8/20. La potenza del soccorritore ed il livello di corto circuito deve essere verificato in base ai dati reali di installazione.

Protezione contro i contatti indiretti

La protezione contro i contatti indiretti è realizzata tramite adeguato impianto di messa a terra.

Vengono connessi a terra: tutte le strutture metalliche installate nella cabina (intelaiature di porte e finestre, grate metalliche ecc.); tutte le armature metalliche portanti, le mensole, le intelaiature e il supporto degli isolatori e dei sezionatori, le difese metalliche dei circuiti elettrici e la carcassa del trasformatore (tale collegamento deve essere effettuato con corda di rame di sezione di 35 mm²) il più vicino possibile alla rete di terra dell'impianto.

Tutti i collegamenti a terra sono effettuati in derivazione da un collettore disposto all'interno lungo le pareti della cabina, costituito da una barra di rame di 50 x 5 mm fissata a parete. I collegamenti sono effettuati con bulloni e capicorda di dimensioni e materiale adeguati (evitare il formarsi di copie elettrolitiche).

Ad impianto ultimato, nelle normali condizioni di funzionamento, sarà ripetuta la misura della resistenza di terra per verificare se sono cambiate le condizioni iniziali e operare, se necessario, la misura delle tensioni di passo e di contatto.

Impianto estrazione aria in cabina elettrica

All'interno della cabina è installato un sistema di ventilazione forzata in modo da garantire che i trasformatori e gli altri componenti in esso contenuti lavorino entro i limiti previsti dalle rispettive Norme (CEI 14/4, CEI 14/8, CEI 11/1, CEI 17/13,...) e quindi si considera:

- temperatura media annuale 20°C
- temperatura media giornaliera 30°C
- temperatura massima 40°C

Ai fini del calcolo del sistema di ventilazione/smaltimento del calore prodotto all'interno della cabina si è considerato il solo apporto del/dei trasformatore/i MT/BT senza ulteriori aggiunte (imputabili ad altri componenti di cabina) in quanto i trasformatori sono stati dimensionati per non lavorare a pieno carico (al fine di ottimizzare la loro efficienza).

Nella fase progettuale si sono considerati i seguenti valori :

Tensione primaria (kV)	24
Potenza nominale (kVA)	630
Perdite a vuoto (W)	1650
Perdite a carico (W)	7800
Perdite totali (W)	9450
V_{cc} %	6

La portata d'aria del ventilatore è stata calcolata con la seguente formula:

$$qV (m^3/h) = 3600 * 9,16 * 10^{-2} * 0,8 * P_T = 2615 (m^3/h)$$

essendo P_T le perdite totali dei trasformatori MT/BT espresse in kW e 0,8 il coefficiente di riduzione per tener conto che il trasformatore non lavora a pieno carico.

L'estrattore d'aria è di tipo assiale e viene fissato sulla parete comunicante con l'esterno.

Il ventilatore è dotato di motore con carcassa in alluminio estruso, protezione IP55, cuscinetti a sfere prelubrificati senza necessità di manutenzione, temperatura di esercizio da -40°C a +50°C, isolamento classe F, giranti in acciaio rivestito d'alluminio, dotato di rete di protezione lato motore e lato girante, piastra di montaggio a parete, serranda di sovrappressione con telaio in alluminio e lamelle in plastica ed accessori di montaggio.

Il funzionamento è comandato dal termostato ambiente locale oppure su intervento delle centraline termometriche dei trasformatori.

L'alimentazione è fornita dal quadro di zona di competenza su cui deve essere installato interruttore salvamotore, contattore e selettore ON-OFF-AUT. L'intervento delle protezioni deve essere segnalato con allarme ottico acustico riportato sul quadro elettrico di alimentazione. L'impianto deve essere completo di tutto quanto necessario per renderlo perfettamente funzionante.

5.3.5 Tipologie distributive

All'interno dei locali dell'edificio sono previste le seguenti tipologie distributive:

Locale	Impianti in controsoffitto	Impianti da incasso	Impianti in vista	Note
Locali contatori			Si	IP55

Locali tecnici			Si	IP55
Atri/scale	Si	Si		
Uffici ed. basso	Si	Si		
Appartamenti		Si		

Nel controsoffitto è richiesto grado di protezione minimo IP44.
Per gli impianti all'esterno è richiesto il grado di protezione IP65.

5.3.6 Quadri elettrici secondari

Sono previsti nuovi quadri elettrici per la protezione di tutte le linee a valle del quadro generale di cabina (per le parti condominiali) e a valle dei contatori BT dell'energia elettrica (degli utenti residenziali, uffici).

Per i quadri elettrici di ascensore sono previste le sole alimentazioni elettriche con cavo di sezione specificata sugli schemi dei quadri elettrici di progetto. Si precisa, come già detto in precedente paragrafo, che le potenze elettriche indicate sugli schemi di progetto sono quelle stimate dal progettista. In occasione dei lavori la ditta installatrice dovrà verificare tali valori con quelli effettivamente assorbiti dalle apparecchiature installate.

Ogni quadro è dotato di una o più targhe, scritte in maniera indelebile su targhetta metallica e poste in modo da essere visibili e leggibili quando l'apparecchiatura è installata.

I cablaggi dei circuiti interni ai quadri sono eseguiti per mezzo di appositi sistemi di cablaggio con sbarrette preisolate o con cavi tipo N07V-K.

L'identificazione di tutti i conduttori è ottenuta usando colorazioni diverse, collari di identificazione o siglature; parimenti devono essere identificabili in fase di collaudo tutti i cavi posti in morsettiera in uscita dal quadro elettrico. All'interno del quadro dovrà inoltre risultare installato il collettore principale di terra costituito da barra in rame di dimensioni minime 40x5mm.

Si dovrà inoltre prevedere un adeguato numero di interruttori di riserva (non inferiore al 30%) e la carpenteria avrà dimensioni tali da contenere ulteriori apparecchiature di protezione per il comando di nuove linee che si avesse la necessità di aggiungere in tempi successivi.

Le colonne cavi/morsettiera dovranno essere disposti di morsettiera di cablaggio laterale numerata per l'attestazione dei cavi in uscita.

5.3.7 Quadretti di emergenza a pulsante (pulsanti di sgancio)

Devono essere forniti, installati e collegati quadretti di emergenza in cassetta con vetro frontale a rompere.

Tali pulsanti intervengono su :

- Interruttore linea alimentazione centrale termo frigorifera
- Interruttore linea alimentazione autorimessa
- Interruttori linee alimentazione ascensori del solo edificio "torre"

E' previsto che i circuiti di apertura a lancio di corrente abbiano all'interno della cassetta che contiene il pulsante anche una lampada di segnalazione per l'indicazione della funzionalità del circuito di sgancio. Inoltre sul quadro elettrico generale deve essere installato un dispositivo per il controllo permanente del circuito di sgancio degli interruttori o il controllo di circuiti di sicurezza.

Tale dispositivo è di tipo modulare per guida DIN ed è dotato di :

- LED di segnalazione frontali (led rosso = anomalia circuito; led verde = circuito funzionante)

- tasto di prova

E' dotato inoltre di morsettiera per il collegamento degli ingressi/uscite; alimentazione 230V.

In corrispondenza di ciascuno dei pulsanti deve essere posizionata una targhetta metallica di colore rosso con incise le diciture relative al servizio svolto da ciascun pulsante ovvero :

- pulsante centrale termica : “sgancio energia elettrica”
- pulsante autorimessa : “sgancio energia elettrica”
- pulsante ascensore : “sgancio energia elettrica ascensore”

5.3.8 Alimentazioni di sicurezza

Tale impianto richiede una alimentazione normale e di “sicurezza” (come definita dalla rispettive norme di regolamentazione) la cui commutazione deve avvenire in modo automatico ad interruzione breve ovvero con tempo di esecuzione non superiore a 15 secondi.

5.3.9 Impianti termo fluidici

Si precisa che le potenze elettriche delle utenze degli impianti termofluidici indicate sugli schemi di progetto relativamente ai quadri elettrici degli impianti termofluidici (quadri sigla QT...) sono da ritenersi indicative in quanto stimate dal progettista.

Sulla base di tali valori l'impiantista elettrico generale provvederà all'idonea verifica e taratura dei relativi dispositivi di protezione. La comunicazione dei dati tra l'Installatore degli Impianti termofluidici e l'Installatore degli impianti elettrici avverrà per iscritto, con copia per conoscenza alla D.L.

5.3.10 Ascensori

L'edificio è servito da ascensori sia per la torre che per l'edificio basso. Quelli dell'edificio “torre” data la lunghezza e l'inserimento in attività soggetta al controllo dei VVF devono essere dotati di pulsante di sgancio.

5.3.11 Derivazioni terminali

Nelle derivazioni dalle cassette di dorsale i conduttori non sono interrotti: entrano nelle cassette e sulla morsettiera viene eseguita la derivazione sia per quelli che proseguono, sia per quelli derivati. La sezione dei conduttori rimane invariata per tutta la lunghezza della dorsale, fino all'ultima derivazione.

Sono previste cassette in resina stagna IP55 all'interno del controsoffitto o in vista a soffitto o cassette incassate a parete separate per i vari servizi (luce, forza motrice, ausiliari, fonìa/dati, ecc.).

All'interno dei controsoffitti deve essere garantito un grado di protezione minimo IP44.

Non è consentito il passaggio di conduttori da uno scomparto all'altro, tranne per il conduttore di protezione.

Particolare cura è riservata al collegamento tra le tubazioni da un lato e la cassetta dall'altro. Si devono sempre utilizzare pressacavi o raccordi adeguati per poter fissare le tubazioni alla cassetta. All'interno delle cassette le derivazioni avvengono in morsettiere componibili a vite.

Il conduttore di terra mantiene la sezione invariata per l'intera lunghezza della dorsale con un minimo di 6mm^2 .

Il collegamento tra dorsale in cavo e corpi illuminanti è realizzato con cavo (illuminazione di sicurezza) attestato direttamente alla morsettiera della plafoniera, dotato di pressacavi sia lato cassetta di derivazione che lato plafoniera. Modesti spostamenti nel percorso delle vie cavi non sono oggetto di modifica di prezzo, naturalmente se segnalati prima della loro posa in opera.

Il percorso, il numero e le sezioni delle linee dorsali sono rilevabili dai disegni di progetto.

5.3.12 Corpi illuminanti

Tutti i corpi illuminanti vengono forniti completi di lampade, reattori, fusibile di protezione, portalampade, morsetti arrivo linea ed accessori. Per le caratteristiche della componentistica delle plafoniere si vedano le specifiche tecniche riportate in seguito.

I fusibili devono essere sul conduttore di fase.

Le lampade tubolari fluorescenti sono del tipo ad alta resa luminosa.

Le parti metalliche dei corpi illuminanti sono verniciate a forno, previa pulitura, decapaggio e trattamento antiruggine. All'armatura viene collegato il conduttore di protezione.

Il montaggio dei corpi illuminanti può avvenire nei seguenti modi:

- ad incasso nei controsoffitti: sono fissati a profilati di sostegno del controsoffitto oppure direttamente alla struttura dell'edificio;
- sporgenti a soffitto o a parete: sono fissati mediante robusti ganci in acciaio cadmiato fissati alla struttura;
- incassati a parete

Tutti i tipi di corpi illuminanti devono essere approvati preventivamente dalla D.L.; devono comunque essere di primaria marca e di elevata qualità.

5.3.13 Gestione centralizzata illuminazione di emergenza

Gli apparecchi che appartengono all'impianto di illuminazione di emergenza sono sottoposti al controllo, eseguito automaticamente da una centrale collocata nel locale contatori della torre e nel locale tecnico dell'edificio basso. La stessa centrale è prevista per gli impianti luce di emergenza degli uffici della torre.

Le centrali degli impianti condominiali sono interconnesse mediante interfaccia a contatti con il pannello annunciatore allarmi situato nel locale contatori della torre per il riporto locale e remoto della segnalazione di guasto.

Tale centrale provvede ad eseguire test periodici, funzionali o di autonomia, ed a fornire copia su carta del loro esito.

Il sistema ha come componente fondamentale una centrale a microprocessore che controlla il funzionamento del sistema, gestisce gli eventi programmati, verifica gli apparecchi e le linee, memorizza i dati e pilota la stampante che è inserita nella centrale stessa.

Tale centrale deve essere in grado di controllare il numero di apparecchi previsto in progetto con un incremento di almeno il 20% come scorta per futuri ampliamenti e deve essere dotata di almeno due linee di uscita a cui collegare gli apparecchi in modo da poter creare altrettanti gruppi.

Ogni apparecchio di illuminazione di emergenza (sia di tipo S.A che S.E.) per consentirne il funzionamento anche in mancanza della tensione di rete è dotato di modulo di interfaccia mediante il quale è possibile identificare precisamente quali sono gli apparecchi guasti o che non rispettano la durata minima di autonomia.

Su ognuno di tali moduli di interfaccia viene impostato in fase di installazione un numero di identificazione. Le plafoniere ed i gruppi autonomi di emergenza sono dotati ciascuno di targhetta pantografata riportante un numero di identificazione.

Quando i test periodici sono terminati, vengono riportati sull'esito emesso dalla stampante i numeri corrispondenti alle eventuali lampade mal funzionanti. Allo scopo tutte le plafoniere di emergenza ovvero tutte le plafoniere che alloggiavano kit di emergenza vengono dotate di targhetta che ne identifica il codice riportato anche sulla centrale. Tali targhetta sono in materiale plastico, con fondo di colore nero e scritta bianca, serigrafata. Tutti i moduli di interfaccia sono collegati in parallelo tra loro e, per mezzo di un unico doppino non schermato collegati a loro volta alla centrale.

I test periodici che il sistema è in grado di effettuare, sia automaticamente sia manualmente, sono:

- *test funzionale* ha lo scopo di verificare la regolare entrata in emergenza degli apparecchi, in termini di effettiva accensione o di presenza delle singole lampade. Ciò si realizza mediante un controllo con la configurazione di riferimento, definita in fase di inizializzazione. Il test viene effettuato con cadenza settimanale a un orario prefissato dall'utente.
- *test di autonomia* ha lo scopo di verificare che l'autonomia degli apparecchi non sia inferiore a quella dichiarata; si effettua anch'esso con cadenza regolare con la possibilità di individuare almeno due gruppi di lampade in modo da non esporsi al rischio di avere apparecchi non efficienti in caso di black-out, durante o subito dopo il test, a causa degli accumulatori scarichi.

Nel caso coincidenza tra l'ora del test di autonomia e l'ora del test funzionale deve prevalere il test di autonomia.

Il sistema è provvisto di un "modo di riposo" ad autoripristino che consente lo spegnimento delle lampade di emergenza se si desidera effettuare la manutenzione dell'impianto.

5.3.14 Impianto di illuminazione esterna

La coesistenza tra i cavidotti ed altre condutture interrate deve essere effettuata nel pieno rispetto della norma CEI 11-17.

La derivazione alle utenze deve essere effettuata entro pozzetto rompitratta. Laddove possibile, al fine di limitare gli scavi laddove necessari e quindi evitare inutili interventi al manto erboso, si potrà prevedere il riutilizzo delle vie cavi interrate esistenti impiegate per gli stessi scopi, purché esse si trovino in buono stato di conservazione e la loro conformazione risulti compatibile ovvero in grado di accettare i nuovi impianti. I percorsi delle tubazioni andranno concordati in sede di esecuzione dei lavori con la D.L. in funzione anche delle necessità di intervento legate agli impianti termofluidici.

Al fine di ripristinare l'isolamento del cavo e garantire una adeguata protezione nel tempo all'interno dei pozzetti, le giunzioni devono essere effettuate utilizzando giunzioni in linea con isolamento in gel o con nastratura autoagglomerante.

Il comando dell'illuminazione esterna deve avvenire manualmente da quadro elettrico o in automatico da crepuscolare/orologio, con la possibilità di comandare separatamente i vari circuiti per assecondarli alle diverse esigenze di utilizzo.

5.4 Impianti di protezione

5.4.1 Note generali

Si considerano impianti di protezione:

- l'impianto di terra;
- l'impianti di protezione contro le scariche atmosferiche;
- l'impianto di equalizzazione del potenziale.

5.4.2 Impianto di terra

Viene realizzato un impianto di terra unico per l'intero complesso con le funzioni di messa a terra di protezione delle masse metalliche delle apparecchiature di MT, messa a terra del punto neutro degli avvolgimenti secondari del trasformatore MT/BT, messa a terra di protezione contro i contatti accidentali delle masse metalliche delle varie utenze BT.

L'impianto di terra è costituito da un dispersore interrato a circa 50 / 70 cm di profondità nel terreno entro una zona di sezione approssimativamente di 30x30cm e lunghezza pari all'intero sviluppo orizzontale della rete di dispersione, costituita da terreno vegetale; è in piatto in acciaio zincato di sezione minima 100mmq posizionato perimetralmente alla cabina di consegna.

Il dispersore viene integrato da picchetti verticali in acciaio zincato a croce di lunghezza 1,5m infissi nel terreno generalmente agli angoli dell'edificio. Sono inoltre connessi i ferri d'armatura della cabina e del fabbricato interrato costituente l'isola tecnica nonché le reti elettrosaldate delle pavimentazioni.

La rete di dispersione così costituita viene connessa alla maglia di terra esistente nei punti indicati sulle tavole di progetto. L'esecuzione è realizzata all'interno di pozzetto dotati di chiusino.

L'impiantista elettrico, ad impianto ultimato, deve:

- misurare la resistenza di terra dell'impianto realizzato;
- accertarsi, presso l'Ente distributore, del valore della corrente di terra e dei tempi di intervento delle protezioni e verificare se il valore della resistenza di terra soddisfa quanto prescritto dall'Ente stesso;
- redigere disegni relativi a quanto eseguito, fotografare i punti particolari non più visibili e documentare le apparecchiature ed il materiale impiegato;
- compilare i modelli necessari per la presentazione agli Enti territorialmente competenti.

A pavimento della cabina viene realizzata una maglia equipotenziale realizzata con rete elettrosaldata in tondino in ferro F 8mm, maglia 20 cm di lato.

Da tale maglia, all'interno delle cabine elettriche devono essere realizzati i collegamenti all'anello perimetrale a parete delle cabine stesse installato a circa 50 cm da pavimento realizzato sempre con piatto in rame dim. 30x4 mm, verniciato giallo, distanziato opportunamente da parete e collegato al collettore di terra.

Il collettore principale di terra viene realizzato in piatto di rame da 50x5 mm .

Il collettore deve risultare in posizione di facile accessibilità, con cartellino indelebile riportante la siglatura di ogni conduttore ad esso attestato.

Le masse e le masse estranee all'interno dei locali cabina sono collegati all'anello perimetrale.

Per quanto riguarda gli impianti con tensione nominale superiore a 1.000V, in base alla norma CEI 11-1 la rete di terra deve avere caratteristiche tali che con la corrente di guasto a terra non si verifichino in nessun punto del terreno o all'esterno dello stesso tensioni di contatto UT superiori a quelli indicate nella tabella seguente tratta dalla Norma sopraccitata.

5.4.3 Impianto di protezione contro le scariche atmosferiche

L'edificio risulta essere autoprotetto e quindi non necessita di impianto di protezione contro le scariche atmosferiche. Tuttavia è previsto un impianto di protezione integrativo eseguito con particolare limitatori di tensione che devono essere installati:

- sui quadri generali di B.T.
- sui quadri secondari di B.T.

realizzando il necessario coordinamento delle protezioni. Allo scopo si rende necessario proteggere individualmente alcune utenze (soccorritori, quadro di rifasamento,...) con idonei scaricatori come indicato sugli schemi ed elaborati di progetto.

Il quadro elettrico generale QIG deve essere dotato in ingresso di scaricatori di sovratensione aventi le seguenti caratteristiche:

- tensione riferimento scaricatore 255V
- livello di protezione (tens. impulsiva adescamento 1,2/5) £ 4kV
- capacità di scarica 50kA con onda 10/350ms

Per realizzare il corretto coordinamento energetico degli scaricatori onda 10/350ms con scaricatori onda 8/20ms vengono installati sul quadro QIG idonee bobine di disaccoppiamento come risulta dagli schemi di progetto.

I quadri elettrici secondari di BT devono essere dotati in ingresso di scaricatori di sovratensione aventi le seguenti caratteristiche:

- tensione riferimento scaricatore 275V
- livello di protezione (tens. impulsiva adescamento 1,2/5) £ 1kV
- capacità di scarica 20kA con onda 8/20ms

5.4.4 Impianto di equalizzazione del potenziale

Tutte le masse estranee del complesso, così come definite dalle norme CEI 64-8, sono collegate all'impianto di terra in modo da realizzare l'equipotenzialità con le masse accessibili.

I collegamenti equipotenziali sono realizzati con conduttori in rame, isolati nel colore giallo-verde, in conformità alle prescrizioni delle norme CEI 64-8.

In particolare si devono collegare le tubazioni e le canalizzazioni in ingresso ed uscita dalle centrali tecnologiche e le canalizzazioni metalliche all'interno dei cavedi. I collegamenti vanno riportati ad apposito collettore fissato a parete all'interno del locale, entro scatola in PVC con coperchio trasparente e simbolo di terra. I conduttori sono singolarmente siglati con apposita targhetta.

Il conduttore di protezione deve risultare perfettamente sfilabile e pertanto deve essere inserito entro guaina in PVC o tubazione in PVC pesante rigido.

I morsetti di collegamento alle tubazioni devono assicurare un contatto sicuro anche nel tempo. Questi morsetti devono essere preventivamente approvati dalla D.L.

Sarà comunque verificato in modo scrupoloso che tutte le parti conduttrici, che possano diventare motivo di contatti indiretti, siano collegate all'impianto di terra.

In corrispondenza dei servizi igienici sono collegate all'impianto di equalizzazione del potenziale (EQS) le sole tubazioni di acqua calda e fredda di adduzione fluidi in corrispondenza dell'entrata nel servizio stesso.

5.4.5 Compartimentazione antifuoco

Nei passaggi attraverso strutture ove ciò sia richiesto, è necessario realizzare una compartimentazione antifuoco in corrispondenza degli ingressi e delle uscite dei cavi.

Per realizzare tale sbarramento, devono essere impiegate schiume di riempimento intumescenti, integrate ove necessario da pannelli incombustibili, tali da garantire un grado di resistenza al fuoco pari almeno a quella prevista per le pareti su cui viene eseguita.

Si rimanda alle tavole dell'Esame progetto presentato ai VVF per la loro individuazione.

5.5 Impianti speciali

5.5.1 Impianto di rivelazione incendio e gas

Descrizione

L'impianto di rivelazione incendio è esteso ai soli uffici della torre. Ogni piano uffici è dotato di proprio impianto autonomo costituito da:

- centrale di rivelazione incendio per rivelatori ad indirizzo collettivo
- pannelli remoti di segnalazione stati/allarmi
- rivelatori automatici di tipo ottico, collettivi
- pulsanti di allarme manuale
- moduli di comando
- moduli di segnalazione di stato
- pannelli di segnalazione ottico - acustica di allarme incendio
- rete di interconnessione delle apparecchiature in campo con la centrale

L'impianto deve essere realizzato in conformità con le Norme UNI 9795.

Tutti i componenti e le apparecchiature costituenti l'impianto di rivelazione incendio devono essere conformi alle norme EN54 ovvero:

- UNI EN 54-1 Introduzione (Scopo e Piano delle Parti)
- UNI EN 54-2 Apparatì di Segnalazione e Controllo
- UNI EN 54-3 Dispositivi di Sonori di Allarme Incendio
- UNI EN 54-4 Apparatì Di Alimentazione
- UNI EN 54-7 Rivelatori Puntiformi di Fumo
- UNI EN 54-11 Punti di Allarme Manuali (Incendio)

La centrale è collocata all'interno di apposito contenitore metallico per installazione a parete in posizione da concordare in sede di esecuzione dei lavori.

La centrale è del tipo a microprocessore, modulare, dotata di alimentatore e schede per il collegamento dei componenti del sistema e di schede a relè per l'attivazione, a gruppi, delle attuazioni in caso di allarme secondo lo schema riportato sui disegni di progetto.

E' inoltre interfacciata con il combinatore telefonico per consentire l'inoltro della segnalazione d'allarme mediante rete telefonica.

I pannelli ottico/acustici di allarme incendio vengono collocati nelle zone comuni e nei punti di maggior presenza di persone, in punti sicuramente visibili da ogni direzione.

Attuazioni

In presenza di allarme la centrale attiva direttamente le sequenze di reazione di seguito elencate :

- attivazione della segnalazione ottico/acustica sulla centrale stessa
- attivazione della segnalazione ottico/acustica sui pannelli remoti
- attivazione pannelli ottico acustici della corrispondente tramite i moduli di comando
- attivazione dei ripetitori ottico-acustico di allarme incendio
- attivazione del combinatore telefonico

Rete di interconnessione

La rete di interconnessione è costituita da linee bipolari, chiuse ad anello sulla centrale e dedicate al controllo dell'edificio. Viene impiegato cavo del tipo non propagante l'incendio ed a bassa emissione di fumi e gas tossici, a Norme CEI 20-22/II e III, CEI 20-35/37/38.

I pannelli di segnalazione ottico - acustica vengono attivati dalla centrale di rivelazione incendio.

5.5.2

Impianto antintrusione

Descrizione

Vengono installati impianti antintrusione autonomi per :

- appartamenti della torre
- uffici della torre

Gli elementi impiegati costituiscono un sistema di protezione attiva, idoneo per l'inserimento in un sistema demotico, ciascuno dei quali è costituito da:

- centrale con tastiera e display, 8 zone, dotata di combinatore telefonico, programmabile, per installazione a parete
- alimentatore
- ricevitore per l'inserimento/disinserimento impianto tramite telecomando a transponder (badge) _ n.2 badge
- sirena da interno autoalimentata
- sirena da esterno
- moduli attuatori
- modulo con tastierino per l'inserimento/disinserimento delle zone parzializzabili
- rilevatori volumetrici a doppia tecnologia infrarossi/microonde

- contatti magnetici di controllo stato porta/finestre
- cavi e cablaggi

I rivelatori volumetrici ed i controlli di stato fanno capo ad una centrale di allarme installata in posizione da concordare in sede di esecuzione lavori. Essa provvede ad eseguire la loro alimentazione, il loro controllo e la generazione degli allarmi in caso di effrazione.

Tale centrale è dotata di batterie per garantirne il funzionamento anche in assenza di alimentazione da rete elettrica. E' racchiusa in contenitore fissato a parete. All'interno dell'unità immobiliare è presente un modulo a tastiera per incasso a parete su scatole tipo 503 per l'inserimento/disinserimento delle zone parzializzabili ovvero protezione perimetrale esterna.

La centrale è dotata di scheda a relè per consentire l'interfacciamento con il combinatore telefonico e predisposta per l'inserimento nel sistema HBES (domotica) dell'unità immobiliare.

Rete di interconnessione

E' costituita da linee sulle quali vengono collegati gli elementi in campo.

Ogni linea, realizzata con cavo di adeguate caratteristiche del tipo non propagante l'incendio ed a bassa emissione di fumi e gas tossici, a Norme CEI 20-22/II e III, CEI 20-35/37/38, assicura l'alimentazione ed il controllo di ciascun elemento in campo da parte della centrale.

5.5.3 Impianto diffusione sonora

Note generali

Sono previsti impianti di diffusione sonora a servizio degli appartamenti della torre.

E' un sistema di diffusione sonora multicanale per l'emissione di musica di sottofondo del tipo idoneo per l'inserimento in un sistema domotico.

Vengono installate tubazioni, cavi, scatole terminali con diffusori acustici da incasso, selettori di canale e regolazione volume, sintonizzatore e modulo di interfaccia con centrali di diffusione sonora esterne (queste escluse).

Il sistema si compone di:

- Sintonizzatore radio RDS stereo FM per guida DIN dotato di ingresso coassiale per l'installazione di antenna esterna
- Ingresso RCA per il collegamento di sorgenti sonore esterne
- Punto di comando on/off diffusori, regolazione volume, ciclo sorgenti disponibili, selezione brano CD, selezione stazione radio completo di preamplificatore
- Diffusori acustici 12W tipo da incasso a parete (per scatole tipo 506)
- Cavi e connettori

Rete di interconnessione

L'alimentazione degli altoparlanti, avviene a tensione costante 100V e pertanto per ciascun circuito si prevedono coppie di fili da 15/10 trecciati e colorati per segnali di potenza.

I cavi vengono posati all'interno delle canalizzazioni degli impianti speciali. In nessun caso devono transitare assieme ai cavi di energia.

5.5.4 Impianto videocitofonico

Note generali

E' incluso nel presente appalto la fornitura e posa in opera di impianti citofonici e videocitofonici completi di tutte le apparecchiature, materiali ed opere necessarie indicate sulle tavole di progetto per consentirne il funzionamento secondo le modalità di seguito descritte, del tipo idoneo per inserimento in sistema domotico.

Descrizione

Sono previsti i seguenti impianti videocitofonici con monitor LCD a colori e pulsantiere esterne collocate presso:

- ingresso principale esterno pedonale torre
- ingresso principale esterno edificio basso

Tali impianti si intendono composti da:

- posto esterno con display LCD e tastiera, gruppo fonico (microfono ed altoparlante) e telecamera incassata
- alimentatore con circuiti protetti contro le sovracorrenti;
- alimentazione della serratura elettrica/incontro elettrico sulla porta sbloccata dal pulsante interno;
- posto interno costituito da monitor LCD 5,6" colori, apparecchio citofonico con pulsanti di sblocco porta/e, suoneria/ronzatore;
- cavi , cablaggi e rete di interconnessione condominiale.

Postazioni da esterno

Le postazioni da esterno sono del tipo digitale con display LCD e tastiera; devono avere grado di protezione non inferiore a IP54, essere in alluminio anodizzato, con protezione antivandalo, dotate di tettuccio parapiovra e scatola da incasso a parete o apposito contenitore metallico per fissaggio sporgente a parete.

I moduli telecamera per la ripresa video sono installati in prossimità del modulo fonico e sono provvisti di sensore CCD da 1/3" con obiettivo F3,5 f 3,6mm (angolo max 92°) oltre ad essere dotati di illuminazione a raggi infrarossi per le riprese notturne.

Deve essere possibile disporre anche di un modulo di interfaccia in grado di gestire una telecamera scorpolata e di pilotare eventuali supplementi di illuminazione nel campo di ripresa della stessa. La telecamera deve essere a tecnologia CCD, installata su staffa orientabile con apposita protezione ed equipaggiabile con obiettivi diversi in funzione delle diverse esigenze. Tali obiettivi devono essere del tipo con diaframma automatico e lunghezza focale idonea in relazione all'area da inquadrare.

Postazioni di interno

Le postazioni da interno sono del tipo per fissaggio a parete; la loro pulsantiera consente l'apertura dei varchi controllati e la conseguente abilitazione all'ingresso. Sono di colore bianco, di dimensioni contenute e gradevole aspetto estetico, provviste di cornetta, cordone estensibile con connettore RJ, con segreto di conversazione e regolazione volume di chiamata su più livelli

Sono dotate di tasti per il comando di :

- serratura elettrica cancello pedonale;
- serratura elettrica porta vano scale;
- accensione luce scale.

Ogni postazione interna ed esterna è dotata di scatola ed accessori per l'incasso a parete.

I videocitofoni hanno monitor colori da 5,6" con possibilità di regolazione della luminosità e del contrasto, tasto di monitoraggio del posto esterno anche con cornetta abbassata o per chiamata ad un posto centrale presidiato. Le unità immobiliari per le quali venga scelta l'opzione "domotica", la postazione deve avere tastiera e display per la gestione dello stesso impianto demotico.

Le operazioni di cablaggio e montaggio devono essere facilitate dall'uso di morsetti estraibili opportunamente numerati. Alimentatori, derivatori, miscelatori, distributori, dispositivi di interfaccia, centralini telefonici, etc. devono essere di tipo modulare installabili su guida DIN.

Per tutti i sistemi videocitofonici deve essere realizzata la linea di alimentazione elettrica a partire dal corrispondente quadro di zona.

Rete di interconnessione

E' costituita da un sistema digitale caratterizzata da cablaggio semplificato costituito da cavo precomposto (a coppie twistate) per il segnale e conduttori per l'alimentazione dei dispositivi, su cui vengono collegate le postazioni video/citofoniche.

Ogni linea (segnale e potenza) è realizzata con cavi/conduttori di adeguate caratteristiche del tipo non propagante l'incendio ed a bassa emissione di fumi e gas tossici, a Norme CEI 20-22/II e III.

5.5.5 Impianto fonia/dati

Note generali

Sono previsti impianti fonia/dati per le unità immobiliari.

Il sistema di cablaggio è eseguito con conduttori :

- doppino telefonico 1 cp per la versione "base" dell'impianto con prese terminali RJ11
- cavo 4cp UTP cat.5 o 6 per la versione "multimediale" con connettori terminali multifunzione RJ11, RJ45, bus e permutatore 12 attacchi da guida DIN

Premessa

L'impianto fonia-dati richiesto costituisce una rete di trasmissione che assicura l'interconnessione delle apparecchiature dati e voce ed il loro interfacciamento con la reti esterne.

Si compone di :

- prese terminali di utente;
- rete di distribuzione orizzontale, con cavi in rame, tra i punti terminali di utente e il permutatore per guida DIN;

Sono escluse le apparecchiature attive.

Punti terminale di utente

I punti terminali a presa devono essere realizzati con terminali autospellanti.

Questo modo di procedere consente una connessione diretta del cavo di distribuzione orizzontale con i terminali di contatto della presa stessa e quindi una riduzione della degradazione del segnale, migliorando così l'affidabilità della rete.

Ogni presa lato utente è corredata di etichetta identificatrice serigrafata non rimovibile accidentalmente che consenta di individuare il corrispondente terminale presso l'armadio di piano, ove, sulla corrispondente presa viene apposta identica targhetta.

5.5.6 Impianto di ricezione TV

E' prevista l'installazione di un impianto di ricezione TV terrestre e satellitare a servizio delle unità immobiliari a destinazione residenziale.

Tale impianto è dotato di proprio gruppo antenne, centrale di testa, amplificatore, partitori, derivatori, cavi, prese terminali ed accessori di completamento.

Le antenne vengono installate sulla copertura dell'edificio in posizione da concordare con la D.L. in sede di esecuzione dei lavori, previa rimozione di quelle attualmente esistenti.

L'impianto è di tipo centralizzato. Riceve i segnali da un unico gruppo di antenne e successivamente li invia ai diversi punti di utilizzo per mezzo di una rete di distribuzione dopo che tali segnali sono stati opportunamente elaborati dal centralino.

L'impianto si compone di:

- antenne ricezione TV terrestre
- antenna satellitare doppio-fuoco
- centrale di testa
- linee di collegamento
- prese terminali

In ogni unità immobiliare sono previste n.1 presa ricezione satellitare e n.4 prese per ricezione terrestre.

L'impianto deve essere realizzato in modo da garantire le seguenti caratteristiche minime:

- segnali utili in presa utente: 66 dBmV su tutta la banda
- massima differenza su tutta la banda tra due segnali non adiacenti: < 12 dB.

- rapporto S/N in presa utente: > 46 dB.
- disaccoppiamento tra due prese utente: > 20 dB
- disaccoppiamento tra 2 derivatori di linea: > 40 dB

L'impianto, previa presentazione di progetto costruttivo, con accurato calcolo delle attenuazioni, approvato preventivamente dalla D.L., deve essere realizzato con apparecchiature conformi allo standard CENELEC ed alle norme vigenti in materia di sicurezza sugli impianti collettivi (CEI 12/15, CEI 46/1, CEI 20/22), possibilmente prodotte da un unico costruttore.

Il sistema ricevente, installato sulla copertura del fabbricato, è costituito dalle necessarie antenne terrestri e da una antenna parabolica dotata di due convertitori.

Gli elementi tubolari di supporto e le antenne devono essere di robusta costruzione meccanica, trattati con mezzi protettivi e quindi adatti a resistere agli agenti corrosivi atmosferici anche nelle condizioni più sfavorevoli.

Le antenne vengono montate su un palo fissato in copertura e la relativa centrale di amplificazione viene installata nelle vicinanze delle antenne stesse in locale protetto del sottotetto, da stabilirsi di comune accordo con la DL. in sede di esecuzione dei lavori.

Gruppo antenne

Le antenne per TV terrestre devono essere del tipo a larga banda, in grado di ricevere più segnali in gamma UHF e VHF di reti nazionali e regionali; con ottimo valore del guadagno e del rapporto A-I onde consentire una buona ricezione anche con segnali deboli o in zone caratterizzate da forti riflessioni laterali o posteriori o ancora in zone sede di interferenze da segnali provenienti da direzioni diverse. In ogni caso devono essere messi in atto tutti i necessari accorgimenti che consentano di ottenere una ottima ricezione dei segnali TV (sfruttando ad esempio la direttività delle antenne, usando sistemi di antenne accoppiate, etc..).

Il gruppo di ricezione terrestre comprende le seguenti antenne:

- n. 1 per canale B III, canale 05, 174-181 Mhz,
- n. 1 per canali 21-37
- n. 1 per canali 21-69

Centralino

Il centralino è contenuto in armadietto metallico con portellino di protezione, è adeguamento aerato e di tipo modulare.

I segnali captati dal sistema ricevente devono essere inviati per mezzo di cavi coassiali alla centrale di testa, installata in locale protetto del sottotetto, da stabilirsi di comune accordo con la DL.

I vari ingressi sono dotati di attenuatore, per dare la possibilità di collegare direttamente le antenne e di regolare l'intensità dei segnali da essi provenienti.

Il centralino è composto da due unità dedicate rispettivamente alla ricezione terrestre e satellitare, ognuna delle quali ha le seguenti caratteristiche:

- frequenza di ingresso: 950-2400MHz
- range livello ingresso: 60-85 dBmV

- frequenza in uscita: 47-862 MHz
- interfaccia seriale
- amplificatore finale con guadagno 28dB
- attenuatore 0-20dB
- dotata di almeno 8 ingressi modulari, espandibili, per l'alloggiamento di modulatori a due canali, programmabili in modo da poter ricevere complessivamente 12 canali terrestri, 12 canali satellitari e 2 canali interni

Il centralino è alimentato dalla rete 230V ed è dotato di doppio amplificatore di distribuzione come indicato sugli schemi di progetto ognuno dei quali distribuisce il segnale alle prese TV mediante il cavedio. La distribuzione interna è eseguita con cavo coassiale a basse perdite.

5.6 Planimetria generale

5.6.1 Vista Planimetria generale

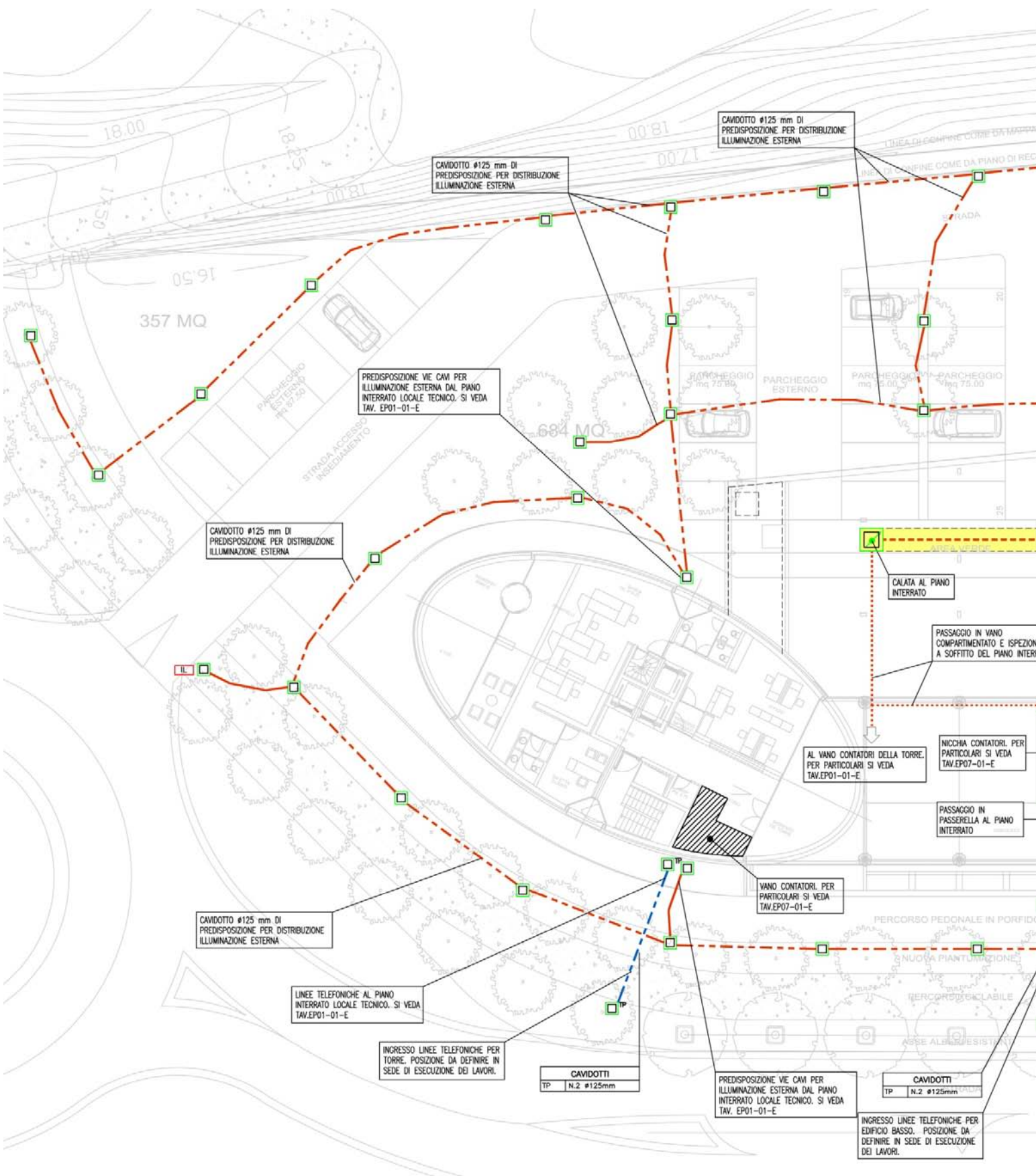


Figura 5.1

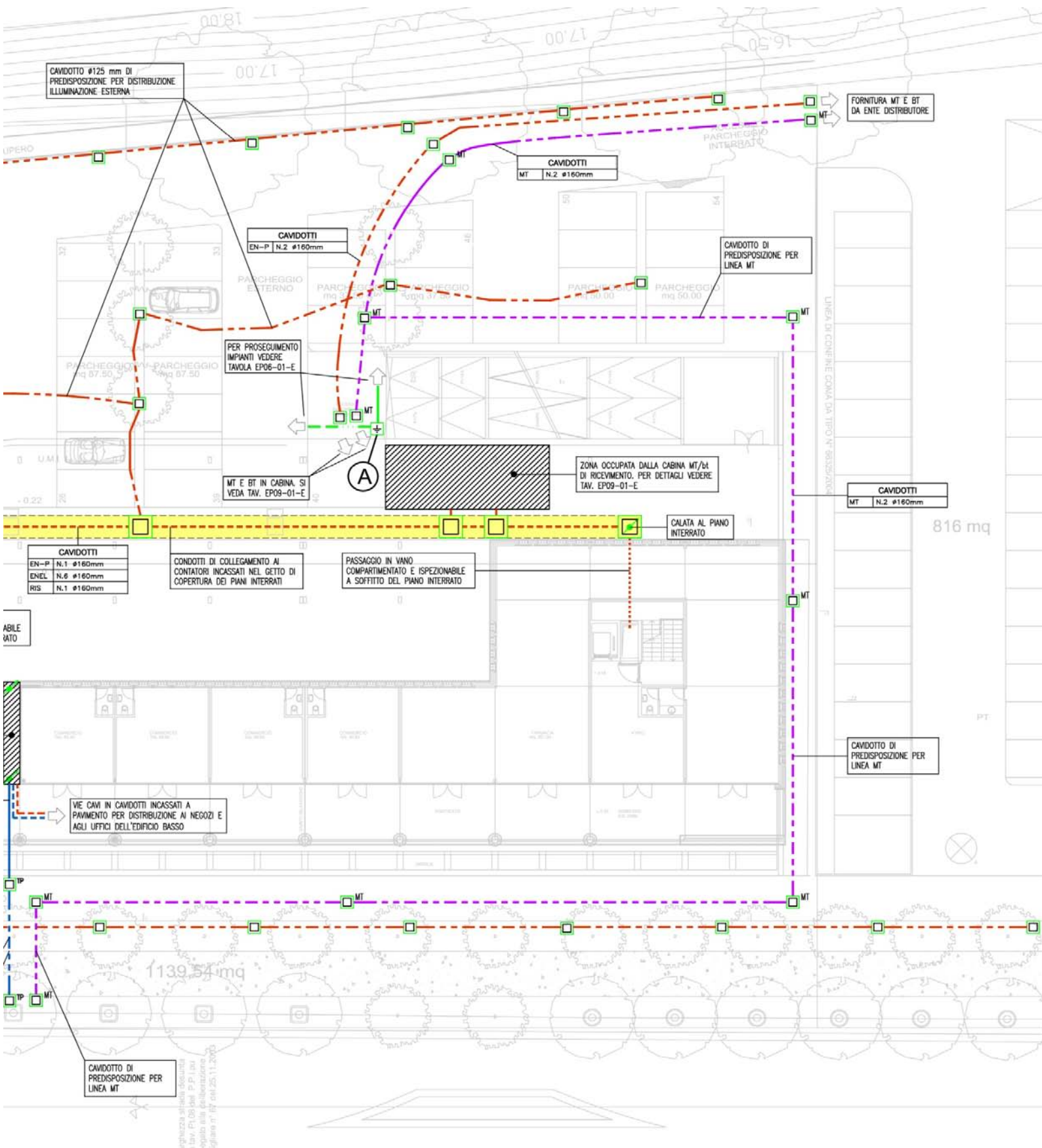


Figura 5.2

5.6.2 Legenda planimetria generale

LEGENDA














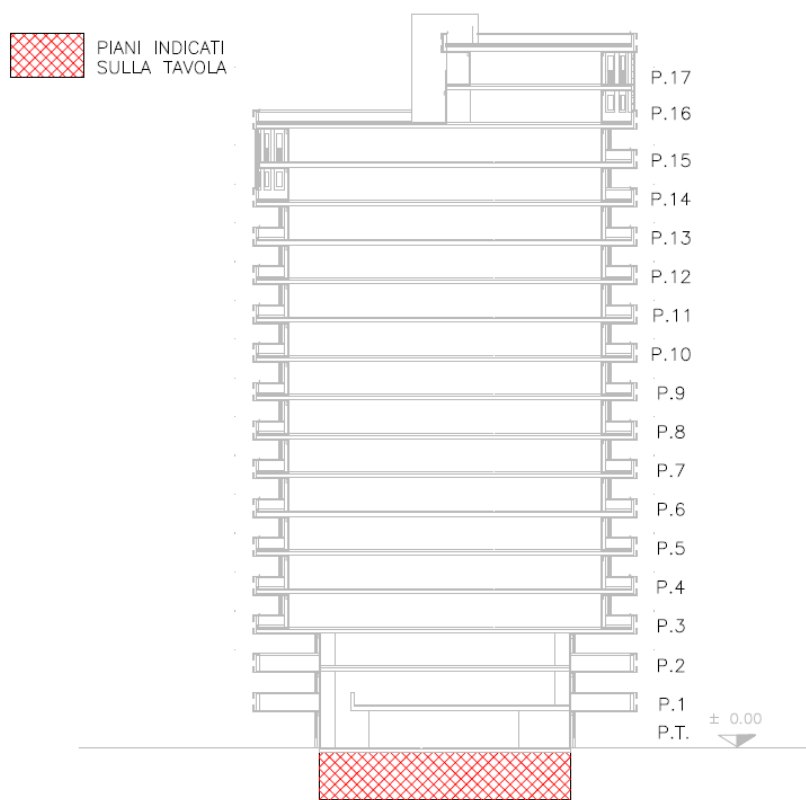
	Montante impianti
	Pozzetto in CLS a fondo perdente con dispersore verticale di terra e chiusino carrabile
	Pozzetto in CLS a fondo perdente con chiusino carrabile
	Pozzetto in CLS a fondo perdente con chiusino carrabile, per impianto telefonico
	Pozzetto in CLS a fondo perdente con chiusino carrabile per impianto media tensione
	Punto di alimentazione per insegna luminosa
	Piatto in acciaio zincato sez.100mmq interrato
	Cavidotto in PVC flessibile doppia parete interrato, per impianti elettrici
	Cavidotto in PVC flessibile doppia parete incassato a pavimento, per impianti elettrici
	Cavidotto in PVC flessibile doppia parete interrato, per media tensione
	Cavidotto in PVC flessibile doppia parete interrato, per impianti speciali
	Cavidotto in PVC flessibile doppia parete incassato a pavimento, per impianti speciali
	Canale portacavi entro vano compartimentato antifuoco REI 90

Figura 5.3

5.7 Piano interrato

5.7.1 Pianta chiave piano interrato

La pianta chiave mostra a che piano fa riferimento la planimetria.



5.7.2 Planimetria piano interrato

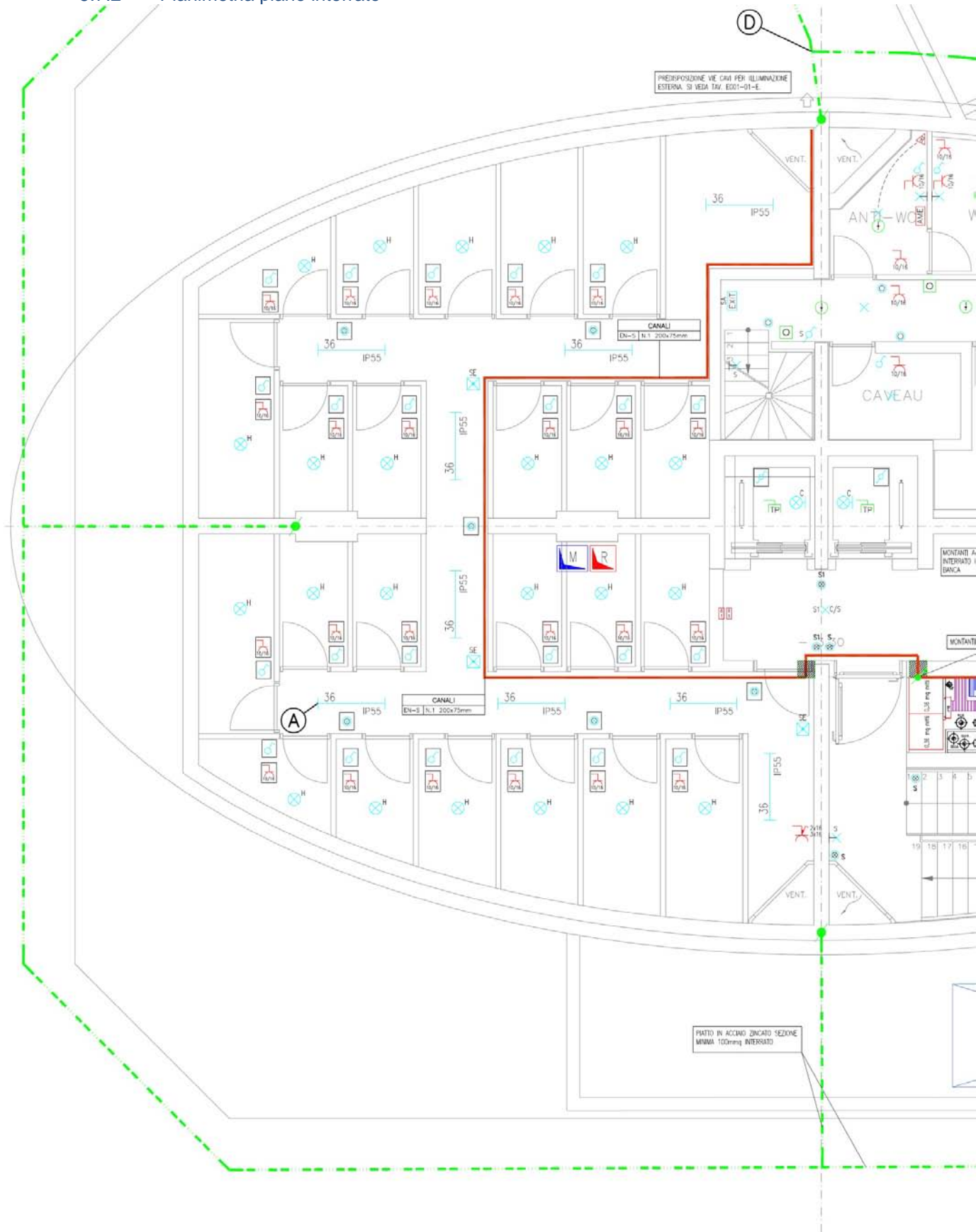


Figura 5.5

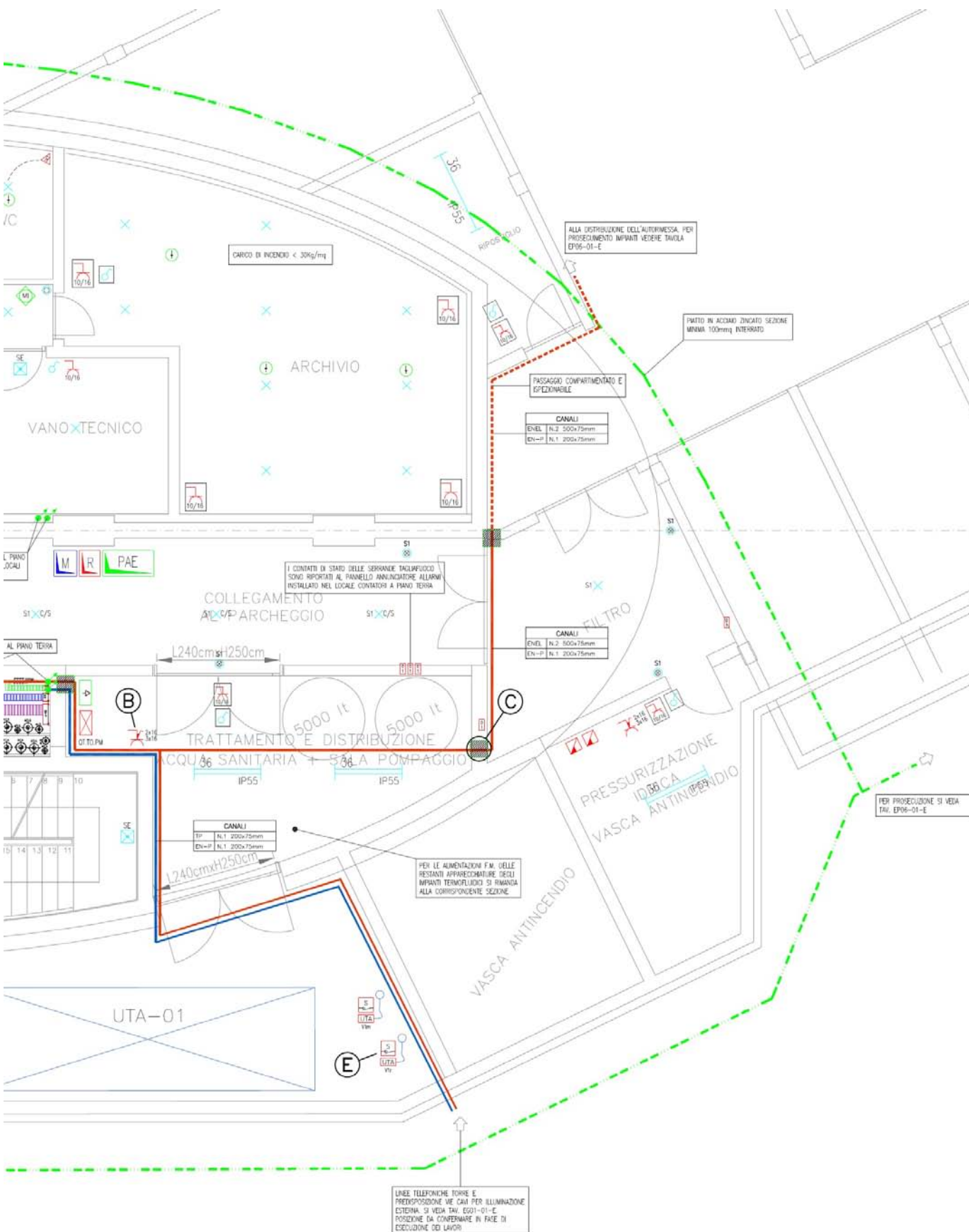


Figura 5.6

5.7.3 Legenda piano interrato

LEGENDA





































	Quadro elettrico per impianti termofluidici
	Quadro elettrico di piano o di zona
	Pulsante di sgancio manuale energia elettrica
	Punto di comando con interruttore, pulsante luminoso entro scatola in vista, IP55
	Punto di comando deviatore, interruttore, pulsante entro scatola da incasso
	Punto di comando con pulsante luminoso entro scatola da incasso
	Rivelatore di presenza per comando luci locale
	Plafoniera per lampada fluorescente 1x36W in vista a soffitto
	Plafoniera per lampada fluorescente 2x36W in vista a soffitto
	Corpo illuminante con lampada incandescente 1x60W, IP44, in vista a parete
	Plafoniera forma circolare tipo 1x26W, IP65
	Punto luce da incasso a parete/soffitto
	Punto luce in vista a soffitto
	Plafoniera per lampada fluorescente 1x11W (600lm) dotata di gruppo autonomo, SE, autonomia minima 1 ora
	Plafoniera per lampada fluorescente 1x12W, dotata di gruppo autonomo, SA e di pittogramma normalizzato, autonomia minima 1 ora
	Presa bipasso 2x10/16A+T entro scatola da incasso
	Presa bipasso 2x10/16A+T entro scatola in vista, IP55
	Gruppo prese (2x16)+T + (3x16)A+T tipo CEE interbloccate con interruttori automatici di protezione
	Punto di alimentazione per pompe antincendio (vista, acciaio zincato, FTG100M1)
	Punto di alimentazione per asciugamani elettrico eseguito con presa 2x10/16A+T ed interruttore bipolare 0/1
	Punto di alimentazione per UTA (vista, acciaio zincato, FG70R)
	Punto di alimentazione per cancello elettrico esterno
	Punto di alimentazione per cavo scaldante
	Sezionatore antinfortunistico a manovra rotativa
	Collettore generale di terra
	Montante impianti
	Collegamento equipotenziale ai ferri d'armatura dell'edificio
	Rivelatore volumetrico a doppia tecnologia microonde-infrarossi
	Punto presa per attacco telefonico
	Pulsante di allarme incendio manuale
	Rivelatore ottico di fumo a soffitto
	Sigillatura REI
	Contatto di stato serranda tagliafuoco
	Piatto in acciaio zincato sez.100mmq interrato
	Canale portacavi
	Conduttura in PVC rigida in vista a parete/soffitto
	Cassetta di derivazione in lega leggera

Figura 5.7

5.7.4 Particolari piano interrato

Figura 5.8: installazione plafoniera stagna in vista a soffitto (Particolare A).

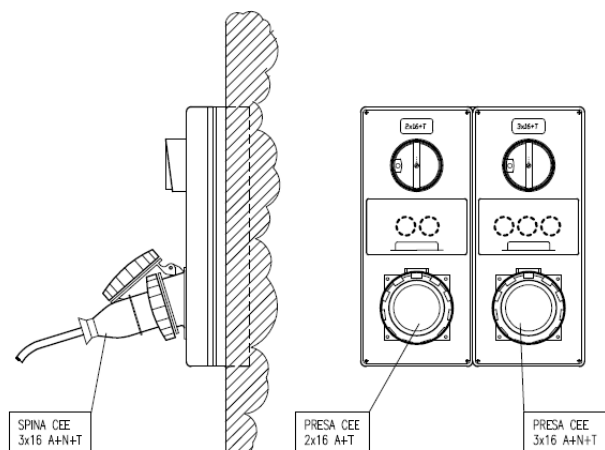


Figura 5.9

Figura 5.10: connessione dispersori orizzontali eseguita con morsetti a croce in acciaio zincato (Particolare D).

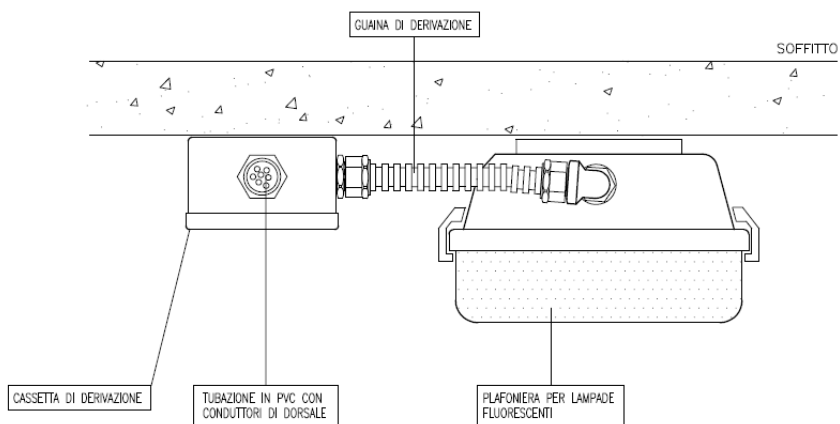


Figura 5.8

Figura 5.9: gruppo prese CEE n. 1 (2x16)A+T e (3x16)A+T incassate a parete (Particolare B).

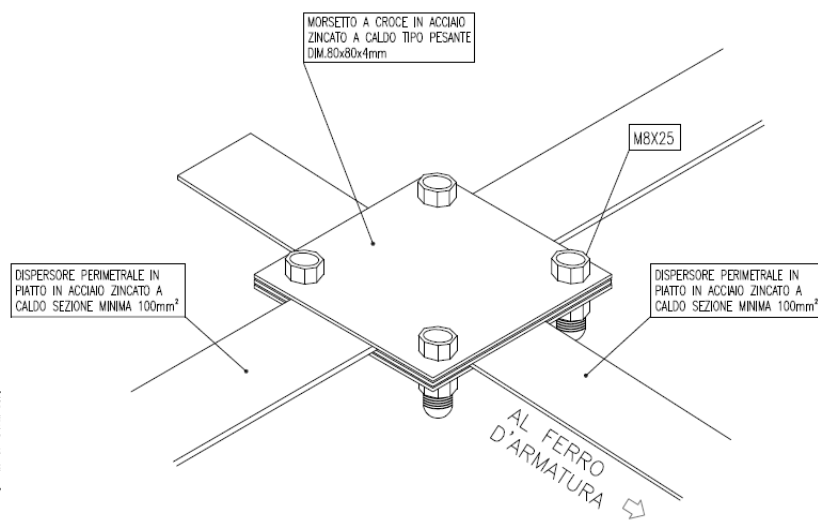


Figura 5.10

Figura 5.11: sezione compartimenti REI per canali portacavi (Particolare C).

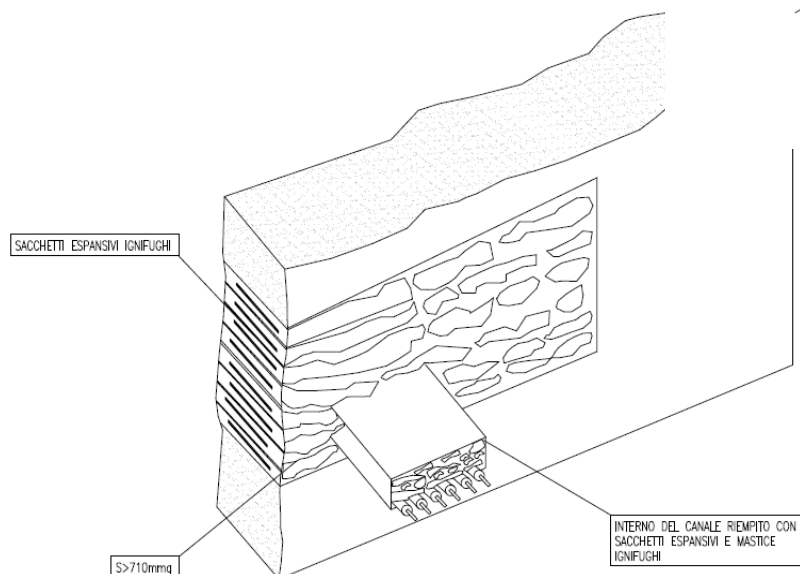


Figura 5.11

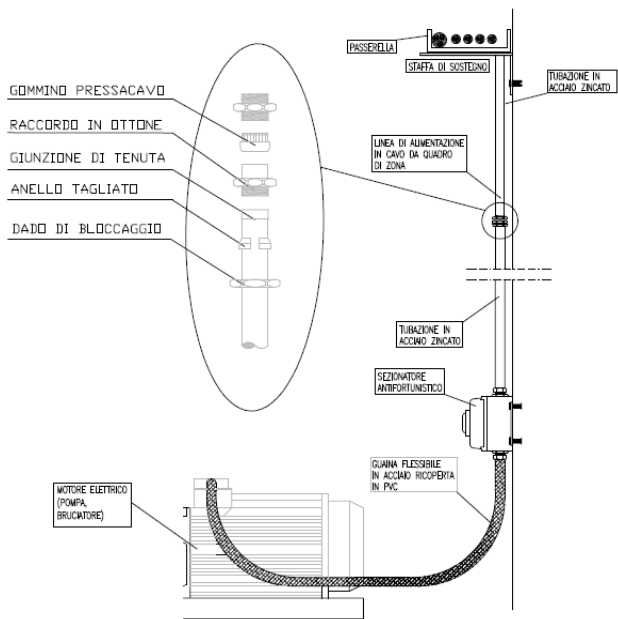
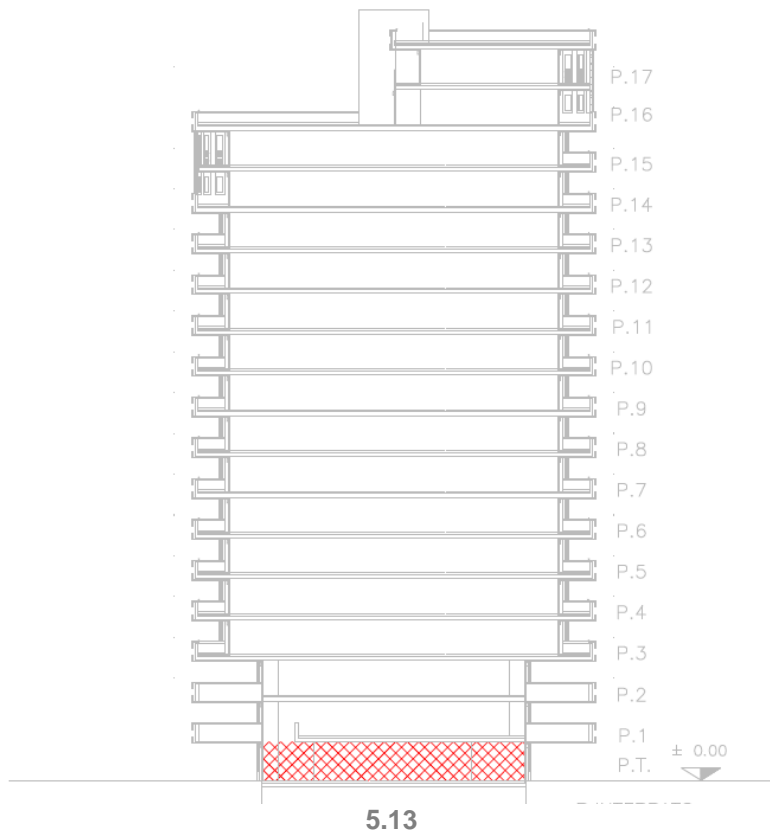


Figura 5.12: punto di alimentazione in vista per motore (Particolare E).

Figura 5.12

5.8 Piano terra

5.8.1 Pianta chiave piano terra



5.8.2 Particolari piano terra

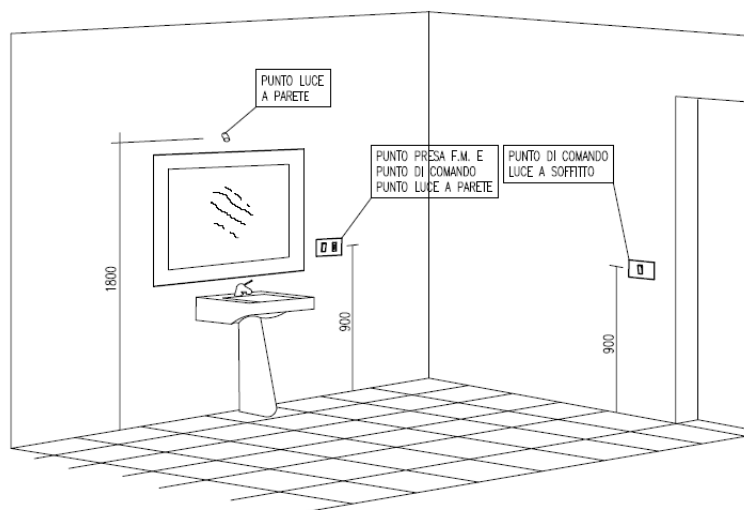
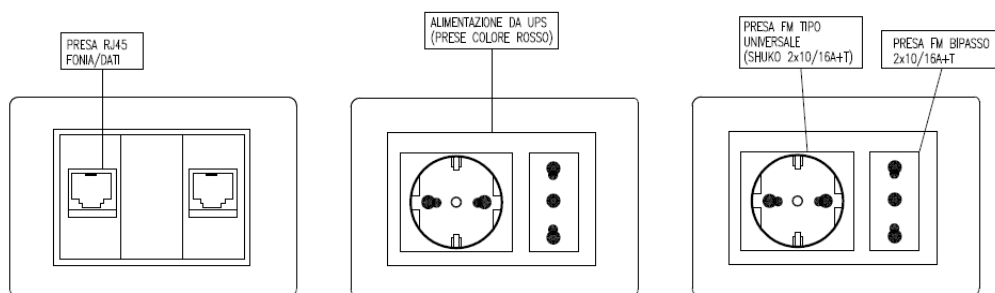


Figura 5.14

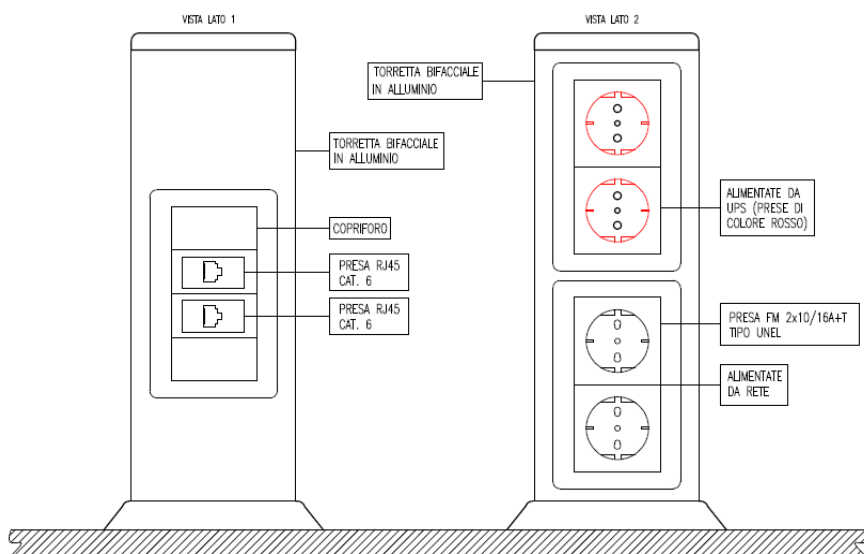
Figura 5.14: installazione utenze terminali all'interno dei WC (Particolare A).

Figura 5.15: punto di lavoro A (Particolare B).



NB: QUANDO IL GRUPPO DI LAVORO NECESSITA DI UN GRADO DI PROTEZIONE MINIMO IP55 IL SUPPORTO DELLE PRESE FM DEVESSERE DOTATO DI PORTELLO FRONTALE CON MEMBRANA TRASPARENTE

Figura 5.15



NOTA: ALL'INTERNO DEI LOCALI ALIMENTATI DA QUADRO CON TRASFORMATORE DI ISOLAMENTO (IT-M) LE PRESE FM SONO TUTTE DI COLORE NERO E DERIVATE DA CIRCUITI A VALLE DEL TRASFORMATORE STESSO

Figura 5.16

Figura 5.16: punto di lavoro B (Particolare C).

5.8.3 Planimetria piano terra

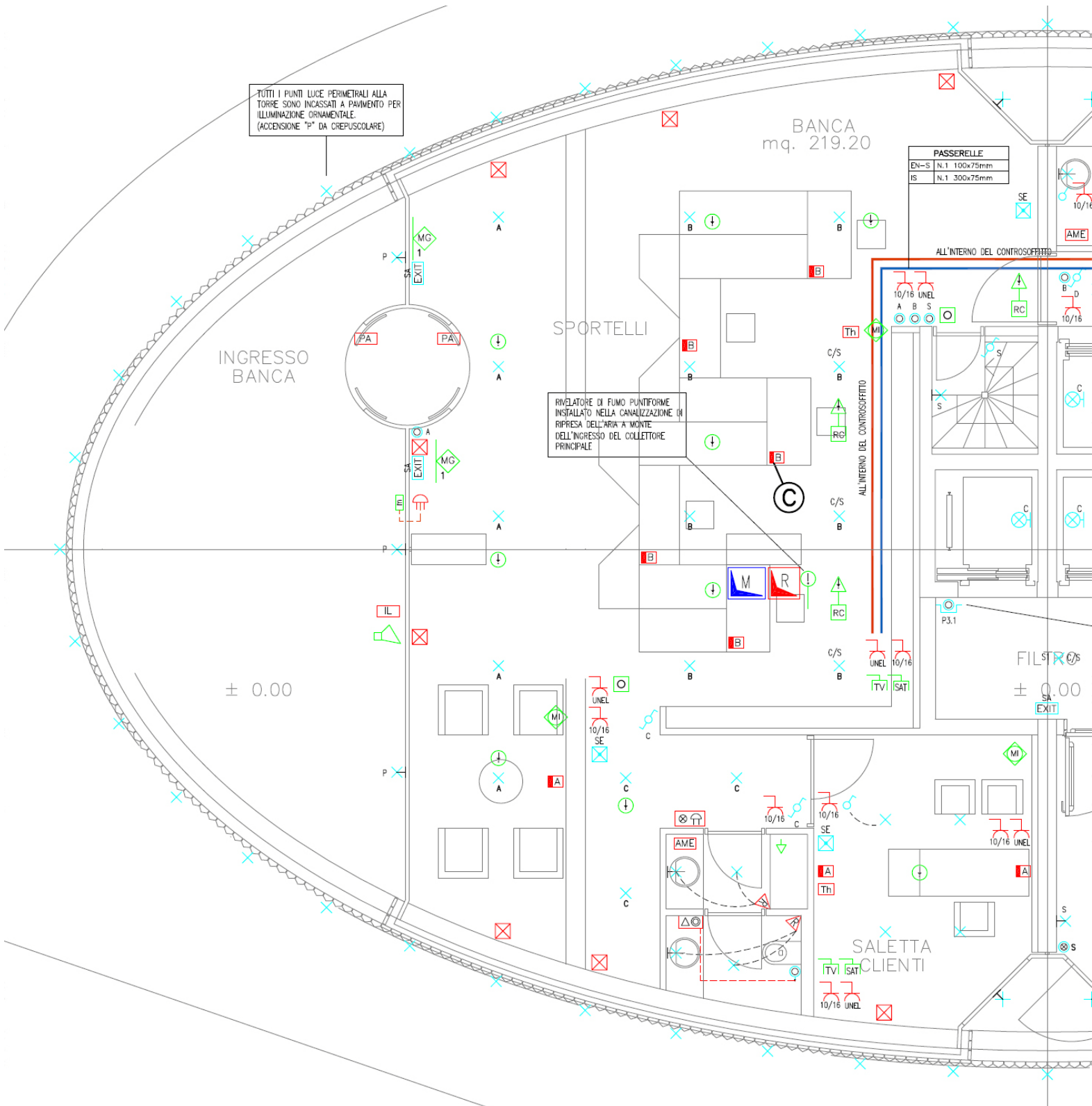


Figura 5.17

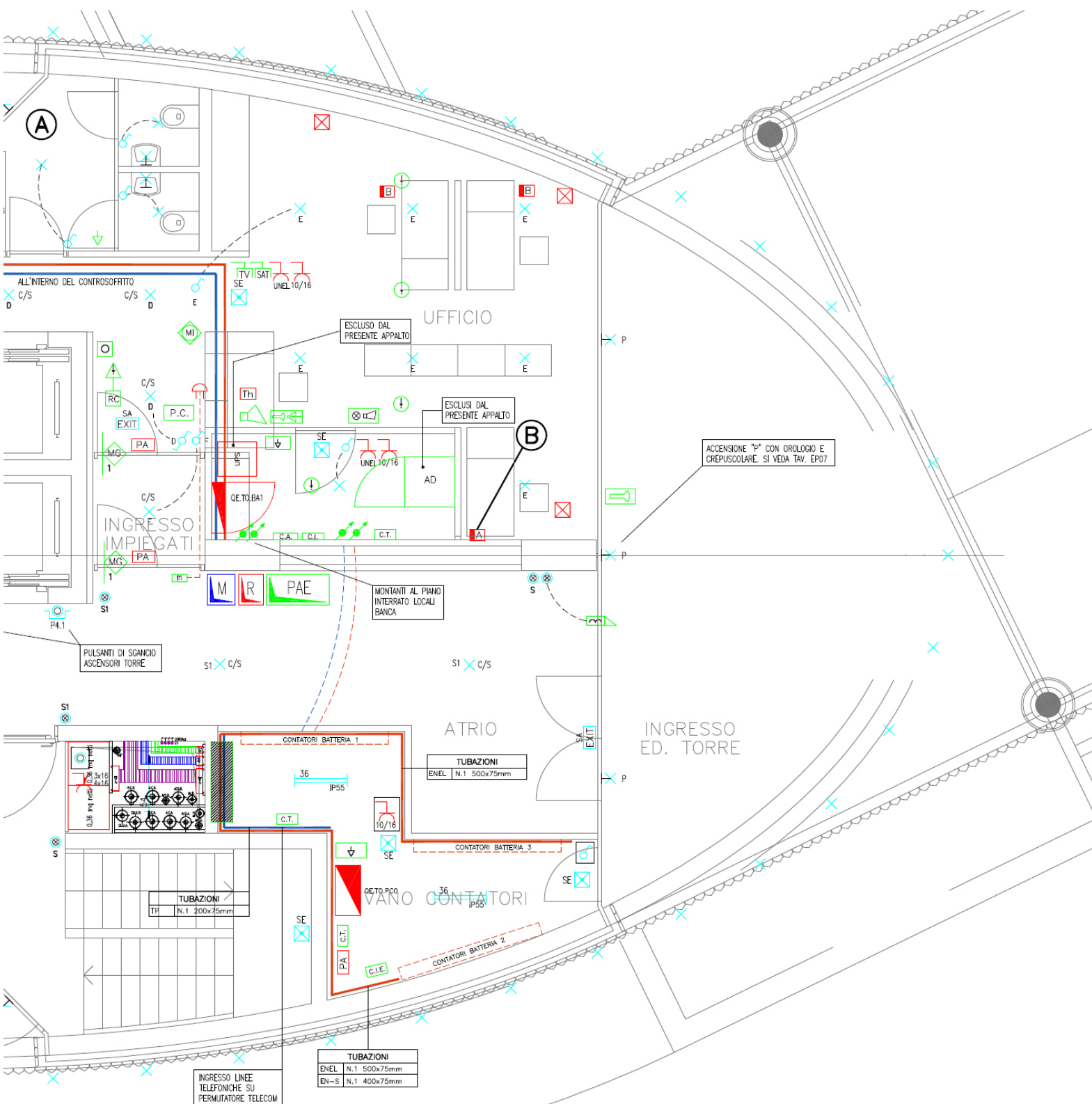


Figura 5.18

5.8.4 Legenda piano terra

LEGENDA	
	Quadro elettrico di piano o di zona
	Quadro elettrico per impianti termofluidici
	Pulsante di sgancio manuale energia elettrica
	Permutatore telefonico
	Centrale impianto antintrusione
	Centrale diffusione sonora
	Centrale di rivelazione incendio
	Centrale di controllo illuminazione di emergenza
	Punto di comando entro scatola da incasso (pulsante, invertitore, deviatore e int.)
	Punto di comando entro scatola in vista, IP55 (pulsante, interruttore e deviatore)
	Punto di comando con pulsante a tirante entro scatola da incasso
	Pulsante manuale di annullo chiamata WC disabili con lampada di segnalazione ottica
	Avvisatore ottico-acustico fuoriporta allarme WC disabili
	Ronzatore/Suoneria
	Rivelatore di presenza per comando luci locale
	Punto luce da incasso a soffitto/parete
	Plafoniera per lampada fluorescente 1x11W (600lm) dotata di gruppo autonomo, SE, autonomia minima 1 ora
	Plafoniera per lampada fluorescente 1x12W, dotata di gruppo autonomo, SE e di pittogramma normalizzato, autonomia minima 1 ora
	Plafoniera per lampada fluorescente 1x36W in vista a parete
	Plafoniera per lampada fluorescente 2x36W in vista a soffitto
	Apparecchio illuminante per segnalazione ostacoli al volo (luce rossa a media intensità intermittente)
	Apparecchio illuminante per segnalazione ostacoli al volo (luce rossa a bassa intensità continua)
	Corpo illuminante con lampada fluorescente 1x26W, in vista a parete
	Presse UNEL – 2x10/16A+T – 2x10A+T entro scatola da incasso
	Presse bipasso 2x10/16A+T in vista/entro scatola da incasso, IP55
	Gruppo prese (3x16) + (4x16)A+T tipo CEE interbloccate con interruttori automatici di protezione
	Punto di lavoro tipo "A"/"B" – vedere particolare riportato sulla tavola
	Punto di alimentazione per impianto ascensore (vista, PVC, FG70R)
	Punto di alimentazione per serrande motorizzate (vista, PVC, FG70R)
	Punto di alimentazione per ventilconvettori (vista, PVC, FG70R)
	Punto di alimentazione per piano cottura
	Punto di alimentazione per termoarredo elettrico
	interruttore crepuscolare
	Punto di alimentazione per asciugamani elettrico eseguito con presa 2x10/16A+T ed interruttore bipolare 0/1
	Punto alimentazione per elettrovalvola
	Punto alimentazione insegna luminosa
	Punto alimentazione porta automatica a vetri
	Punto di alimentazione per umidificatore
	Montante impianti
	Esecuzione di collegamenti equipotenziali
	Collettore generale di terra
	Pozzetto carrabile per impianti elettrici
	Pozzetto carrabile per impianti speciali
	Chiave elettronica di comando impianto antintrusione
	Rivelatore superficiale magnetico – n.1 contatto
	Rivelatore superficiale magnetico – n.2 contatti
	Rivelatore volumetrico a doppia tecnologia microonde-infrarossi
	Postazione citofonica (esterna/interna)
	Postazione videocitofonica (postazione esterna)
	Postazione videocitofonica (postazione interna)
	Pulsante con targa portanome
	Punto di alimentazione per elettroserratura
	Diffusore acustico da incasso nel controsoffitto/in vista a parete
	Allarme acustico impianto antintrusione
	Selettore canale diffusione sonora con regolazione locale volume
	Pulsante di allarme incendio manuale
	Rivelatore ottico di fumo a soffitto/nel controsoffitto
	Pannello luminoso di ripetizione allarme per rivelatori di fumo nel c/s
	Rivelatore ottico di fumo da condotta
	Pannello ottico-acustico allarme incendio
	Gruppo antenne installato in copertura
	Punto presa per attacco TV/per attacco TV (segnale SAT)/per attacco telefono
	Sigillatura REI
	Contatto di stato serranda tagliafuoco
	Conduttura in tubo protettivo in PVC incassato a pavimento

Figura 5.19

5.9 Piano primo

5.9.1 Pianta chiave piano primo

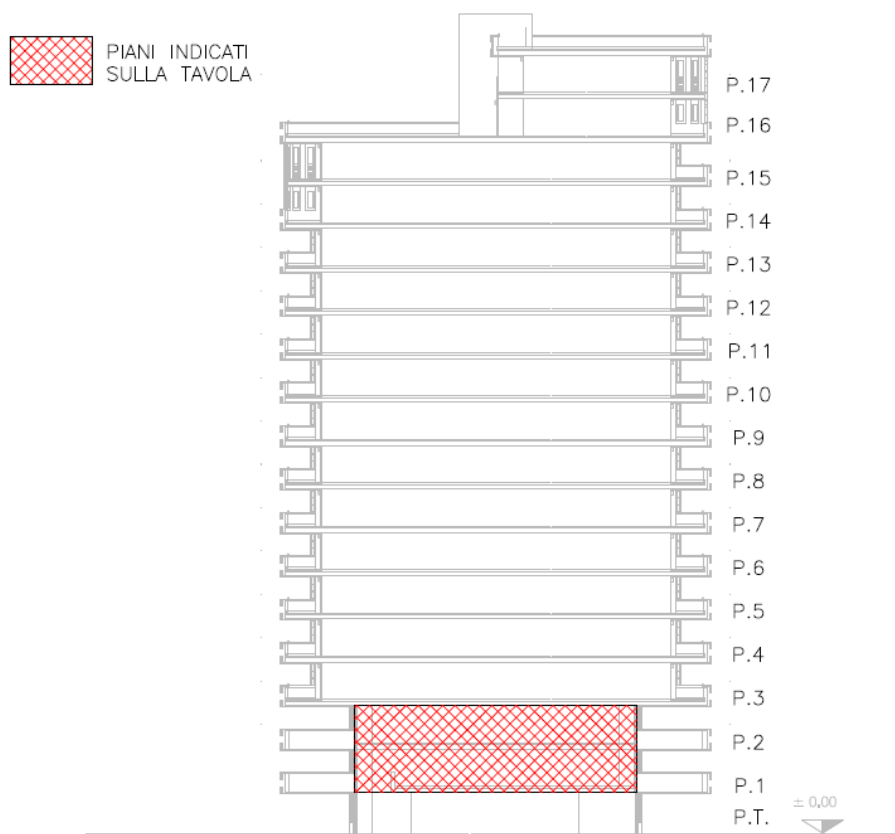


Figura 5.20

5.9.2 Particolari piano primo

Particolare A: vedere figura 5.14.

Particolare B: vedere figura 5.15.

Particolare C: vedere figura 5.16.

5.9.3 Legenda piano primo

Per la legenda vedere figura 5.19.

5.9.4 Pianta piano primo

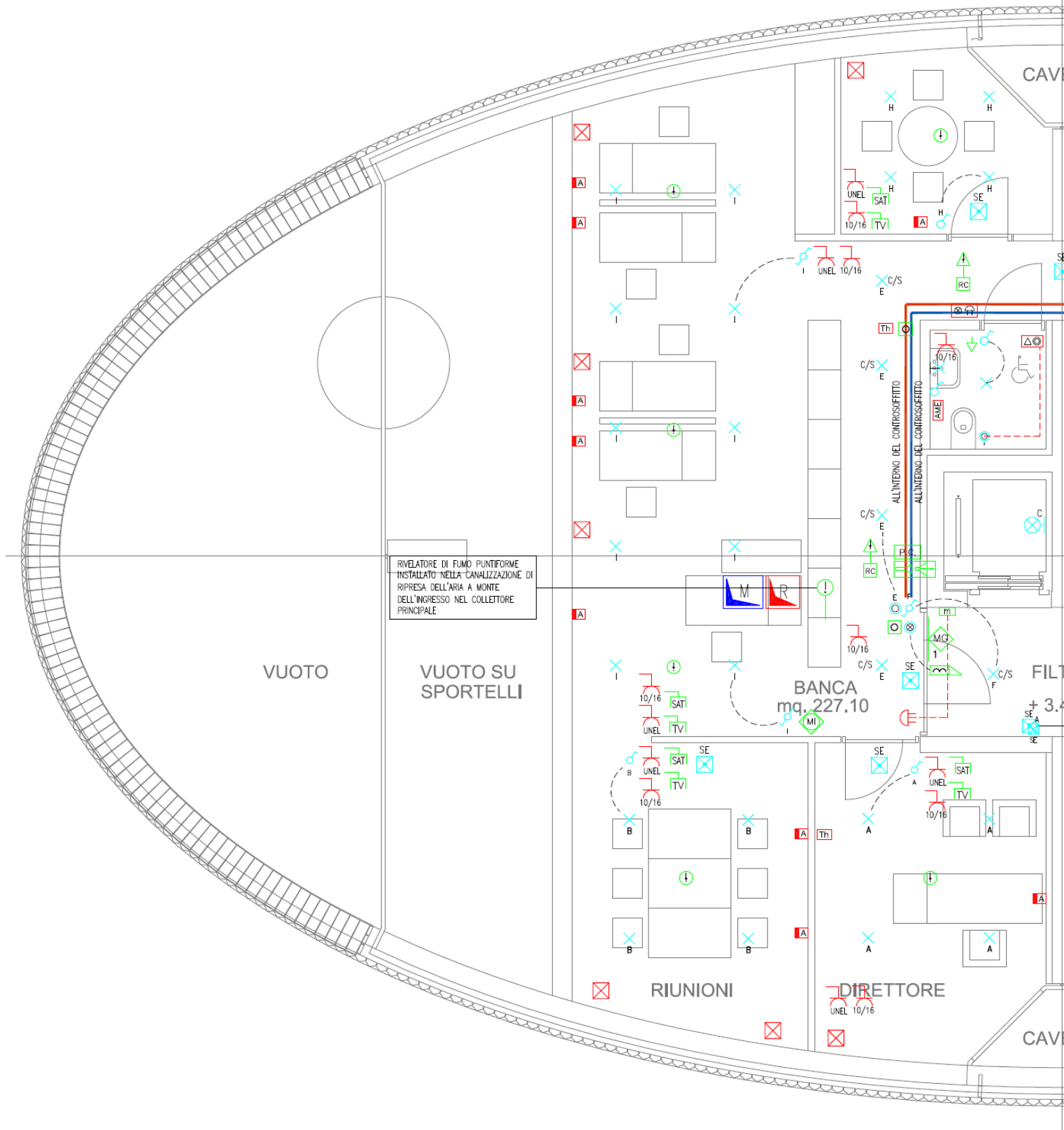


Figura 5.21

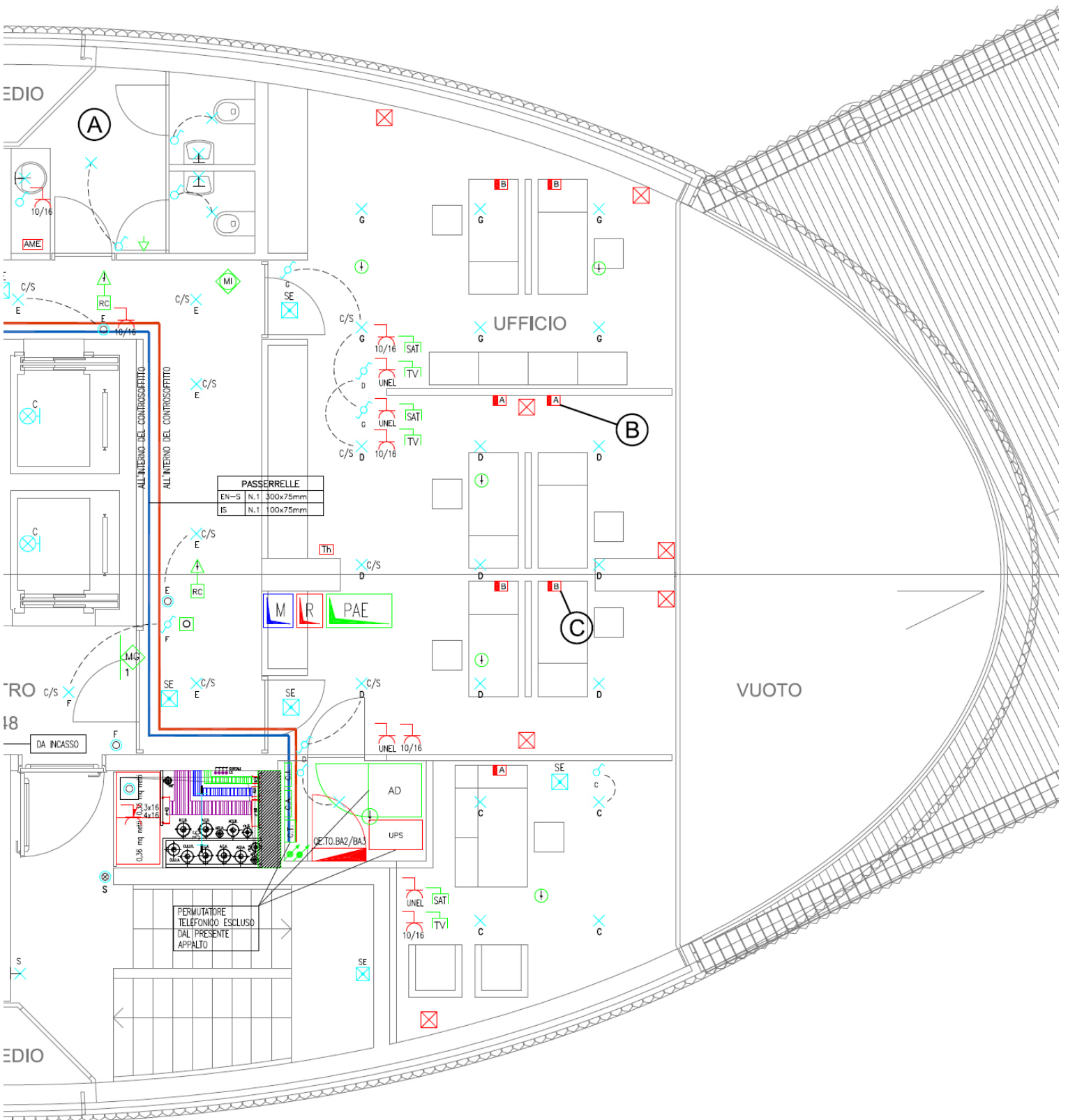


Figura 5.22

5.10 Piani 17 e 18

5.10.1 Pianta chiave piani 17 e 18

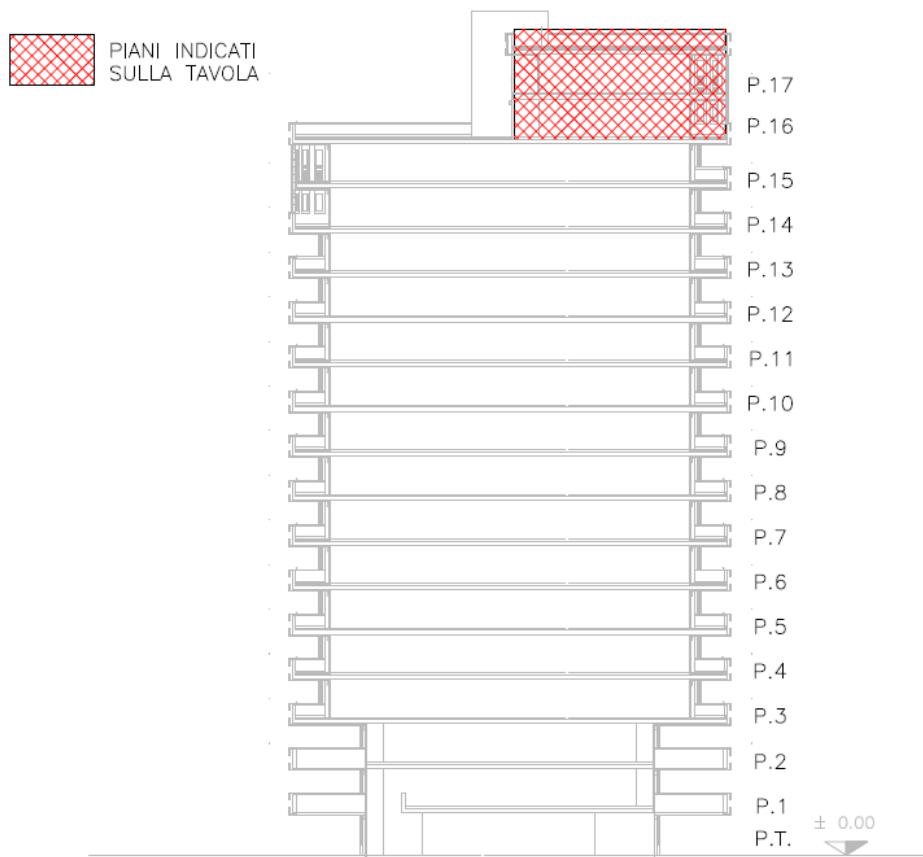


Figura 5.23

5.10.2 Pianta piani 17 e 18 – impianti elettrici

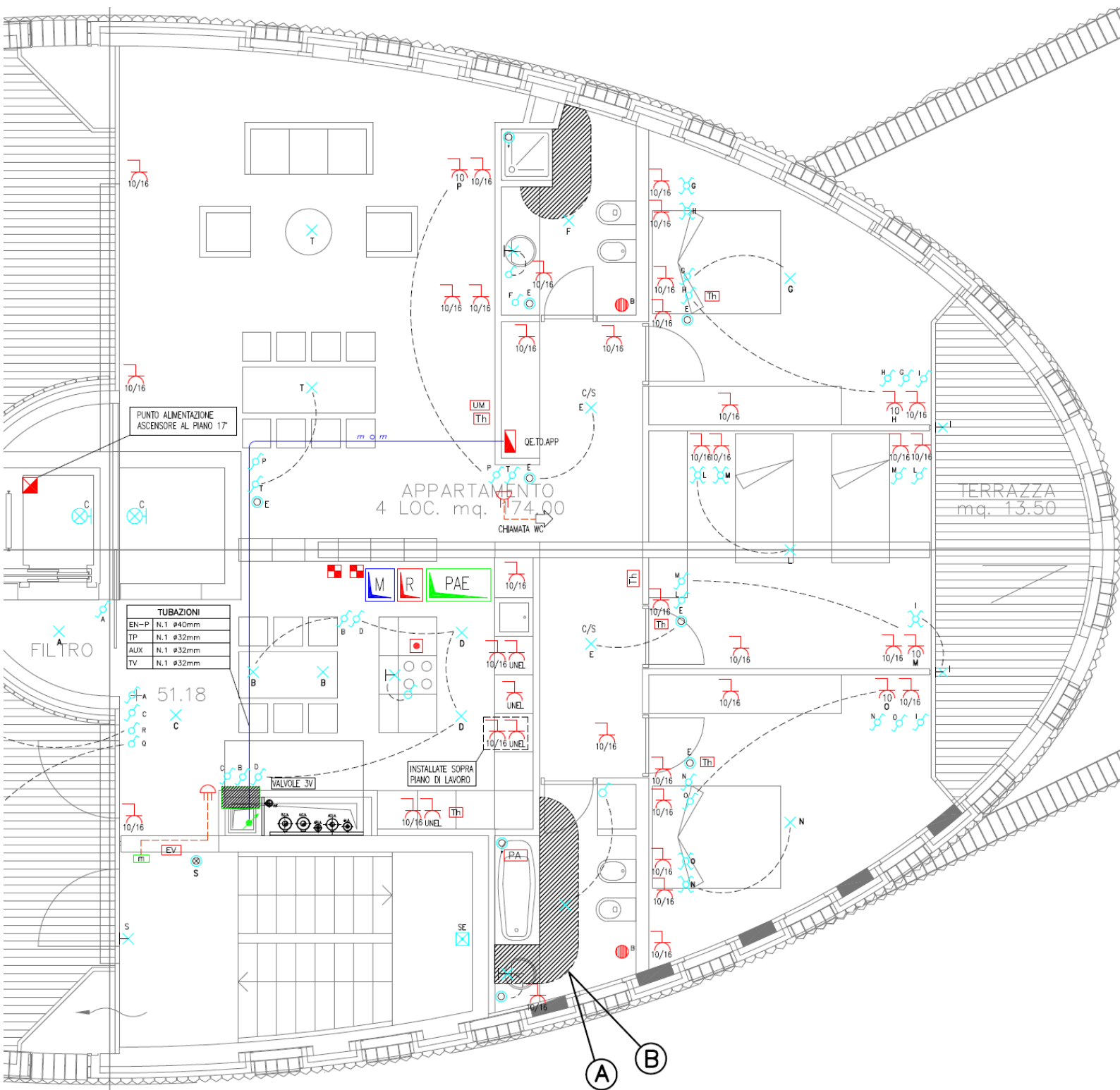


Figura 5.24

5.10.3 Pianta piani 17 e 18 – impianti speciali



Figura 5.25

5.10.4 Pianta piano copertura

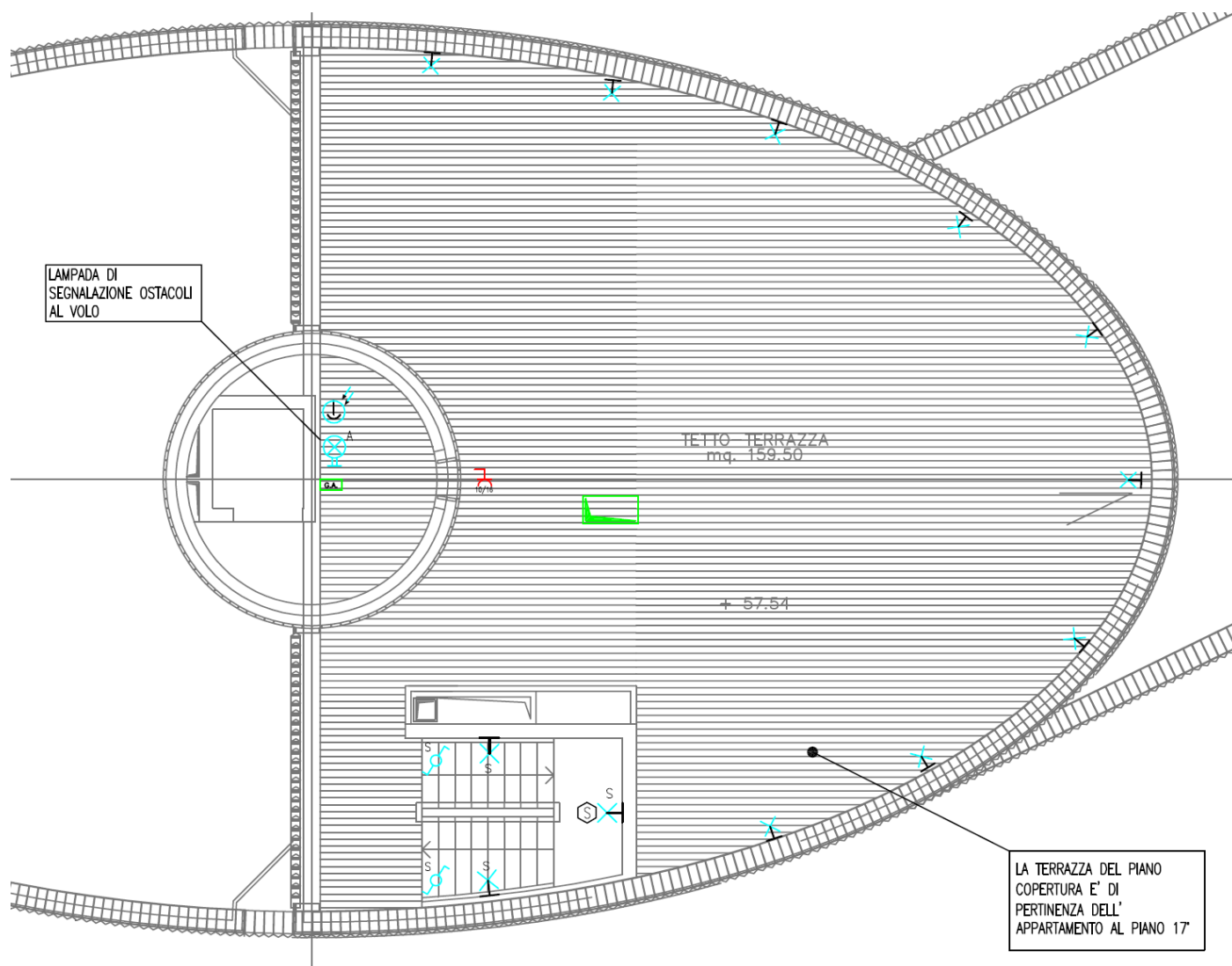


Figura 5.26

5.10.5 Particolari piano copertura

Particolare A: vedere figura 4.14

Particolare B: vedere figura 5.14

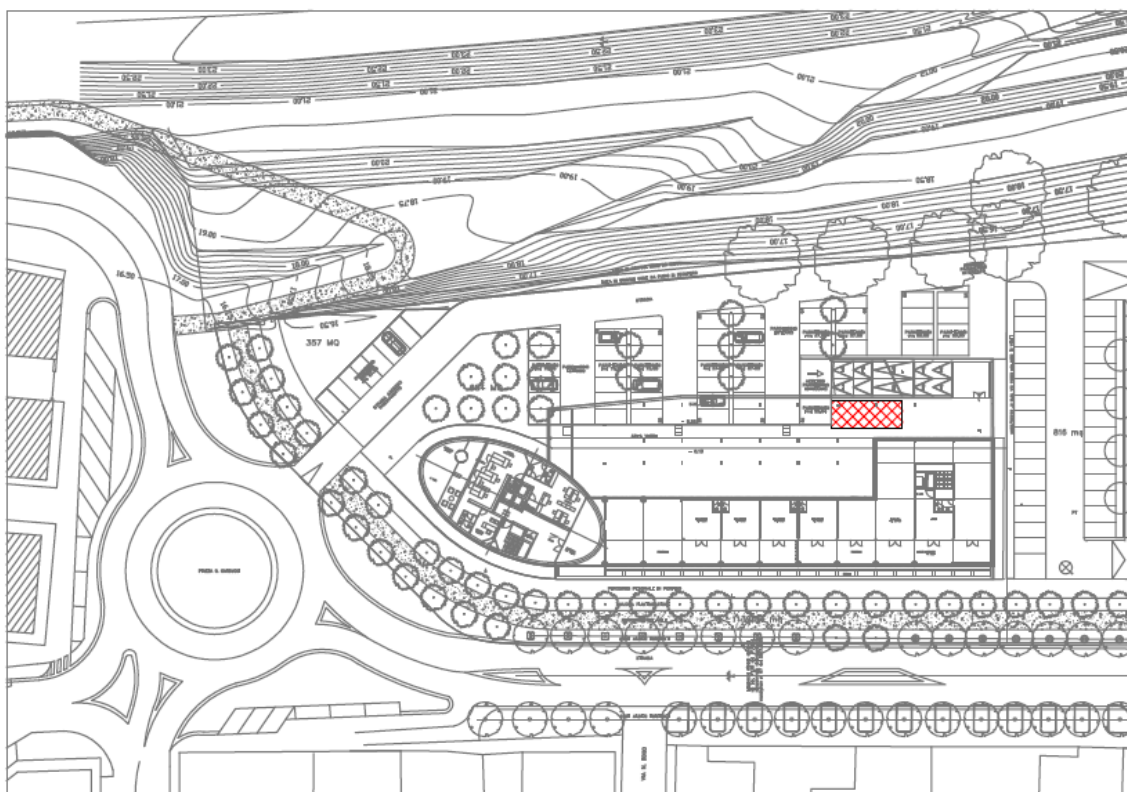
Particolare C: vedere figura 4.17

5.10.6 Legenda piano copertura

Per la legenda vedere figura 5.19.

5.11 Cabina ricevimento

5.11.1 Pianta chiave cabina ricevimento



 POSIZIONE DELLA CABINA M/BT DI RICEVIMENTO N.1

Figura 5.27

5.11.2 Layout apparecchiature

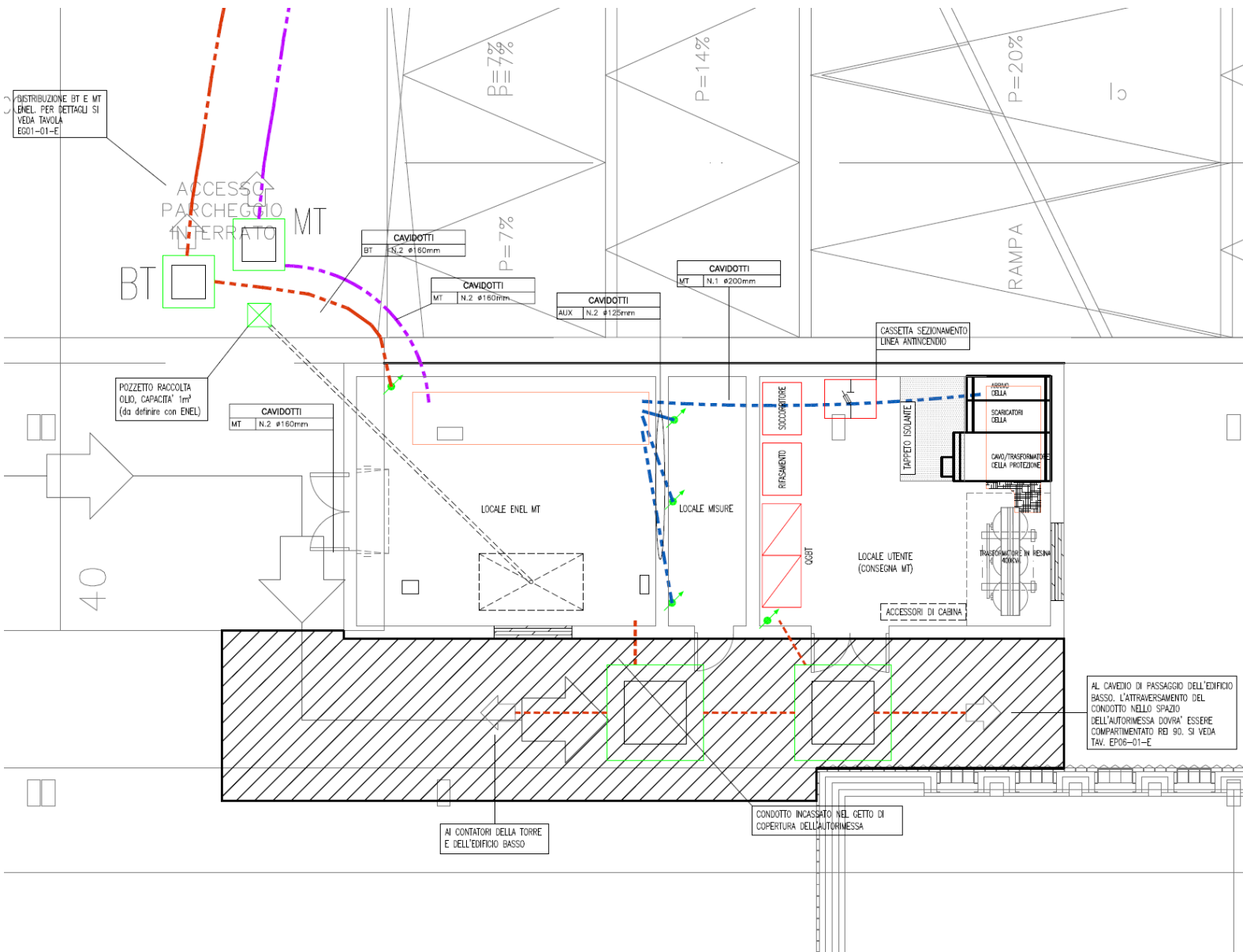


Figura 5.28

5.11.3 Impianto luci e F.M.

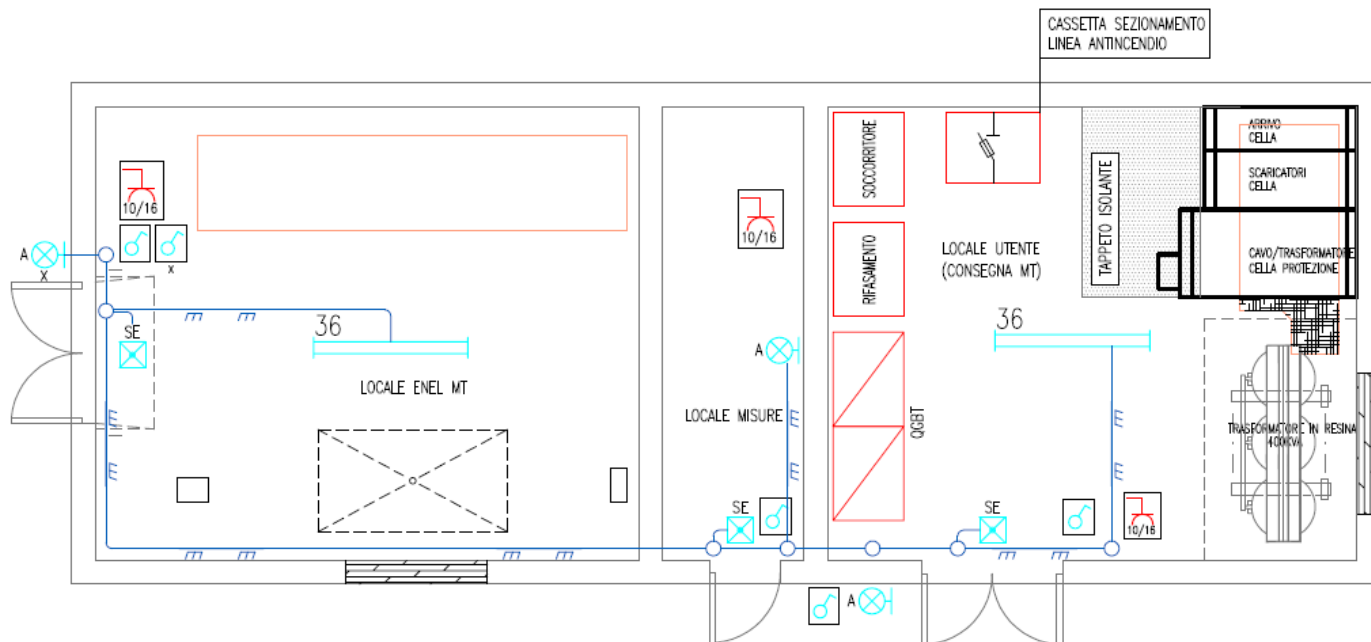


Figura 5.29

5.11.4 Targhe e cartelli di pericolo

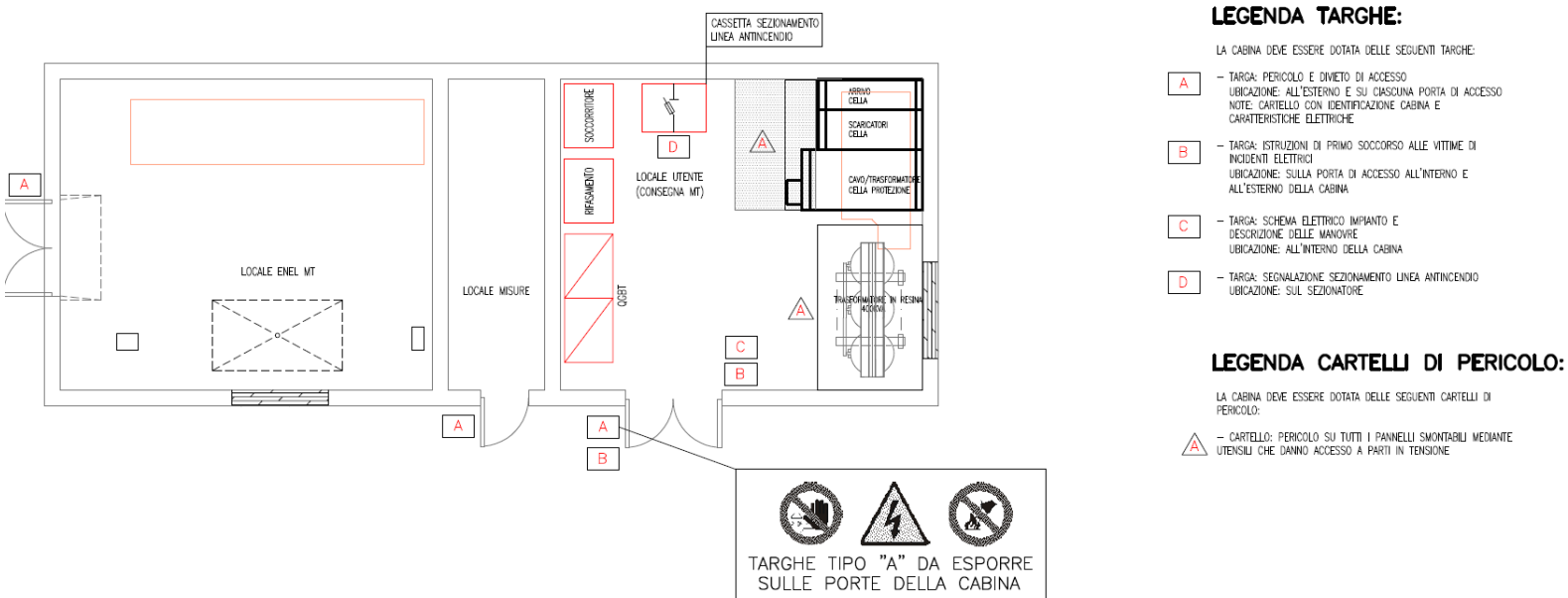
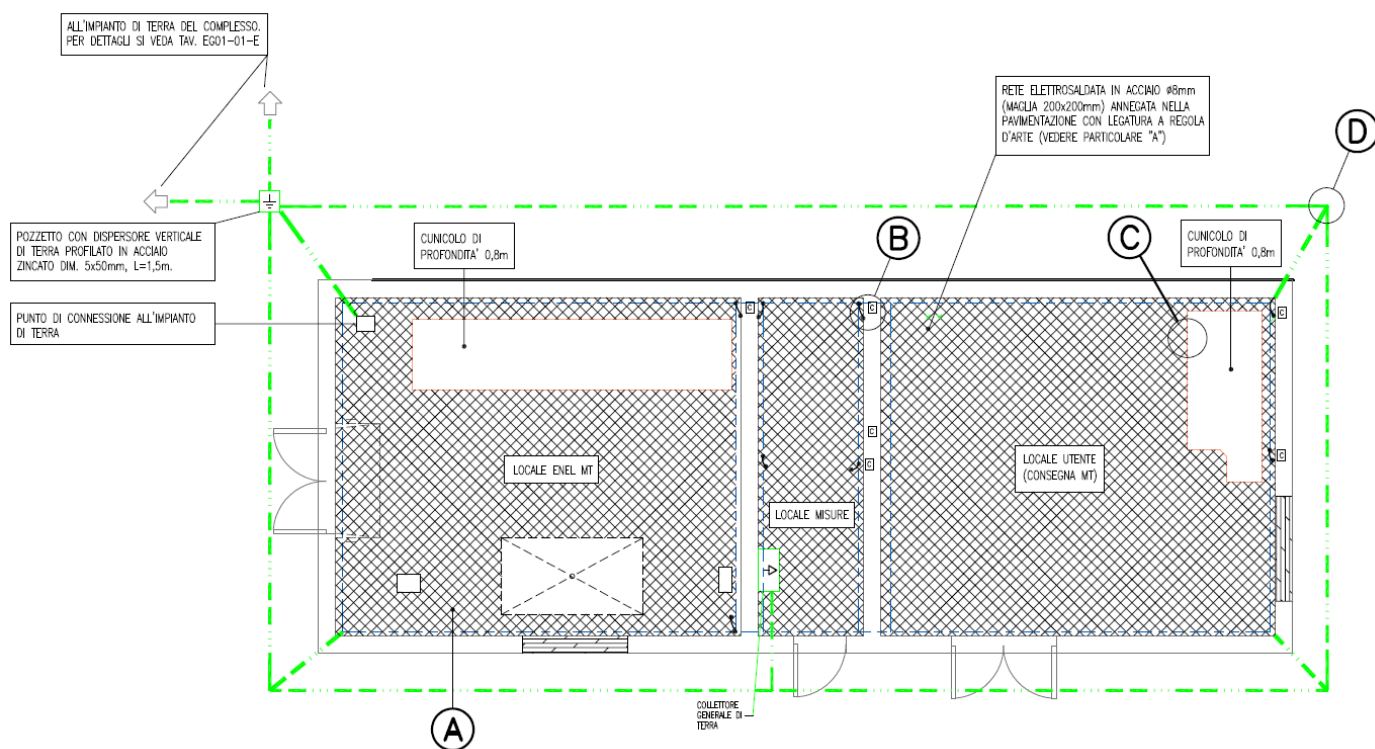


Figura 5.30

5.11.5 Impianto di terra e cunicoli



NOTE:

☐ COLLEGAMENTO EQUIPOTENZIALE TRA MAGLIA ELETTROSALDATA E PIATTO PERIMETRALE

Figura 5.31

5.11.6 Prospetto cabina MT/BT

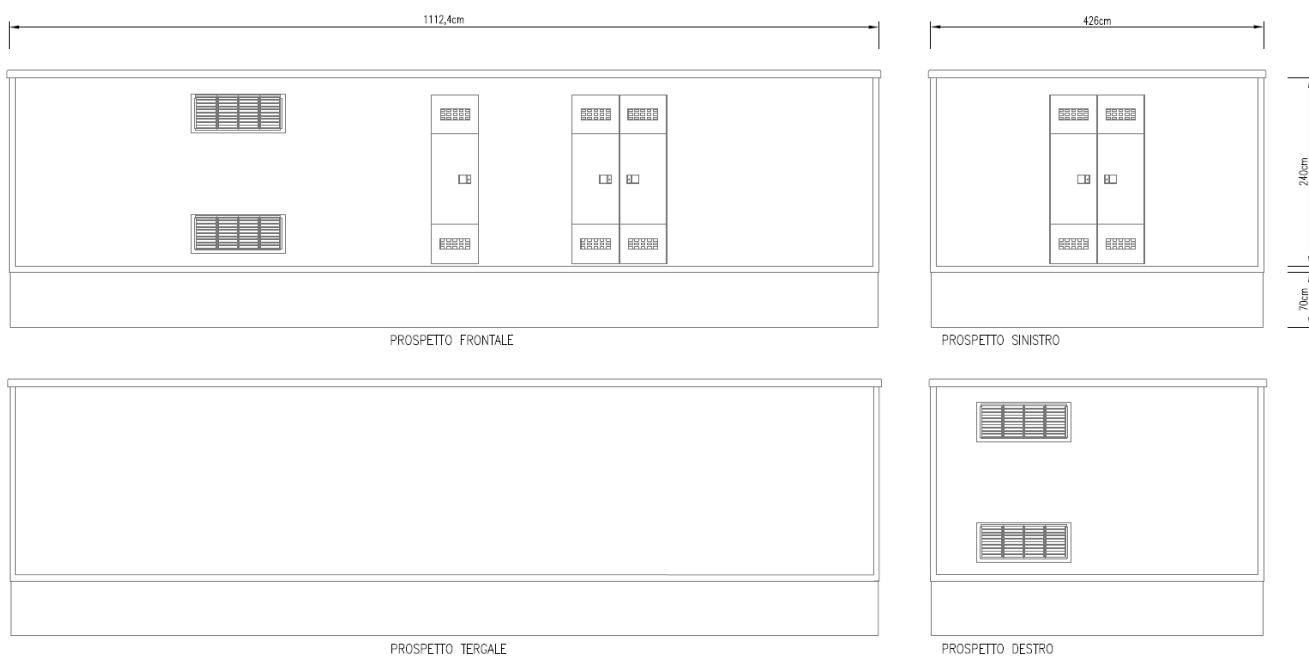


Figura 5.32

5.11.7 Particolari cabina MT/BT

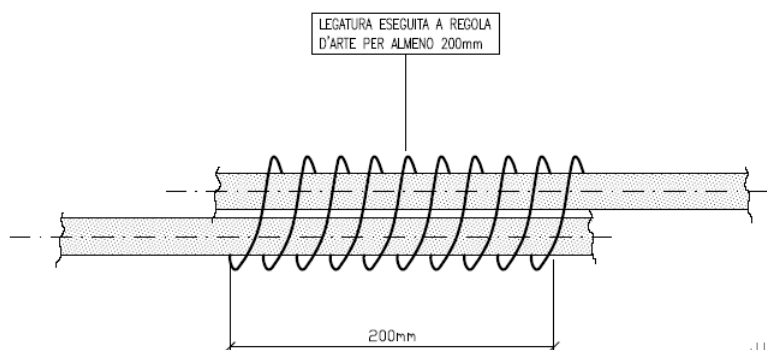


Figura 5.33

Figura 5.33: legatura rete elettrosaldada (Particolare A)

Figura 5.34: collegamento rete elettrosaldada con anello perimetrale (particolare B)

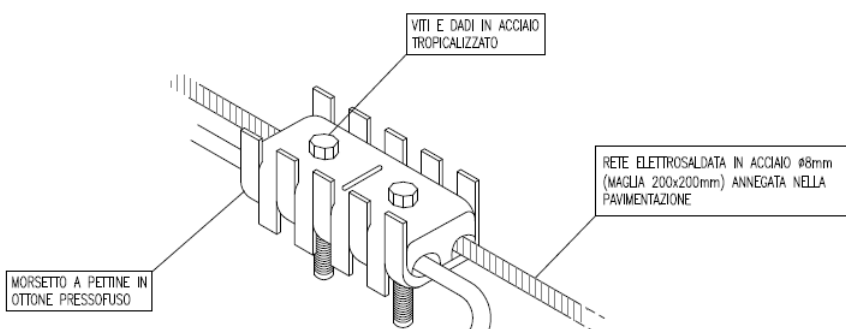


Figura 5.34

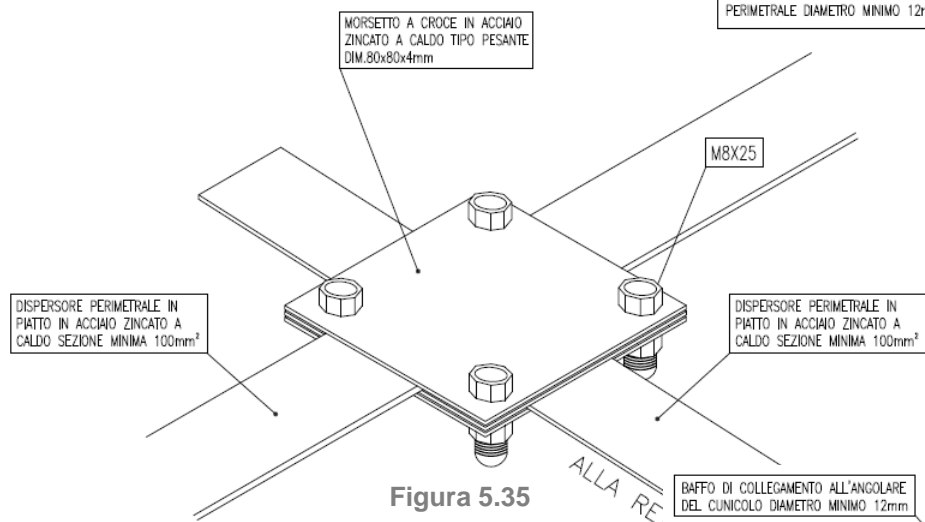


Figura 5.35

Figura 5.35: connessione dispersori orizzontali eseguita con morsetti a croce in acciaio zincato (particolare D)

Figura 5.36: sezione tipica rete elettrosaldada e cunicolo (particolare C)

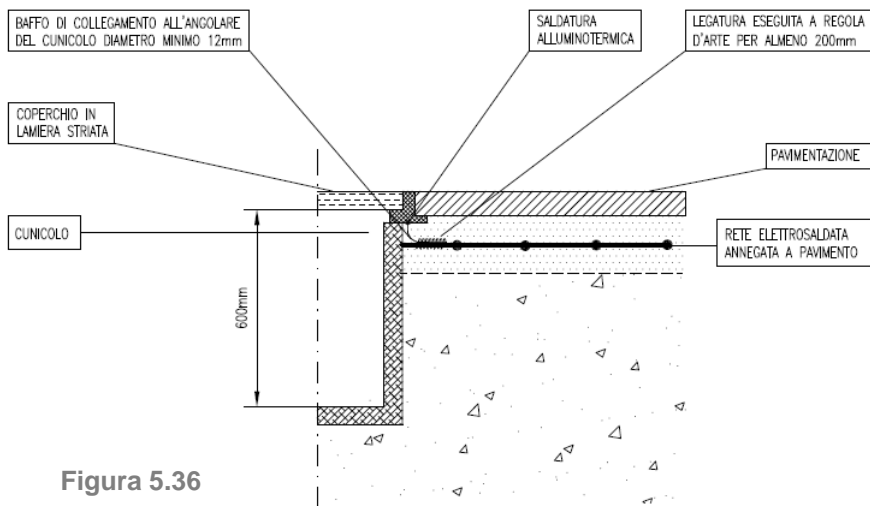


Figura 5.36

5.11.8 Legenda cabina MT/BT




















	Quadro elettrico di piano o di zona
	Pulsante di sgancio manuale energia elettrica
	Punto di comando con interruttore entro scatola in vista, IP55
	Plafoniera per lampada fluorescente 1x24W dotata di gruppo autonomo, SE, dotato di pittogramma normalizzato, autonomia minima 1 ora
	Plafoniera per lampada fluorescente 2x36W in vista a soffitto
	Corpo illuminante con lampada fluorescente 1x26W, IP65, in vista a parete
	Presa bipasso 2x10/16A+T entro scatola in vista, IP55
	Montante impianti
	Pozzetto in CLS a fondo perdente con dispersore verticale di terra e chiusino carrabile
	Collettore generale di terra
	Pozzetto in CLS a fondo perdente con chiusino carrabile impianti bassa tensione
	Pozzetto in CLS a fondo perdente con chiusino carrabile impianti media tensione
	Pulsante di allarme incendio manuale
	Conduttura in vista a parete/soffitto
	Cassetta di derivazione in PVC, in vista a parete/soffitto
	Cavidotto interrato, impianti MT
	Piatto in acciaio zincato
	Cavidotto interrato, impianti BT
	Cavidotto incassato, impianti BT

Figura 5.37

5.12 Schemi quadri elettrici

5.12.1 Codice alfanumerico apparecchiatura

Per il codice alfanumerico delle apparecchiature vedere capitolo 4.10.1.

5.12.2 Note quadri elettrici generali

- Per la corretta interpretazione degli schemi allegati è necessaria una lettura congiunta di tutti gli elaborati di progetto;
- I dispositivi magnetotermici degli interruttori modulari previsti devono avere curva di intervento “C” secondo le prescrizioni delle norme IEC 947.2;
- E’ prevista la selettività diretta tra gli interruttori a monte e quelli a valle;
- Le diverse sezioni dei quadri (normale, sicurezza, riserva) devono risultare compartimentate tra loro;
- Le chiusure degli scomparti sono realizzate con lamiera di spessore minimo 20/10 e sono opportunamente bloccate in modo da poter essere rimosse solo attraverso l’utilizzo di attrezzi;
- Tutti gli armadi di basamento sono dotate di chiusura a chiave;
- La manovra di tutti i contattori deve poter essere selezionata per funzionamento in automatico o in manuale tramite apposito selettore installato nel quadro;
- Tutti gli strumenti di misura devono essere di tipo digitale.

5.12.3 Quadro QGBT

CARATTERISTICHE ELETTRICHE DEL QUADRO				CARATTERISTICHE DEL CABLAGGIO		
UBICAZIONE QUADRO ELETTRICO		CABINA ELETTRICA		DESCRIZIONE	COLORE	SEZIONE MINIMA
ESECUZIONE COSTRUTTIVA (CEI 17-13)		ANS		MISURE	MARRONE	1,5 mmq.
FORMA DI SEGREGAZIONE (CEI 17-13)		2a		CONDUTTORI DI POTENZA	NERO	2,5 mmq.
ARRIVO CAVI		ALTO/BASSO		NEUTRO	CELESTE	2,5 mmq.
PARTENZA CAVI		ALTO/BASSO		COMANDI/SEGNALAZIONE IN C.A. DA TRASFO AUX	ROSSO	1,5 mmq.
DESCRIZIONE			VALORE	COMANDI/SEGNALAZIONI IN C.A. DA RETE	NERO/CELESTE	1,5 mmq.
GRADO DI PROTEZIONE A PORTE CHIUSE/APERTE			IP3X/IP2X	TERRA DI FUNZIONAMENTO	GIALLO-VERDE	2,5 mmq.
TENSIONE DI FUNZIONAMENTO NOMINALE (V)			400	TERRA DI PROTEZIONE	GIALLO-VERDE	16 mmq.
TENSIONE DI ISOLAMENTO NOMINALE (V)			690	ALIMENTAZ. DA QUADRI ESTERNI	ARANCIO	1,5 mmq.
TENSIONE DI PROVA A 50Hz PER 1 min			CIRCUITI POTENZA (V) 2500 CIRCUITI AUSILIARI (V) 1500	CAVO PER CABLAGGI	NO7V-K 450/750V	
SEZIONI DEL QUADRO				TIPOLOGIA INSTALLAZIONE:		
DATI TECNICI DI RIFERIMENTO				CARPENTERIA IL QUADRO ELETTRICO DEV'ESSERE DOTATO DI TARGA CHE RIPORTA IN MANIERA INDELEBILE I SEGUENTI DATI:		
CORRENTE PRESUNTA DI CORTOCIRCUITO I_{cc} (kA)				PORTA: TRASPARENTE CON SERRATURA A CHIAVE <input type="checkbox"/>		
CORRENTE DI PICCO (CEI EN 60439-1) I_p (kA)				NOTE:		
I_{cn} INTERRUTTORI MODULARI (CEI EN 60898) (kA) ≥ 20 I_{cu} INTERRUTTORI SCATOLATI (CEI EN 60947-2) (kA) ≥ 20 POTERE INTERRUZIONE DIFFERENZIALE $I_{\Delta n}$ (kA) 16 FREQUENZA NOMINALE (Hz) 50				<ul style="list-style-type: none"> • NOME O MARCHIO COSTRUTTORE: ... • TIPO O ALTRO MEZZO DI IDENTIFICAZIONE DEL QUADRO DA PARTE DEL COSTRUTTORE: ... • CORRENTE NOMINALE DEL QUADRO: ...A • NATURA DELLA CORRENTE E FREQUENZA: ... • TENSIONE NOMINALE DI FUNZIONAMENTO: ...V • GRADO DI PROTEZIONE (SE SUPERIORE A IP2XC): ... 		
SCOMPARTO REGOLAZIONE: PREVISTO <input type="checkbox"/> NON PREVISTO <input checked="" type="checkbox"/>						

Figura 5.38

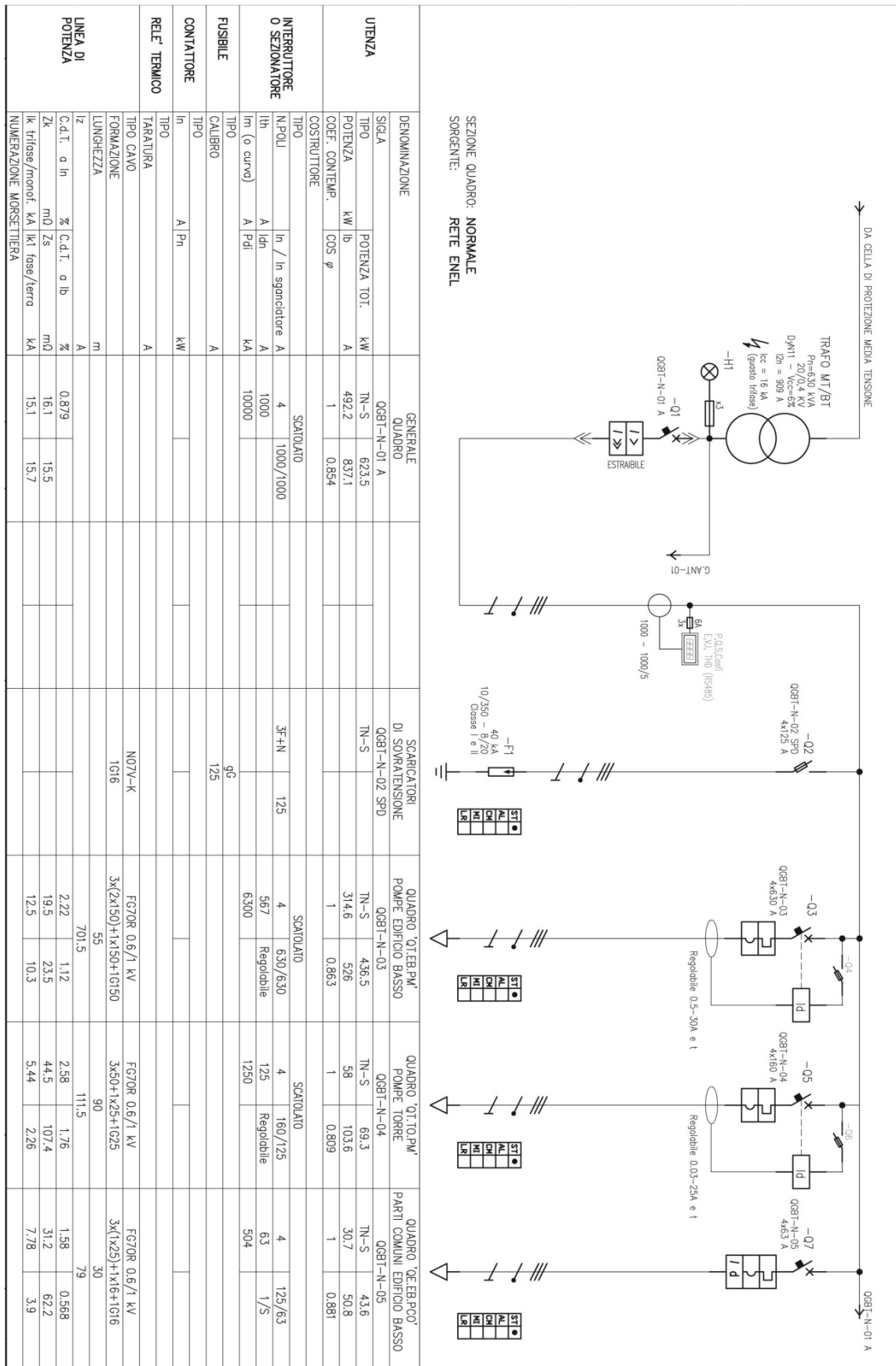


Figura 5.39

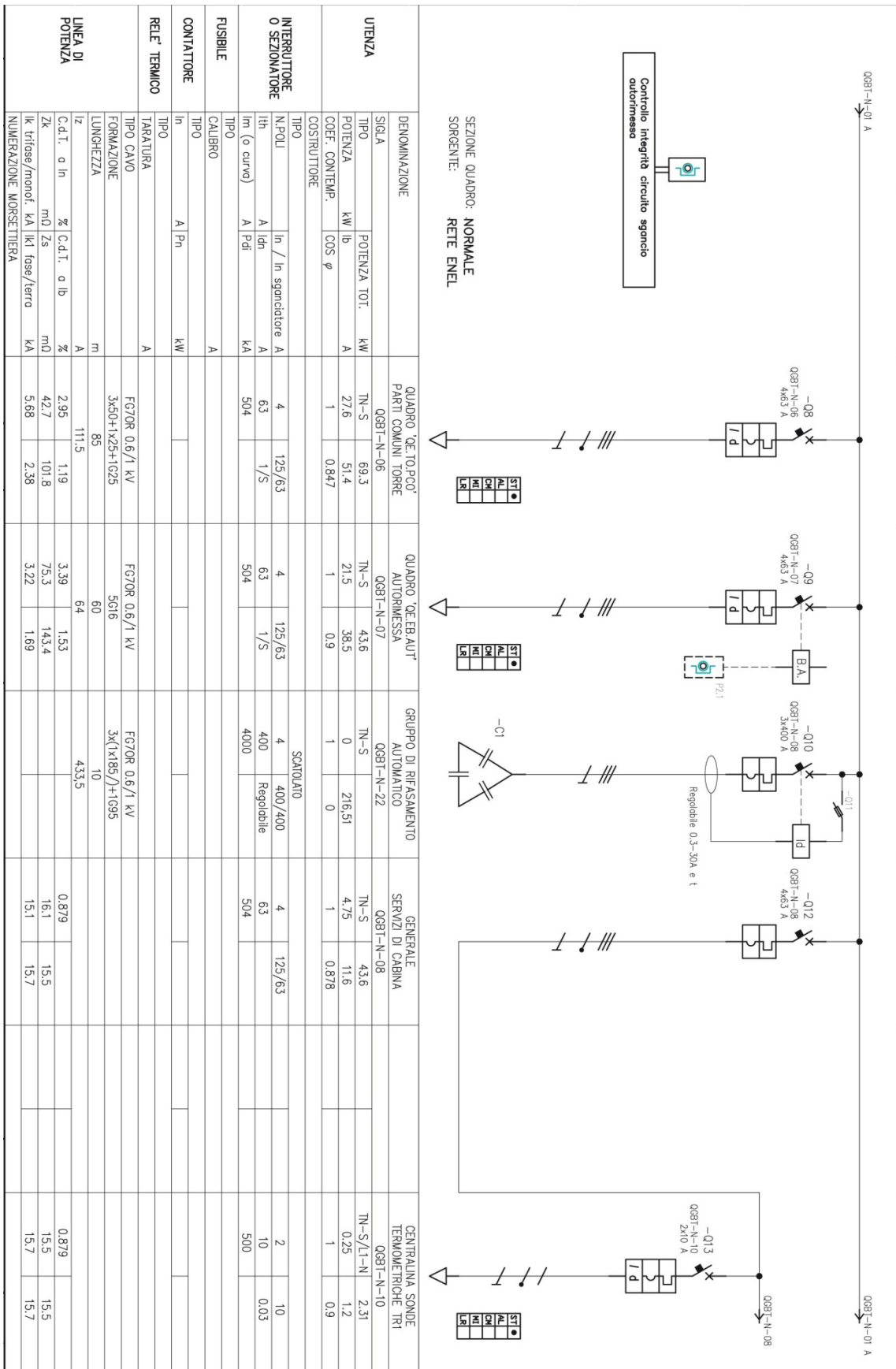


Figura 5.40

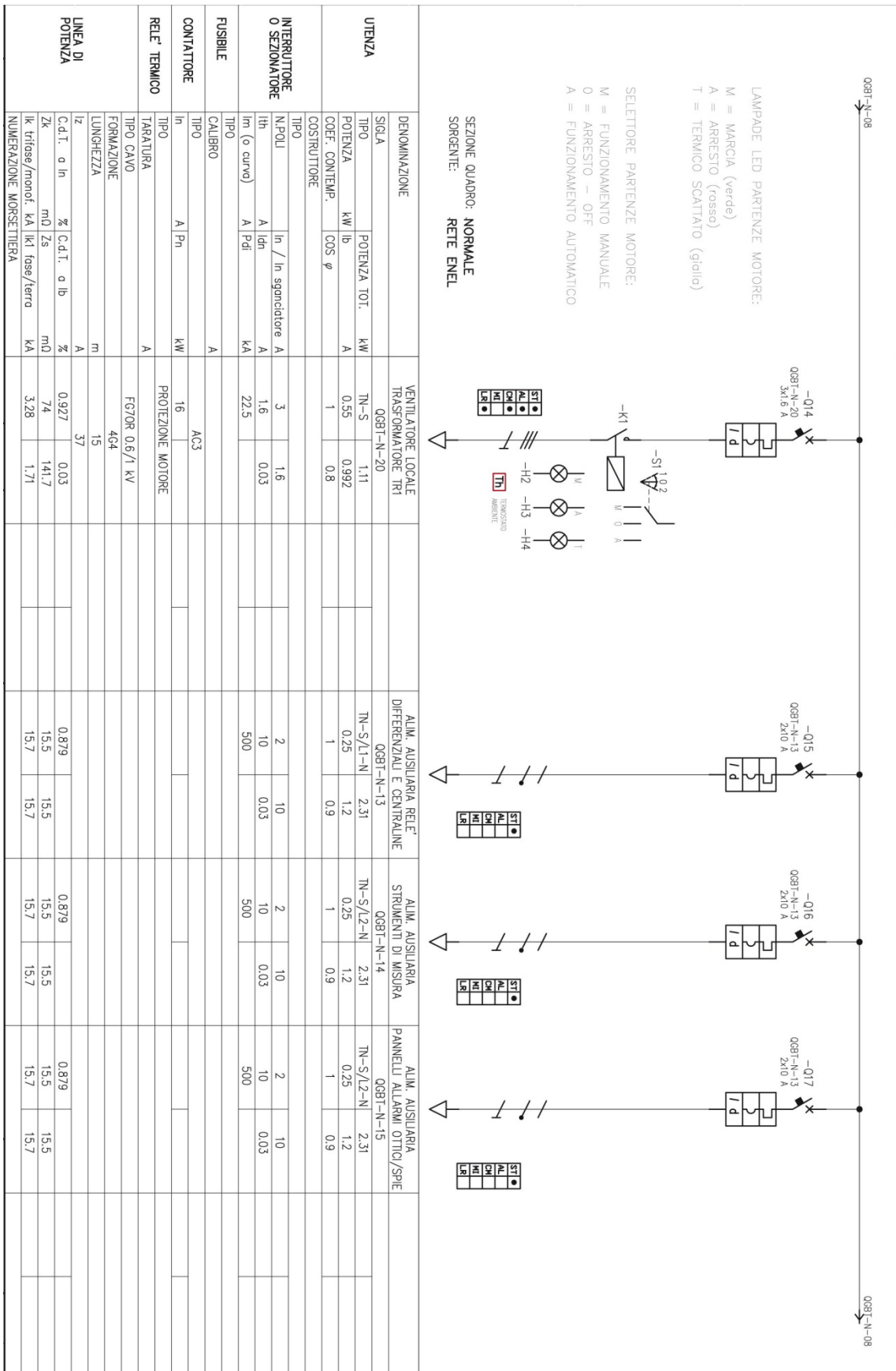


Figura 5.41

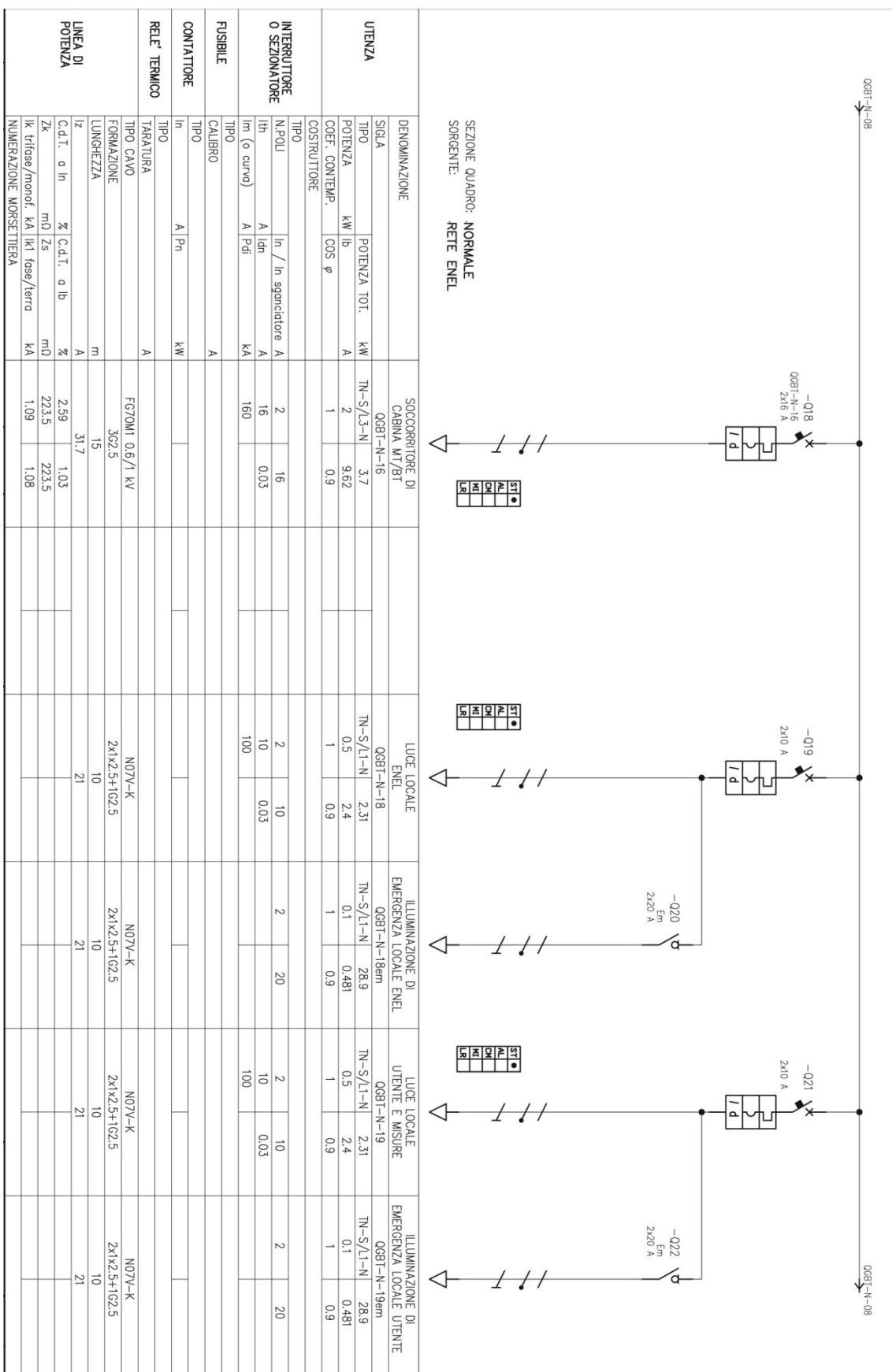


Figura 5.42

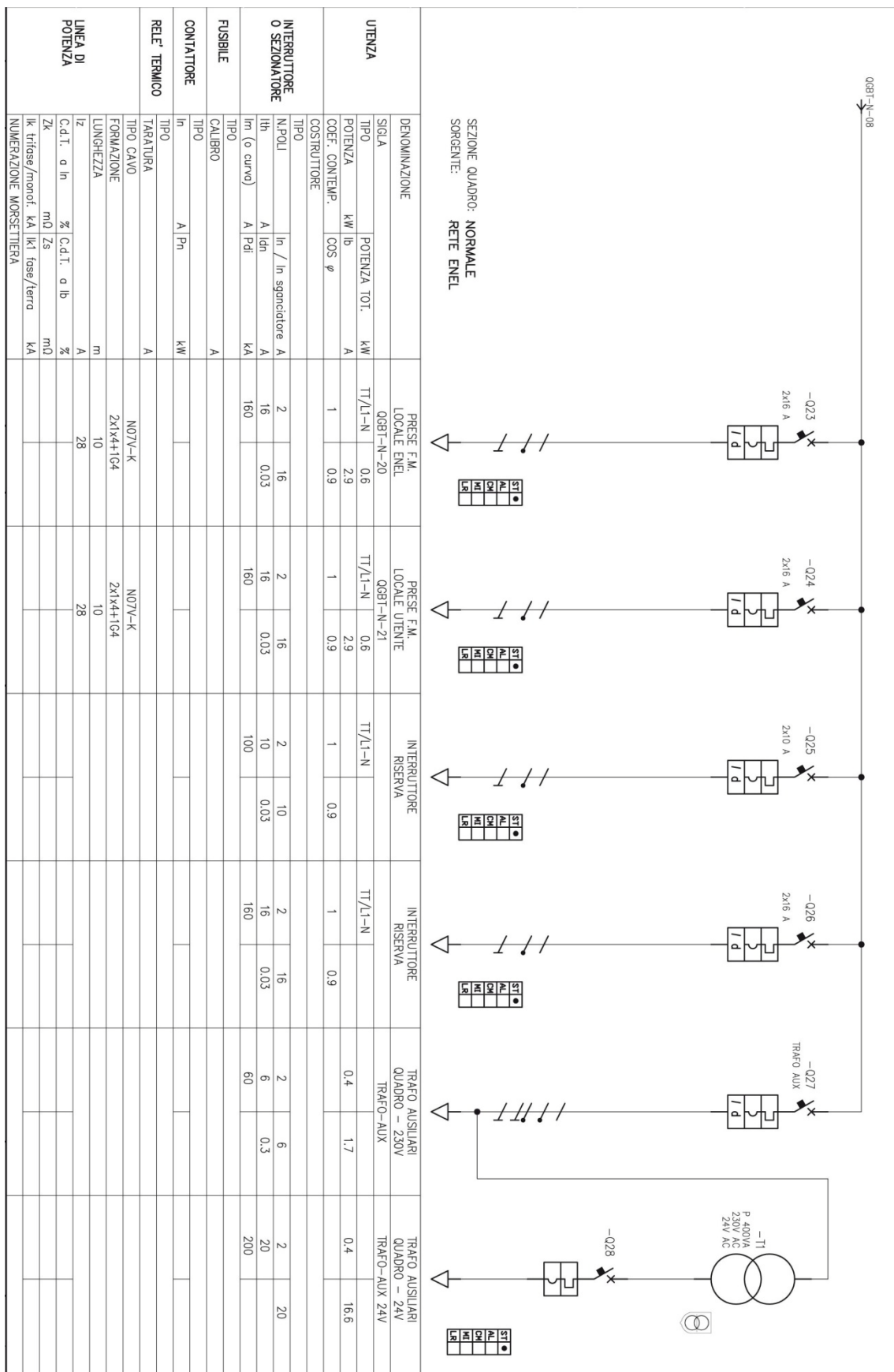


Figura 5.43

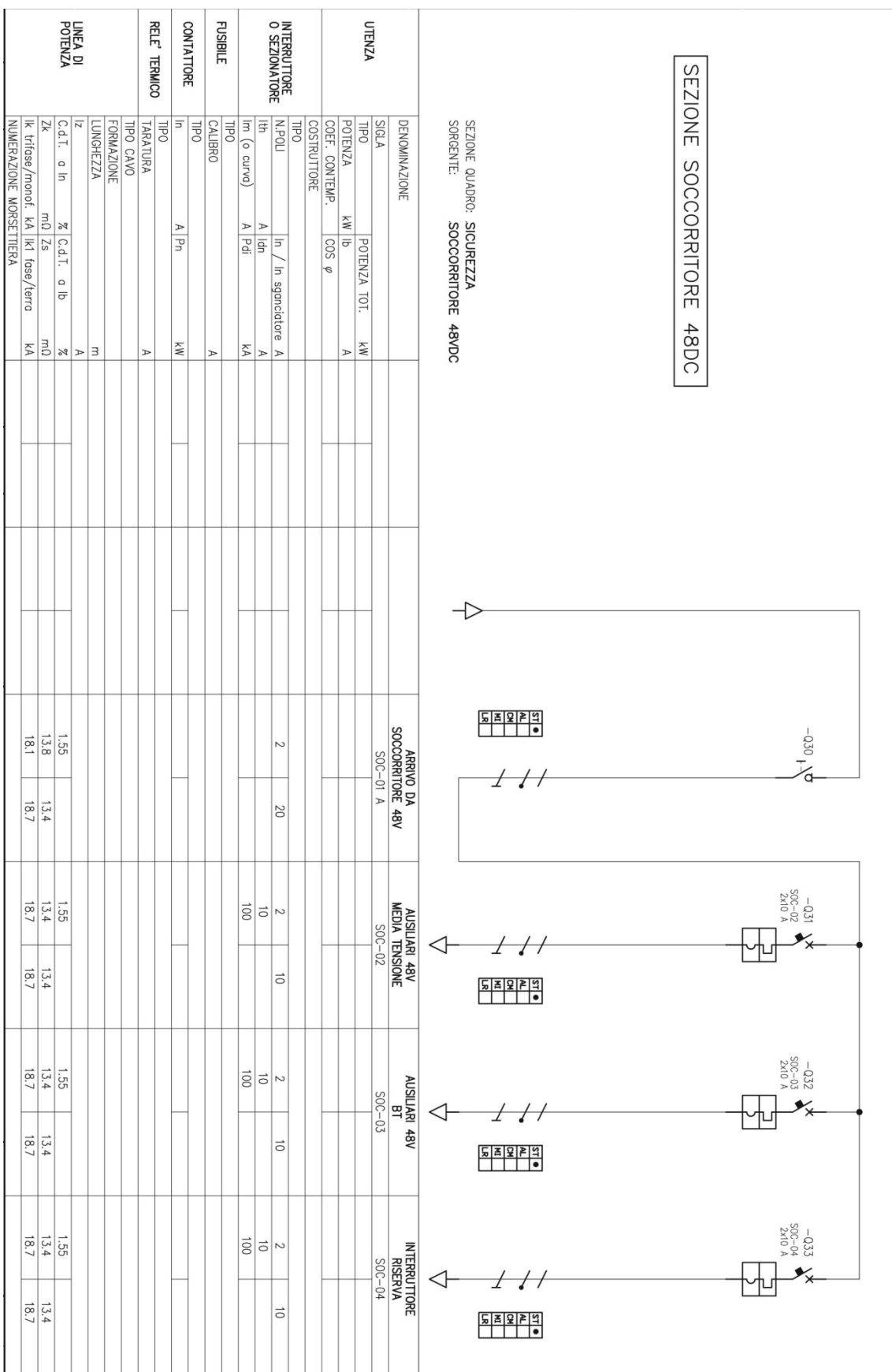


Figura 5.44

5.12.4 Quadro QE.TO.APP




QUADRO "QE.TO.APP"					
CARATTERISTICHE ELETTRICHE DEL QUADRO			CARATTERISTICHE DEL CABLAGGIO		
UBICAZIONE QUADRO ELETTRICO		APPARTAMENTI TORRE		DESCRIZIONE	
ESECUZIONE COSTRUTTIVA (CEI 17-13)		ANS		COLORE	
FORMA DI SEGREGAZIONE (CEI 17-13)		1		SEZIONE MINIMA	
ARRIVO CAVI		ALTO/BASSO		MISURE	MARRONE
PARTENZA CAVI		ALTO/BASSO		CONDUTTORI DI POTENZA	NERO
DESCRIZIONE		VALORE		NEUTRO	CELESTE
		GRADO DI PROTEZIONE A PORTE CHIUSE/APERTE		IP3X/IP2X	
TENSIONE DI FUNZIONAMENTO NOMINALE (V)		400		COMANDI/SEGNALAZIONI IN C.A. DA RETE	NERO/CELESTE
TENSIONE DI ISOLAMENTO NOMINALE (V)		690		TERRA DI FUNZIONAMENTO	GIALLO-VERDE
TENSIONE DI PROVA A 50Hz PER 1 min		CIRCUITI POTENZA (V)	2500	TERRA DI PROTEZIONE	GIALLO-VERDE
		CIRCUITI AUSILIARI (V)	1500	ALIMENTAZ. DA QUADRI ESTERNI	ARANCIO
DATI TECNICI DI RIFERIMENTO		SEZIONI DEL QUADRO		CAVO PER CABLAGGI	
		NORMALE	SICUREZZA	RISERVA	N07V-K 450/750V
CORRENTE PRESUNTA DI CORTOCIRCUITO I_{cc} (kA)		●		TIPOLOGIA INSTALLAZIONE:	
CORRENTE DI PICCO (CEI EN 60439-1) I_p (kA)		6		  	
CORRENTE DI PICCO (CEI EN 60439-1) I_p (kA)		10.2		DA INCASSO A PARETE <input checked="" type="checkbox"/> IN VISTA A PARETE <input type="checkbox"/> A PAVIMENTO <input type="checkbox"/>	
I _{cn} INTERRUITORI MODULARI (CEI EN 60898) (kA)		≥ 6		CARPENTERIA	
I _{cu} INTERRUITORI SCATOLATI (CEI EN 60947-2) (kA)				IL QUADRO ELETTRICO DEVE ESSERE DOTATO DI TARGA CHE RIPORTA IN MANIERA INDELEBILE I SEGUENTI DATI:	
POTERE INTERRUZIONE DIFFERENZIALE $I_{\Delta n}$ (kA)		≥ 6		PORTA: TRASPARENTE CON SERRATURA A CHIAVE	
FREQUENZA NOMINALE (Hz)		50		NOTE: /	
SCOMPARTO REGOLAZIONE:		PREVISTO <input type="checkbox"/>	NON PREVISTO <input checked="" type="checkbox"/>	<ul style="list-style-type: none"> • NOME O MARCHIO COSTRUTTORE: ... • TIPO O ALTRO MEZZO DI IDENTIFICAZIONE DEL QUADRO DA PARTE DEL COSTRUTTORE: ... • CORRENTE NOMINALE DEL QUADRO: ...A • NATURA DELLA CORRENTE E FREQUENZA: ...V • TENSIONE NOMINALE DI FUNZIONAMENTO: ...V • GRADO DI PROTEZIONE (SE SUPERIORE A IP2XC): ... 	

Figura 5.45

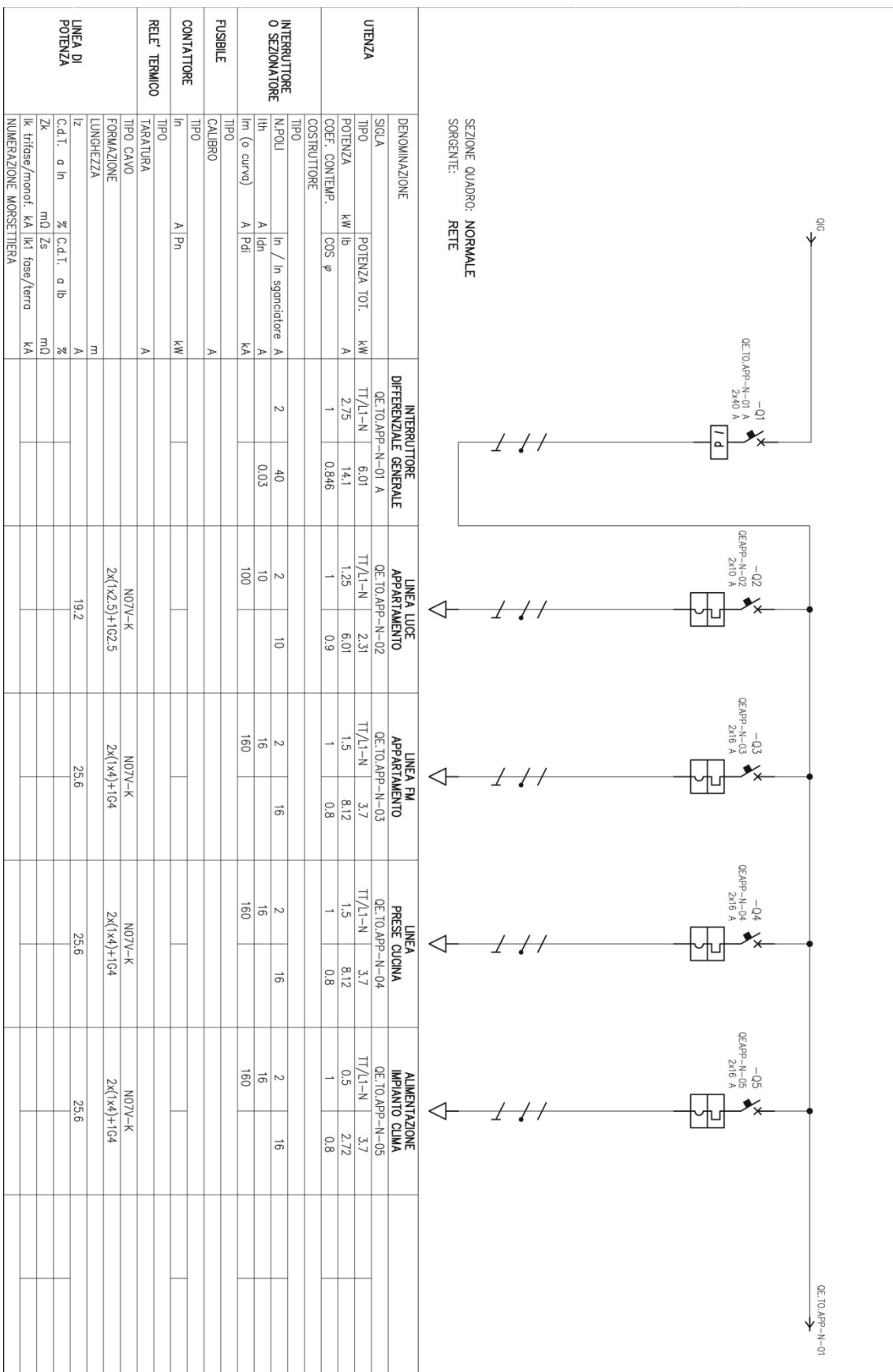


Figura 5.46

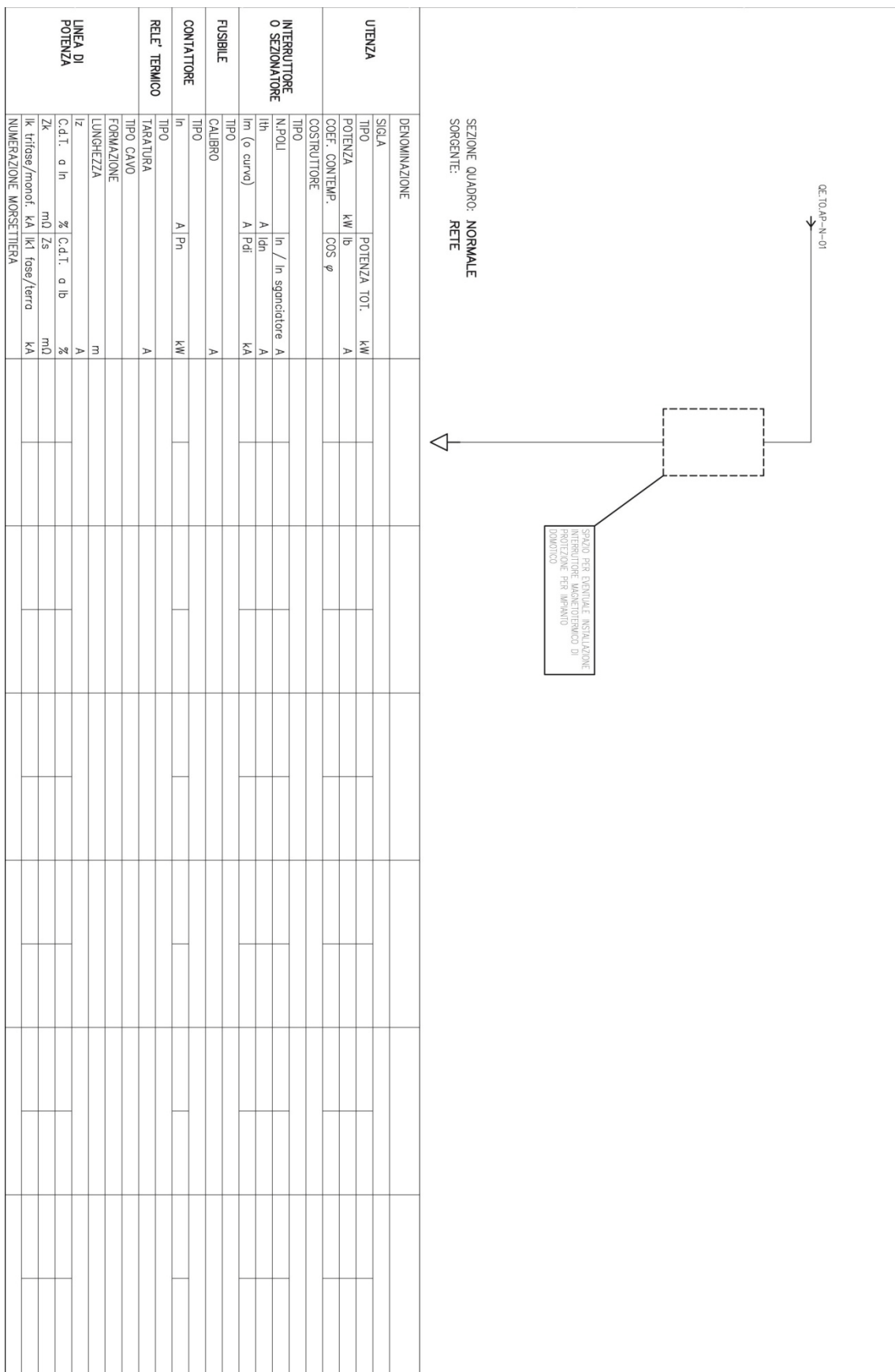


Figura 5.47

5.12.5 Quadro QE.TO.PCO

CARATTERISTICHE ELETTRICHE DEL QUADRO				CARATTERISTICHE DEL CABLAGGIO			
UBICAZIONE QUADRO ELETTRICO		LOCALE CONTATORI TORRE		DESCRIZIONE		COLORE	SEZIONE MINIMA
ESECUZIONE COSTRUTTIVA (CEI 17-13)		ANS		MISURE	MARRONE	1,5 mmq.	
FORMA DI SEGREGAZIONE (CEI 17-13)		2a		CONDUTTORI DI POTENZA	NERO	2,5 mmq.	
ARRIVO CAVI		ALTO/BASSO		NEUTRO	CELESTE	2,5 mmq.	
PARTENZA CAVI		ALTO/BASSO		COMANDI/SEGNALAZIONE IN C.A. DA TRASFO AUX	ROSSO	1,5 mmq.	
				COMANDI/SEGNALAZIONI IN C.A. DA RETE	NERO/CELESTE	1,5 mmq.	
DESCRIZIONE		VALORE		TERRA DI FUNZIONAMENTO	GIALLO-VERDE	2,5 mmq.	
GRADO DI PROTEZIONE A PORTE CHIUSE/APERTE		IP3X/IP2X		TERRA DI PROTEZIONE	GIALLO-VERDE	16 mmq.	
TENSIONE DI FUNZIONAMENTO NOMINALE (V)		400		ALIMENTAZ. DA QUADRI ESTERNI	ARANCIO	1,5 mmq.	
TENSIONE DI ISOLAMENTO NOMINALE (V)		690					
TENSIONE DI PROVA A 50Hz PER 1 min		CIRCUITI POTENZA (V) 2500		CAVO PER CABLAGGI	NO7V-K 450/750V		
		CIRCUITI AUSILIARI (V) 1500		TIPOLOGIA INSTALLAZIONE:			
		SEZIONI DEL QUADRO					
		NORMALE		<input type="checkbox"/> DA INCASSO A PARETE <input type="checkbox"/> IN VISTA A PARETE <input checked="" type="checkbox"/> A PAVIMENTO			
		SICUREZZA					
		RISERVA					
DATI TECNICI DI RIFERIMENTO		●		CARPENTERIA			
CORRENTE PRESUNTA DI CORTOCIRCUITO I_{cc} (kA)		4		PORTA: TRASPARENTE CON SERRATURA A CHIAVE			
CORRENTE DI PICCO (CEI EN 60439-1) I_p (kA)		6		NOTE:			
I_{cn} INTERRUTTORI MODULARI (CEI EN 60898) (kA) \geq		4.5		<ul style="list-style-type: none"> • NOME O MARCHIO COSTRUTTORE: ... • TIPO O ALTRO MEZZO DI IDENTIFICAZIONE DEL QUADRO DA PARTE DEL COSTRUTTORE: ... • CORRENTE NOMINALE DEL QUADRO: ...A • NATURA DELLA CORRENTE E FREQUENZA: ... • TENSIONE NOMINALE DI FUNZIONAMENTO: ...V • GRADO DI PROTEZIONE (SE SUPERIORE A IP2X): ... 			
I_{cu} INTERRUTTORI SCATOLATI (CEI EN 60947-2) (kA) \geq		4.5					
POTERE INTERRUZIONE DIFFERENZIALE $I_{\Delta n}$ (kA)		2					
FREQUENZA NOMINALE (Hz)		50					
SCOMPARTO REGOLAZIONE:		PREVISTO <input type="checkbox"/>		NON PREVISTO <input checked="" type="checkbox"/>			

Figura 5.48

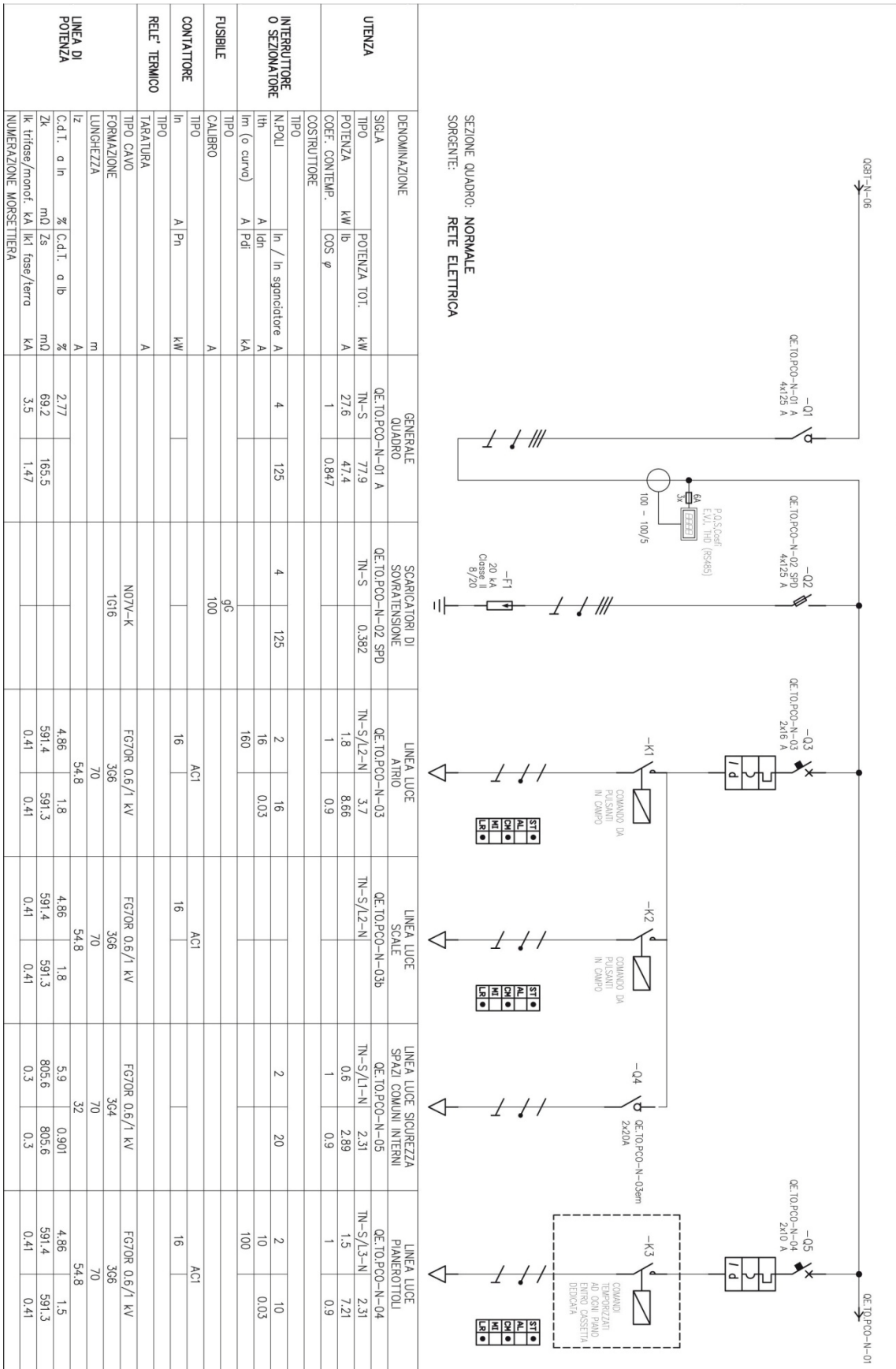


Figura 5.49

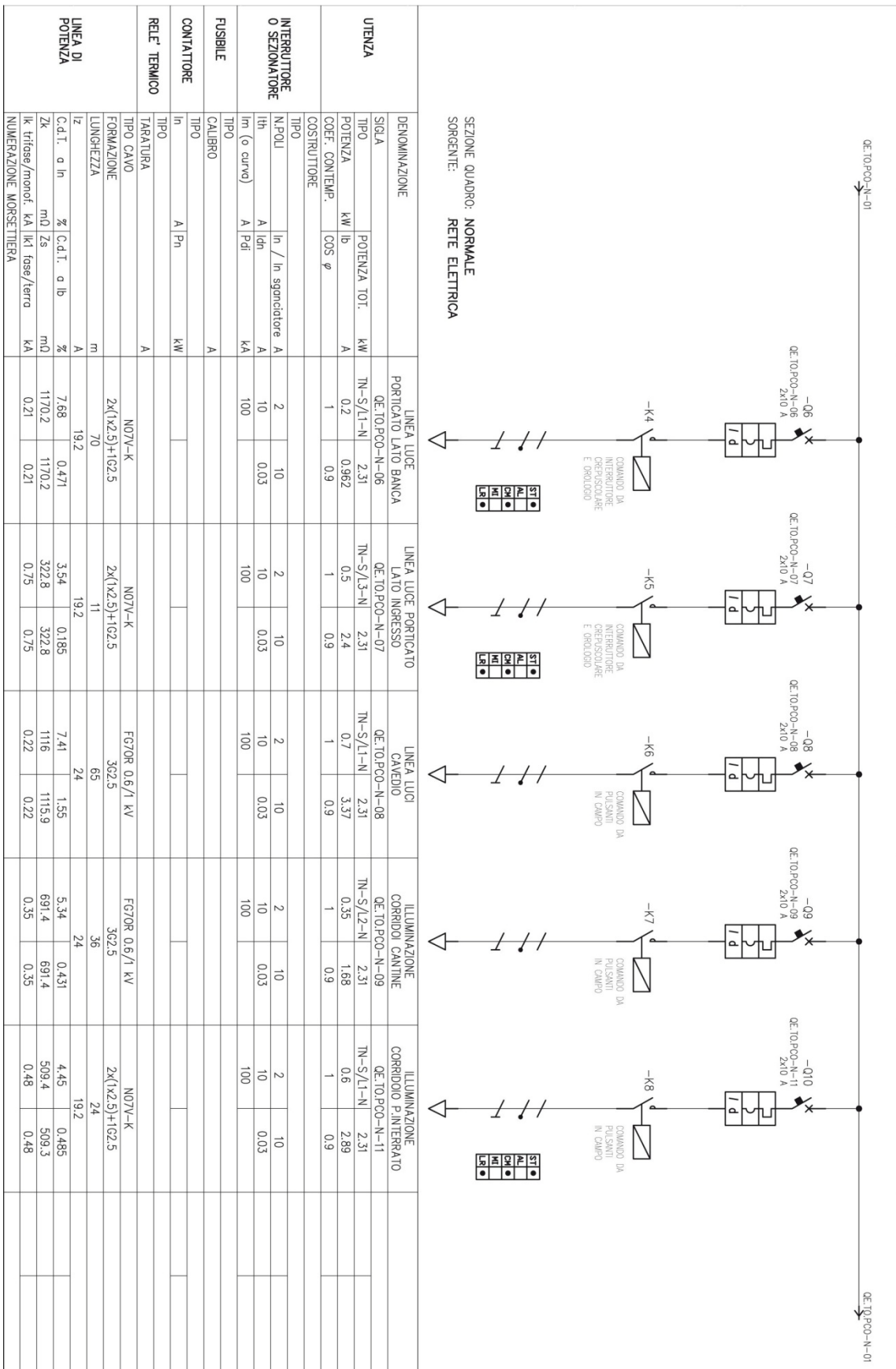


Figura 5.50

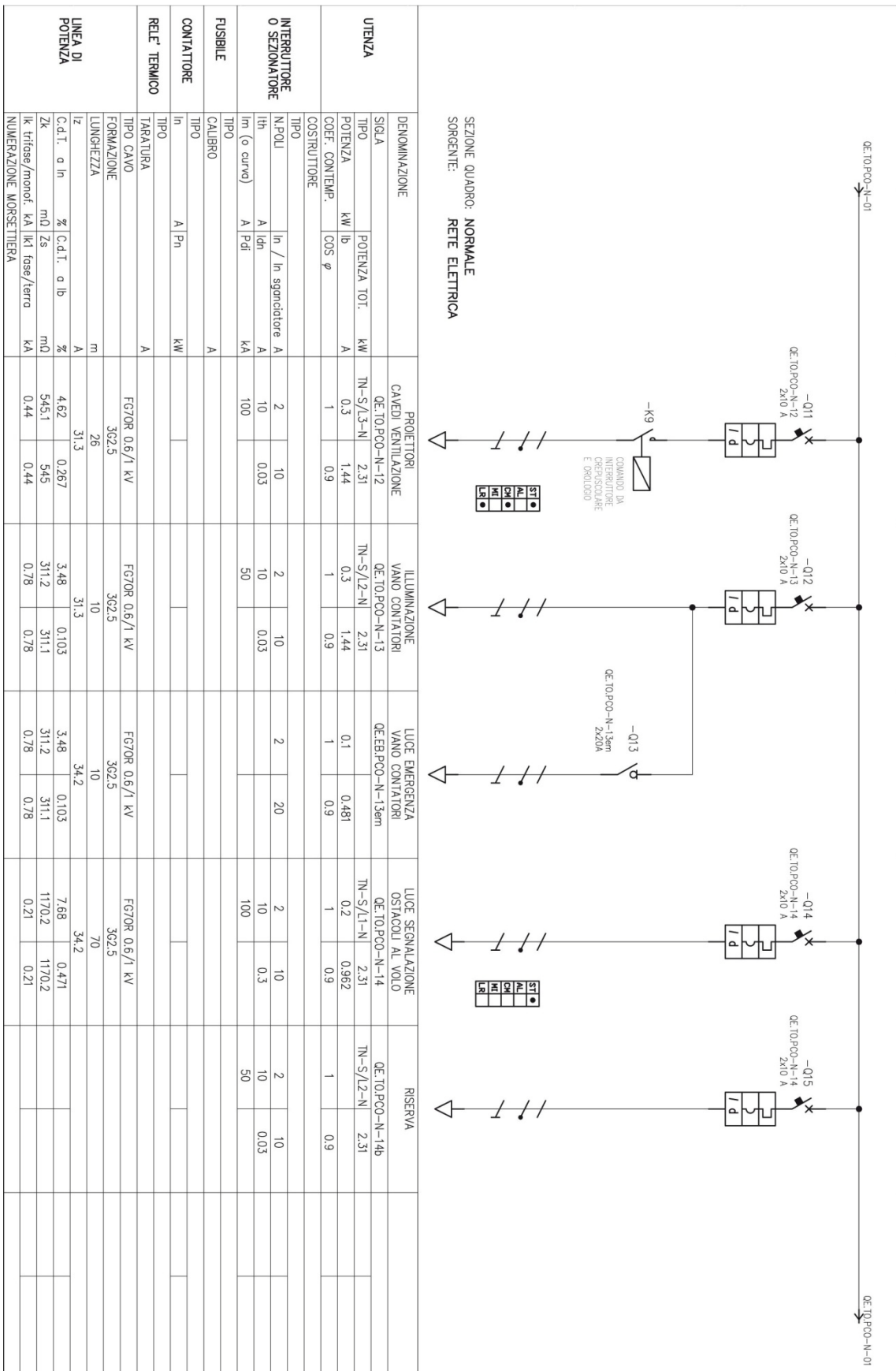


Figura 5.51

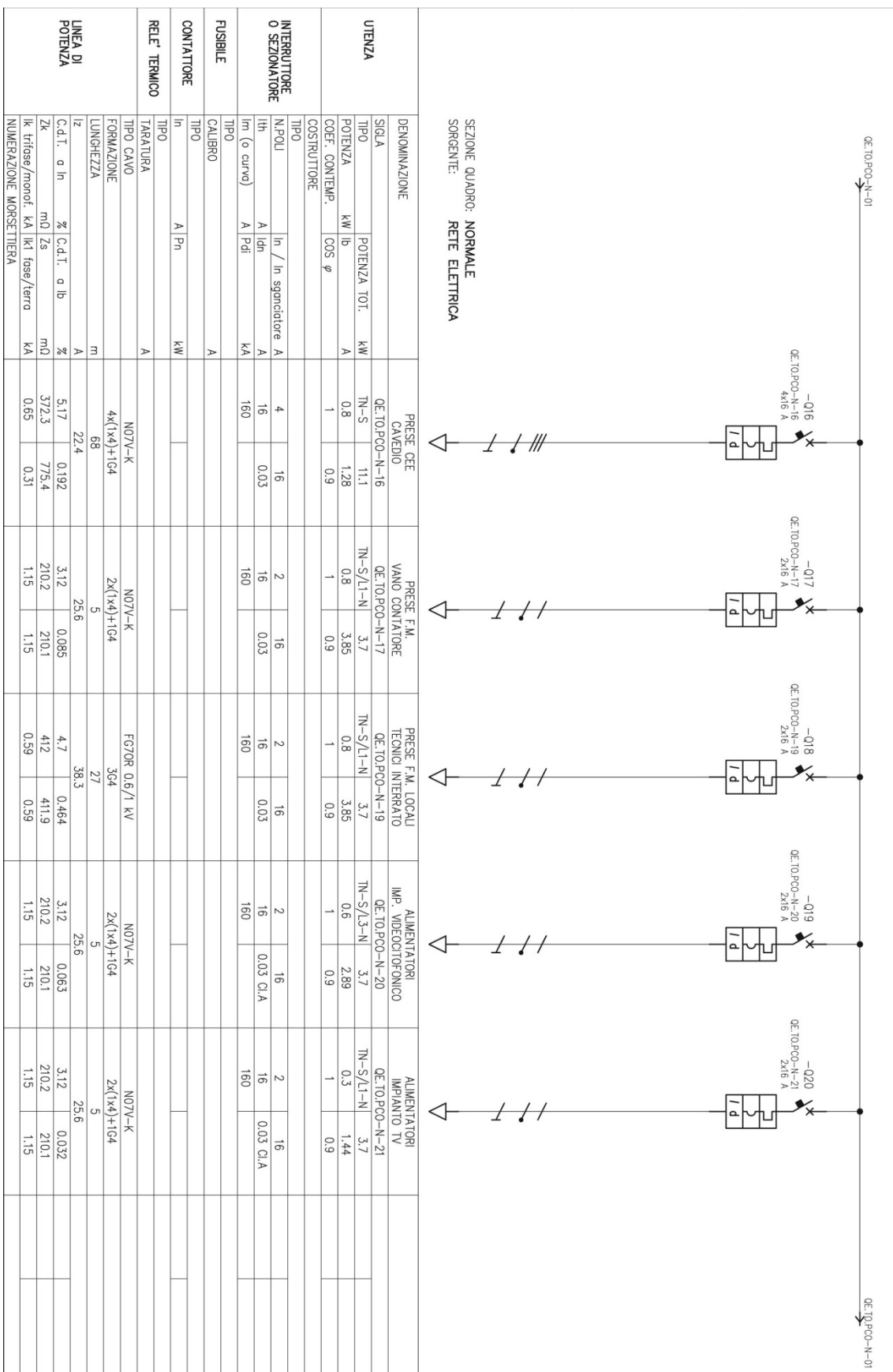


Figura 5.52

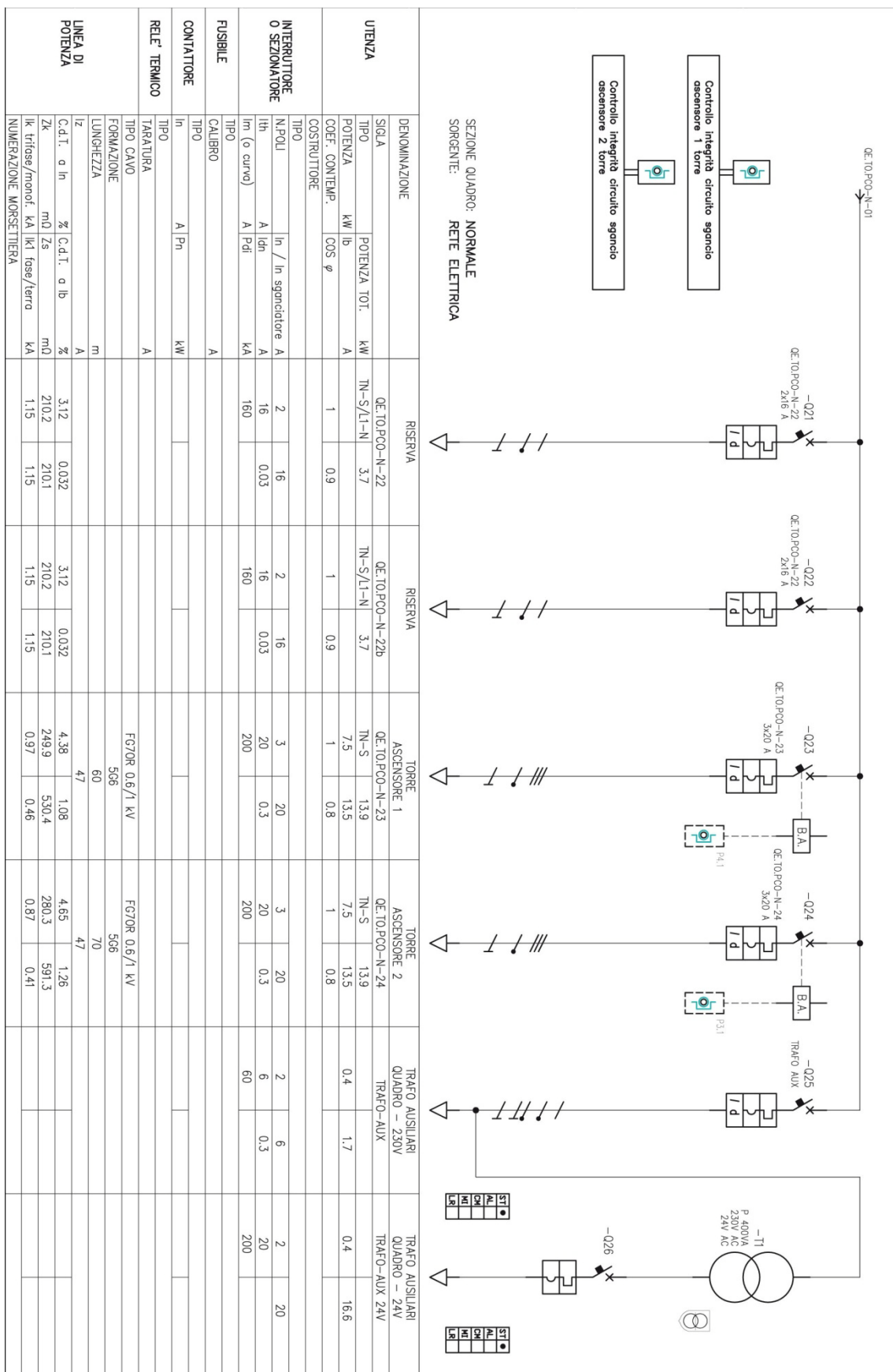


Figura 5.53

capitolo

sesto

Conclusioni

6 Conclusioni

In passato gli impianti elettrici erano realizzati più o meno artigianalmente e senza alcun tipo di progettazione. Attualmente le norme nazionali ed europee rendono obbligatoria la fase progettuale per molti edifici e strutture di nuova realizzazione. La redazione del progetto dell'impianto elettrico è diventata quindi, negli ultimi decenni, un lavoro di estrema importanza, al pari della progettazione statica. Le grandi differenze tra i vari tipi di costruzione rendono il progetto elettrico unico e particolare che necessita sempre di uno studio approfondito. Si riscontra inoltre che la normativa è sempre più complessa e vincolante rendendo il lavoro del progettista decisamente impegnativo. E' quindi necessaria una grande flessibilità mentale e spirito di innovazione per rimanere al passo con i tempi e con le frequenti e rilevanti innovazioni tecnologiche.

L'esperienza maturata con lo stage estivo presso lo studio tecnico mi ha permesso di acquisire le conoscenze base nell'ambito della progettazione e del disegno di impianti elettrici più o meno complessi. Tra i molti impianti progettati e disegnati durante il periodo lavorativo alcuni sono stati considerati meritevoli di essere analizzati e portati all'attenzione dei lettori della relazione per la loro particolarità e/o innovazione tecnologica mentre altri sono stati proposti per l'elevato grado di standardizzazione. Tutti i lavori esposti nella relazione sono stati sviluppati in perfetta collaborazione e supervisione con il titolare dello studio e successivamente realizzati a regola d'arte dalle imprese del settore elettrico operanti sul territorio. In estrema sintesi tutti gli obiettivi prefissati e concordati sono stati raggiunti. I progetti affrontati, dai quali nasce questa tesi di laurea, uniti alle nozioni apprese nel corso di laurea triennale frequentato e alle numerose esperienze lavorative estive degli anni passati come apprendista elettricista hanno rafforzato le conoscenze ed aumentato le mie potenzialità professionali che mi permetteranno di affacciarmi al mondo del lavoro con grandi potenzialità.

Non ultimo va espresso un sentito ringraziamento all'Ingegnere Alberto Olivieri e a tutti i dipendenti dello studio di progettazione Planex per la loro grande pazienza e professionalità nell'insegnare i metodi progettuali ed al Professor Benato Roberto per i suoi consigli durante la stesura della presente relazione.

Bibliografia

7 BIBLIOGRAFIA

“Elementi di progettazione elettrica” Piero Vezzani;

“Guida al sistema bassa tensione” Schneider Electric;

Progetti realizzati durante il tirocinio presso Planex s.r.l.

Appendice A

APPENDICE A

Tabella A.1 Designazione sigle cavi CEI 20.27

Sigla di designazione															
riferimento del cavo alle norme	armonizzato	H													
	cavo nazionale riconosciuto dal Cenelec	A													
tensione nominale U _o /U	100/100 <= U _o /U < 300/300		01												
	300/300 V		03												
	300/500 V		05												
	450/750 V		07												
materiali per isolanti e guaine non metalliche	gomma etilenpropilenica			B											
	etilene-vinilacetato			G											
	treccia di fibra di vetro			J											
	minerale			M											
	policloroprene			N											
	gomma di etilpropilene ordinario			R											
	gomma siliconica			S											
	cloruro di polivinile			V											
guaina, conduttori concentrici e schermi	conduttore di rame concentrico				C										
	schermo di rame sotto forma di treccia sull'insieme delle anime		C4												
componenti costruttivi	elemento portante posto al centro di un cavo rotondo o ripartito in un cavo piatto					D3									
	riempitivo centrale non portante					D5									
costruzione speciale	cavi piatti divisibili, con o senza guaina						H								
	cavi piatti non divisibili						H2								
	cavo piatto con tre o più anime						H6								
	cavo con isolante a doppio strato						H7								
	cordone estensibile						H8								
materiale del conduttore	rame						-								
	alluminio						A								
forma del conduttore (1)	conduttore flessibile per uso cavi per saldatrici												D		
	conduttore flessibile di un cavo flessibile												F		
	conduttore flessibile di un cavo per installazioni fisse												K		
	conduttore rigido, rotondo, a corda												R		
	conduttore rigido, rotondo, a filo unico												U		
numero e dimensione dei conduttori	numero delle anime													n	
	simbolo moltiplicatore in caso di cavo senza anima giallo/verde													X	
	simbolo moltiplicatore in caso di cavo con anima giallo/verde														G
	sezione del conduttore														s

Tabella A.2 Tipi di cavi ammessi e tipi di posa ammissibili CEI 64.8

	modalità di posa						
	senza fissaggio	fissaggio diretto	tubi protettivi circolari	tubi protettivi non circolari	canali, elementi scanalati	passerelle o mensole	su isolatore
tipo di conduttore							
conduttori nudi 	no	no	no	no	no	no	si
cavi unipolari senza guaina 	no	no	si	si	si (1)	no	si
cavi unipolari con guaina 	(2)	si	si	si	si	si	(2)
cavi multipolari 	si	si	si	si	si	si	(2)
ubicazione							
entro cavità di struttura (4) 	si	(2)	si	si	no	si	(2)
entro cunicolo (4) 	si	si	si	si	si	si	(2)
interrata 	si	(2)	si	si	no	(2)	(2)
incassata nella struttura 	no (3)	no (3)	si	si	no (3)	(2)	(2)
montaggio sporgente 	no	si	si	si	si	si	(2)

(1) L'installazione è ammessa se i canali sono provvisti di coperchio asportabile mediante attrezzo e con gradi di protezione IP4X o IPXXD o grado di protezione inferiore ma con installazione fuori dalla portata di mano.

(2) Non applicabile o non utilizzato in generale nella pratica.

(3) Solo per cavi con isolamento minerale e guaina aggiuntiva in materiale non metallico. La norma raccomanda, per altri tipi di cavi, di realizzare l'installazione in modo da permettere la sostituzione degli stessi in caso di deterioramento.

(4) Per cavità si intende lo spazio ricavato in strutture di un edificio e accessibile solo in punti determinati.

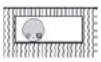











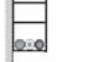

Per cunicolo si intende un involucro che permette l'accesso ai cavi lungo tutto il percorso.

Per galleria si intende un luogo dove sono installati conduttori secondo le modalità di posa indicate in tabella e in modo tale da permettere la libera circolazione di persone.

Tabella A.3 Modalità di posa previste dalla norma CEI 64-8

Esempio	Riferimento	Descrizione	Esempio	Riferimento	Descrizione
	1	Cavi senza guaina in tubi protettivi circolari posati entro muri termicamente isolanti		17	Cavi unipolari con guaina (o multipolari) sospesi o incorporati in fili o corde di supporto
	2	Cavi multipolari in tubi protettivi circolari posati entro muri termicamente isolanti		18	Conduttori nudi o cavi senza guaina su isolatori
	3	Cavi senza guaina in tubi protettivi circolari posati su o distanziati da pareti		21	Cavi multipolari (o unipolari con guaina) in cavità di strutture
	3A	Cavi multipolari in tubi protettivi circolari posati su o distanziati da pareti		22	Cavi unipolari senza guaina in tubi protettivi non circolari posati in cavità di strutture
	4	Cavi senza guaina in tubi protettivi non circolari posati su pareti		22A	Cavi multipolari (o unipolari con guaina) in tubi protettivi circolari posati in cavità di strutture
	4A	Cavi multipolari in tubi protettivi non circolari posati su pareti		23	Cavi unipolari senza guaina in tubi protettivi non circolari posati in cavità di strutture
	5	Cavi senza guaina in tubi protettivi annegati nella muratura		24	Cavi unipolari senza guaina in tubi protettivi non circolari annegati nella muratura
	5A	Cavi multipolari in tubi protettivi annegati nella muratura		24A	Cavi multipolari (o unipolari con guaina), in tubi protettivi non circolari annegati nella muratura
	11	Cavi multipolari (o unipolari con guaina), con o senza armatura, posati su o distanziati da pareti		25	Cavi multipolari (o unipolari con guaina) posati in - controsoffitti - pavimenti sopraelevati
	11A	Cavi multipolari (o unipolari con guaina) con o senza armatura, fissati su soffitti		31	Cavi senza guaina e cavi multipolari (o unipolari con guaina) in canali posati su parete con percorso orizzontale
	12	Cavi multipolari (o unipolari con guaina), con o senza armatura, su passerelle non perforate		32	Cavi senza guaina e cavi multipolari (o unipolari con guaina) in canali posati su parete con percorso verticale
	13	Cavi multipolari (o unipolari con guaina), con o senza armatura, su passerelle perforate con percorso orizzontale o verticale		33	Cavi senza guaina posati in canali incassati nel pavimento
	14	Cavi multipolari (o unipolari con guaina), con o senza armatura, su mensole		33A	Cavi multipolari posati in canali incassati nel pavimento
	15	Cavi multipolari (o unipolari con guaina), con o senza armatura, fissati da collari		34	Cavi senza guaina in canali sospesi
	16	Cavi multipolari (o unipolari con guaina), con o senza armatura, su passerelle a traversini		34A	Cavi multipolari (o unipolari con guaina) in canali sospesi
				41	Cavi senza guaina e cavi multipolari (o unipolari con guaina) in tubi protettivi circolari posati entro cunicoli chiusi, con percorso orizzontale o verticale

Tabella A.4 Modalità di posa previste dalla norma CEI 64-8 e CEI 11-17

Esempio	Riferimento	Descrizione
	42	Cavi senza guaina in tubi protettivi circolari posati entro cunicoli ventilati incassati nel pavimento
	43	Cavi unipolari con guaina e multipolari posati in cunicoli aperti o ventilati con percorso orizzontale e verticale
	51	Cavi multipolari (o cavi unipolari con guaina) posati direttamente entro pareti termicamente isolanti
	52	Cavi multipolari (o cavi unipolari con guaina) posati direttamente nella muratura senza protezione meccanica addizionale
	53	Cavi multipolari (o cavi unipolari con guaina) posati nella muratura con protezione meccanica addizionale
	61	Cavi unipolari con guaina e multipolari in tubi protettivi interrati od in cunicoli interrati
	62	Cavi multipolari (o unipolari con guaina) interrati senza protezione meccanica addizionale
	63	Cavi multipolari (o unipolari con guaina) interrati con protezione meccanica addizionale
	71	Cavi senza guaina posati in elementi scanalati
	72	Cavi senza guaina (o cavi unipolari con guaina o cavi multipolari) posati in canali provvisti di elementi di separazione: - circuiti per cavi per comunicazione e per elaborazione dati
	73	Cavi senza guaina in tubi protettivi o cavi unipolari con guaina (o multipolari) posati in stipiti di porte
	74	Cavi senza guaina in tubi protettivi o cavi unipolari con guaina (o multipolari) posati in stipiti di finestre
	75	Cavi senza guaina, cavi multipolari o cavi unipolari con guaina in canale incassato
	81	Cavi multipolari immersi in acqua

Per le pose dei cavi interrati la norma CEI 64-8 non dà nessuna indicazione. Queste vengono individuate nella norma CEI 11-17 in cui vengono definite le seguenti tipologie di pose


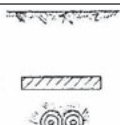
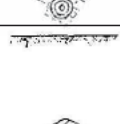
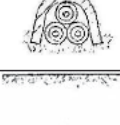
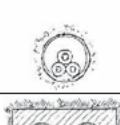
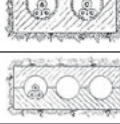
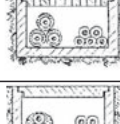
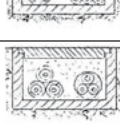
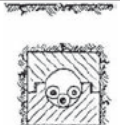

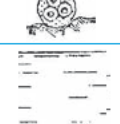

Esempio	Riferimento	Descrizione
	L	Cavi direttamente interrati senza protezione meccanica supplementare
	M-1	Cavi direttamente interrati con protezione meccanica supplementare, lastra piena
	M-2	Cavi direttamente interrati con protezione meccanica supplementare, con apposito legolo
	N	Cavo in tubo interrato
	O-1	Cavo in condotti: condotti non apribili, manufatti gettati in opera
	O-2	Cavi in condotti: condotti apribili, manufatti prefabbricati
	P-1	Cavi in cunicolo affiorante: ventilato
	P-2	Cavi in cunicolo affiorante: chiuso riempito
	P-3	Cavi in cunicolo affiorante: chiuso riempito
	Q	Cavo in cunicolo interrato
	R-1	Cavo in acqua posato sul fondo
	R-2	Cavo in acqua interrato sul fondo

Tabella A.5 Influenza della temperatura nella posa dei cavi

Tabella T1A - influenza della temperatura		
Temperatura ambiente	Tipo di isolamento	
	PVC	EPR
10	1,22	1,15
15	1,17	1,12
20	1,12	1,08
25	1,06	1,04
35	0,94	0,96
40	0,87	0,91
45	0,79	0,87
50	0,71	0,82
55	0,61	0,76
60	0,5	0,71
65		0,65
70		0,58
75		0,5
80		0,41

Tabella T1B - influenza della temperatura		
	Isolamento minerali	
	cavo nudo o ricoperto in materiale termoplastico esposto al tocco	cavo nudo non esposto al tocco
Temp. max della guaina metallica	70° C	105° C
Temp. ambiente		
10	1,26	1,14
15	1,2	1,11
20	1,14	1,07
25	1,07	1,04
35	0,93	0,96
40	0,85	0,92
45	0,76	0,88
50	0,67	0,84
55	0,57	0,8
60	0,45	0,75
65	-	0,7
70	-	0,65
75	-	0,6
80	-	0,54
85	-	0,47
90	-	0,4
95	-	0,32

Tabella A.6 Circuiti realizzati con cavi installati in fascio o strato

Tabella T2 - circuiti realizzati con cavi installati in fascio o strato													
n° di posa CEI 64-8	Disposizione	Numero di circuiti o di cavi multipolari											
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	12	16	20
tutte le altre pose	raggruppati a fascio, annegati	1,00	0,80	0,70	0,65	0,60	0,57	0,54	0,52	0,50	0,45	0,41	0,38
11-12-25	singolo strato su muro, pavimento o passerelle non perforate	1,00	0,85	0,79	0,75	0,73	0,72	0,72	0,71	0,70	nessuna ulteriore riduzione per più di 9 circuiti o cavi multipolari		
11A	strato a soffitto	0,95	0,81	0,72	0,68	0,66	0,64	0,63	0,62	0,61			
13	strato su passerelle perforate orizzontali o verticali (perforate o non perforate)	1,00	0,88	0,82	0,77	0,75	0,73	0,73	0,72	0,72			
14-15-16-17	strato su scala posa cavi o graffato ad un sostegno	1,00	0,87	0,82	0,80	0,80	0,79	0,79	0,78	0,78			

Tabella A.7 Circuiti realizzati con cavi multipolari in strato su più supporti

Tabella T3 - circuiti realizzati con cavi multipolari in strato su più supporti (es. passerelle)									
n° posa CEI 64-8	Metodo di installazione		numero di passerelle	Numero di cavi per ogni supporto					
				1	2	3	4	6	9
13	passerelle perforate orizzontali	posa ravvicinata	2	1,00	0,87	0,80	0,77	0,73	0,68
			3	1,00	0,86	0,79	0,76	0,71	0,66
		posa distanziata	2	1,00	0,99	0,96	0,92	0,87	
			3	1,00	0,98	0,95	0,91	0,85	
13	passerelle perforate verticali	posa ravvicinata	2	1,00	0,88	0,81	0,76	0,71	0,70
		posa distanziata	2	1,00	0,91	0,88	0,87	0,85	
14-15-16-17	scala posa cavi elemento di sostegno	posa ravvicinata	2	1,00	0,86	0,80	0,78	0,76	0,73
			3	1,00	0,85	0,79	0,76	0,73	0,70
		posa distanziata	2	1,00	0,99	0,98	0,97	0,96	
			3	1,00	0,98	0,97	0,96	0,93	

Nota: per posa distanziata si intende che la distanza tra i cavi unipolari affiancati sulla passerella è superiore al diametro esterno del cavo multipolare.

Nelle pose su passerelle orizzontali o su scala posa cavi, i cavi devono essere posizionati ad una distanza dalla superficie verticale (parete) maggiore o uguale a 20 mm.

Tabella A.8 Circuiti realizzati con cavi in strato su più supporti

Tabella T4 - circuiti realizzati con cavi unipolari in strato su più supporti							
n° posa CEI 64-8	Metodo di installazione		numero di passerelle	Numero di circuiti trifasi			Utilizzato per
				1	2	3	
13	passerelle perforate orizzontali		2	0,96	0,87	0,81	3 cavi in formazione orizzontale
			3	0,95	0,85	0,78	
13	passerelle perforate verticali		2	0,95	0,84		3 cavi in formazione verticale
14-15-16-17	scala posa cavi o elemento di sostegno		2	0,98	0,93	0,89	3 cavi in formazione orizzontale
			3	0,97	0,90	0,86	
13	passerelle perforate orizzontali		2	0,97	0,93	0,89	3 cavi in formazione a trefolo
			3	0,96	0,92	0,86	
13	passerelle perforate verticali		2	1,00	0,90	0,86	
			3	0,96	0,92	0,86	
14-15-16-17	scala posa cavi o elemento di sostegno		2	0,97	0,95	0,93	
			3	0,96	0,94	0,9	

Nota: nelle pose su passerelle orizzontali o su scala posa cavi, i cavi devono essere posizionati ad una distanza dalla superficie verticale (parete) maggiore o uguale a 20 mm.

Le forme di cavi in formazione a trefolo si intendono disposte ad una distanza maggiore di due volte il diametro del singolo cavo unipolare.

Tabella A.9 Cavi unipolari con o senza guaina con isolamento in PVC o EPR

Tabella T-A - cavi unipolari con e senza guaina con isolamento in PVC o EPR (1)																				
Metodologia tipica di installazione	Altri tipi di posa della CEI 64-8	Tipo di isolamento	Numero cond. caricati	Portata [A]																
				Sezione [mm ²]																
				1	1,5	2,5	4	6	10	16	25	35	50	70	95	120	150	185	240	300
Cavi in tubo incassato in parete isolante	1-51-71-73-74	PVC	2		14,5	19,5	26	34	46	61	80	99	119	151	182	210	240	273	320	
			3		13,5	18	24	31	42	56	73	89	108	136	164	188	216	245	286	
	EPR	2		19,0	26	36	45	61	81	106	131	158	200	241	278	318	362	424		
		3		17,0	23	31	40	54	73	95	117	141	179	216	249	285	324	380		
Cavi in tubo in aria	3-4-5-22-23	PVC	2	13,5	17,5	24	32	41	57	76	101	125	151	192	232	269	309	353	415	
			3	12	15,5	21	28	36	50	68	89	110	134	171	207	239	275	314	369	
	EPR	2	17	23,0	31	42	54	75	100	133	164	198	253	306	354	402	472	555		
		3	15	20,0	28	37	48	66	88	117	144	175	222	269	312	355	417	490		
Cavi in aria libera in posizione non a portata di mano	18	PVC	2		19,5	26	35	46	63	85	112	138	168	213	258	299	344	392	461	
			3		15,5	21	28	36	57	76	101	125	151	192	232	269	309	353	415	
	EPR	2		24,0	33	45	58	80	107	142	175	212	270	327						
		3		20,0	28	37	48	71	96	127	157	190	242	293						
Cavi in aria libera a trifoglio	11-12-21-25	PVC	3		19,5	26	35	46	63	85	110	137	167	216	264	308	356	409	485	561
	43-52-53	EPR	3		24	33	45	58	80	107	135	169	207	268	328	383	444	510	607	703
Cavi in aria libera in piano a contatto	13-14-15-16-17	PVC	2	22	30	40	52	71	96	131	162	196	251	304	352	406	463	546	629	
			3		19,5	26	35	46	63	85	114	143	174	225	275	321	372	427	507	587
	EPR	2		27	37	50	64	88	119	161	200	242	310	377	437	504	575	679	783	
		3		24	33	45	58	80	107	141	176	216	279	342	400	464	533	634	736	
Cavi in aria libera distanziati su un piano orizzontale (2)	14-15-16	PVC	2							146	181	219	281	341	396	456	521	615	709	
			3								146	181	219	281	341	396	456	521	615	709
	EPR	2								182	226	275	353	430	500	577	661	781	902	
		3								182	226	275	353	430	500	577	661	781	902	
Cavi in aria libera distanziati su piano verticale (2)	13-14-15-16	PVC	2							130	162	197	254	311	362	419	480	569	659	
			3								130	162	197	254	311	362	419	480	569	659
	EPR	2								161	201	246	318	389	454	527	605	719	833	
		3								161	201	246	318	389	454	527	605	719	833	

(1) PVC: miscela termoplastica a base di polivinilcloruro (temperatura massima del conduttore uguale a 70 °C)

EPR: miscela elastomerica reticolata a base di gomma etilenpropilenica o similari (temperatura massima del conduttore uguale a 90 °C)

(2) I cavi affiancati del singolo circuito trifase si considerano distanziati se posati in modo che la distanza tra di essi sia superiore o uguale al diametro esterno del singolo cavo unipolare.

Tabella A.10 Cavi multipolari con isolamento in PVC o EPR

Tabella T-B: cavi multipolari con isolamento in PVC o EPR (1)																				
Metodologia tipica di installazione	Altri tipi di posa della CEI 64-8	Tipo di isolamento	Numero cond. caricati	Portata [A]																
				Sezione [mm ²]																
				1	1,5	2,5	4	6	10	16	25	35	50	70	95	120	150	185	240	300
Cavo in tubo incassato in parete isolante	2-51-73-74	PVC	2		14,0	18,5	25	32	43	57	75	92	110	139	167	192	219	248	291	334
			3		13,0	17,5	23	29	39	52	68	83	99	125	150	172	196	223	261	298
	EPR	2		18,5	25,0	33	42	57	76	99	121	145	183	220	253	290	329	386	442	
		3		16,5	22,0	30	38	51	68	89	109	130	164	197	227	259	295	346	396	
Cavo in tubo in aria	3A-4A-5A-21	PVC	2	13,5	16,5	23,0	30	38	52	69	90	111	133	168	201	232	258	294	344	394
			3	12,0	15,0	20,0	27	34	46	62	80	99	118	149	176	206	225	255	297	339
	22A-24A-25	EPR	2	17,0	22,0	30,0	40	51	69	91	119	146	175	221	265	305	334	384	459	532
			3	15,0	19,5	26,0	35	44	60	80	105	128	154	194	233	268	300	340	398	455
Cavo in aria libera, distanziato dalla parete/soffitto o su passerella	13-14-15-16-17	PVC	2	15,0	22,0	30,0	40	51	70	94	119	148	180	232	282	328	379	434	514	593
			3	13,6	18,5	25,0	34	43	60	80	101	126	153	196	238	276	319	364	430	497
	EPR	2	19,0	26,0	36,0	49	63	86	115	149	185	225	289	352	410	473	542	641	741	
		3	17,0	23,0	32,0	42	54	75	100	127	158	192	246	298	346	399	456	538	621	
Cavo in aria libera, fissato alla parete/soffitto	11-11A-52-	PVC	2	15,0	19,5	27,0	36	46	63	85	112	138	168	213	258	299	344	392	461	530
			3	13,5	17,5	24,0	32	41	57	76	96	119	144	184	223	259	299	341	403	464
	53-12	EPR	2	19,0	24,0	33,0	45	58	80	107	138	171	209	269	328	382	441	506	599	693
			3	17,0	22,0	30,0	40	52	71	96	119	147	179	229	278	322	371	424	500	576

(1) PVC: miscela termoplastica a base di polivinilcloruro (temperatura massima del conduttore uguale a 70 °C)

EPR: miscela elastomerica reticolata a base di gomma etilenpropilenica o similari (temperatura massima del conduttore uguale a 90 °C)

Tabella A.11 Cavi ad isolamento minerale unipolari

Tabella T-C: cavi ad isolamento minerale unipolari; serie L: cavi per servizio leggero fino a 500 V; serie H: cavi per servizio pesante fino a 750 V																					
Metodologia tipica di installazione	Altri tipi di posa della CEI 64-8	Tipo di isolamento	Num. cond. caricati	Portata [A]																	
				Sezione [mm ²]																	
				1,5	2,5	4	6	10	16	25	35	50	70	95	120	150	185	240			
Cavi in aria libera a trifoglio	13 - 14 15 - 16	serie L (1)	3	21	28	37															
		serie L (2)	3	26	35	46															
		serie H (1)	3	22	30	40	51	69	92	120	147	182	223	267	308	352	399	466			
		serie H (2)	3	28	38	50	64	87	115	150	184	228	279	335	385	441	500	584			
Cavi in aria libera in piano a contato	13 - 14 15 - 16	serie L (1)	2	25	33	44															
			3	23	31	41															
		serie L (2)	2	31	41	54															
			3	29	39	51															
		serie H (1)	2	26	36	47	60	82	109	142	174	215	264	317	364	416	472	552			
			3	26	34	45	57	77	102	132	161	198	241	289	331	377	426	496			
		serie H (2)	2	33	45	60	76	104	137	179	220	272	333	400	460	526	596	697			
			3	32	43	56	71	96	127	164	200	247	300	359	411	469	530	617			
Cavi in aria libera distanziati su un piano orizzontale	14-15-16	serie L (1)	2	25	33	44															
			3	29	39	51															
		serie L (2)	2	31	41	54															
			3	37	49	64															
		serie H (1)	2	26	36	47	60	82	109	142	174	215	264	317	364	416	472	552			
			3	32	43	56	71	95	125	162	197	242	294	351	402	454	507	565			
		serie H (2)	2	33	45	60	76	104	137	179	220	272	333	400	460	526	596	697			
			3	40	54	70	89	120	157	204	248	304	370	441	505	565	629	704			
Cavi in aria libera distanziati su un piano verticale	14-15-16	serie L (1)	2	25	33	44															
			3	26	34	45															
		serie L (2)	2	31	41	54															
			3	33	43	56															
		serie H (1)	2	26	36	47	60	82	109	142	174	215	264	317	364	416	472	552			
			3	28	37	49	62	84	110	142	173	213	259	309	353	400	446	497			
		serie H (2)	2	33	45	60	76	104	137	179	220	272	333	400	460	526	596	697			
			3	35	47	61	78	105	137	178	216	266	323	385	441	498	557	624			
Cavi in aria libera, fissati sulla parete o soffitto	11 - 11A	serie L (1)	2	23	31	40															
			3	21	29	38															
		serie L (2)	2	28	38	51															
			3	27	36	47															
		serie H (1)	2	25	34	45	57	77	102	133	163	202	247	296	340	388	440	514			
			3	23	31	41	52	70	92	120	147	181	221	264	303	346	392	457			
		serie H (2)	2	31	42	55	70	96	127	166	203	251	307	369	424	485	550	643			
			3	30	41	53	67	91	119	154	187	230	280	334	383	435	492	572			
Cavi a trifoglio in aria libera fissati sulla parete o soffitto	11 - 11A	serie L (1)	3	19	26	35															
		serie L (2)	3	24	33	44															
		serie H (1)	3	21	28	37	48	65	86	112	137	169	207	249	286	327	371	434			
		serie H (2)	3	26	35	47	59	81	107	140	171	212	260	312	359	410	465	544			

(1) Cavi ad isolamento minerale nudi esposti al tocco oppure rivestiti in materiale termoplastico (T massima della guaina metallica 70°C). Per i cavi nudi moltiplicare per 0,9.

(2) Cavi ad isolamento minerale nudi non esposti al tocco (T massima della guaina metallica 105°C).

Tabella A.12 Cavi ad isolamento minerale multipolari

Tabella T-D: cavi ad isolamento minerale multipolari; serie L: cavi per servizio leggero fino a 500 V; serie H: cavi per servizio pesante fino a 750 V											
Metodologia tipica di installazione	Altri tipi di posa della CEI 64-8	Tipo di isolamento	Numero cond. caricati	Portata [A]							
				Sezione [mm ²]							
				1,5	2,5	4	6	10	16	25	
Cavo in aria libera, distanziato dalla parete o soffitto o su passerella	13 -14 15 - 16	serie L (1)	2	25	33	44					
			3	21	28	37					
		serie L (2)	2	31	41	54					
			3	26	35	46					
		serie H (1)	2	26	36	47	60	82	109	142	
			3	22	30	40	51	69	92	120	
	serie H (2)	2	33	45	60	76	104	137	179		
		3	28	38	50	64	87	115	150		
	Cavo in aria libera, fissato sulla parete o soffitto	11 - 11A	serie L (1)	2	23	31	40				
				3	19	26	35				
			serie L (2)	2	28	38	51				
				3	24	33	44				
serie H (1)			2	25	34	45	57	77	102	133	
			3	21	28	37	48	65	86	112	
serie H (2)		2	31	42	55	70	96	127	166		
		3	26	35	47	59	81	107	140		

(1) Cavi ad isolamento minerale nudi esposti al tocco oppure rivestiti in materiale termoplastico (T massima della guaina metallica 70°C).
Per i cavi nudi moltiplicare per 0,9.

(2) Cavi ad isolamento minerale nudi non esposti al tocco (T massima della guaina metallica 105°C).

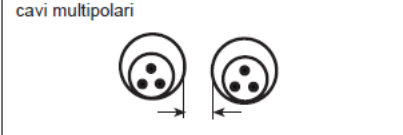
Tabella A.13 Influenza della temperatura del terreno

Tabella T5: influenza della temperatura del terreno		
Temperatura del terreno [°C]	Tipo di isolamento	
	PVC	EPR
10	1,1	1,07
15	1,05	1,04
20	1	1
25	0,95	0,96
30	0,89	0,93
35	0,84	0,89
40	0,77	0,85
45	0,71	0,8
50	0,63	0,76
55	0,55	0,71
60	0,45	0,65
65		0,6
70		0,53
75		0,46
80		0,38

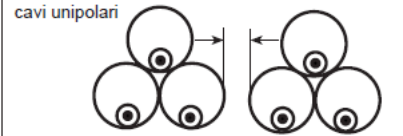
Tabella A.14 Gruppi di circuiti installati sullo stesso piano

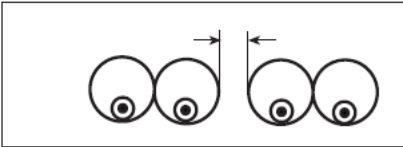
Tabella T6: gruppi di più circuiti installati sullo stesso piano				
un cavo multipolare per ciascun tubo				
n. circuiti	distanza fra i circuiti [m]			
	a contatto	0,25	0,5	1
2	0,85	0,9	0,95	0,95
3	0,75	0,85	0,9	0,95
4	0,7	0,8	0,85	0,9
5	0,65	0,8	0,85	0,9
6	0,6	0,8	0,8	0,9
un cavo unipolare per ciascun tubo				
n.cavi	distanza fra i circuiti [m]			
	a contatto	0,25	0,5	1
2	0,8	0,9	0,9	0,95
3	0,7	0,8	0,85	0,9
4	0,65	0,75	0,8	0,9
5	0,6	0,7	0,8	0,9
6	0,6	0,7	0,8	0,9

cavi multipolari



cavi unipolari





Distanza fra i circuiti

Tabella A.15 Influenza della profondità di posa

Tabella T7: influenza della profondità di posa					
profondità di posa [m]	0,5	0,8	1	1,2	1,5
fattore di correzione	1,02	1	0,98	0,96	0,94

Tabella A.16 Influenza della resistività termica del terreno

Tabella T8: influenza della resistività termica del terreno					
cavi unipolari					
resistività de terreno (K x m/W)	1	1,2	1,5	2	2,5
fattore di correzione	1,08	1,05	1	0,9	0,82
cavi multipolari					
resistività del terreno (K x m/W)	1	1,2	1,5	2	2,5
fattore di correzione	1,06	1,04	1	0,91	0,84

Tabella A.17 Cavi unipolari con e senza guaina e cavi multipolari

Tabella T-E : cavi unipolari con e senza guaina e cavi multipolari (1)																						
Metodologia tipica di installazione	Altri tipi di posa della CEI 64-8	Tipo di isolam.	N. cond.	Portata [A]																		
				Sezione [mm ²]																		
				1,5	2,5	4	6	10	16	25	35	50	70	95	120	150	185	240	300	400	500	630
cavi unipolari in tubi interrati a contatto (1 cavo per tubo)		PVC	2	22	29	38	47	63	82	105	127	157	191	225	259	294	330	386				
			3	20	26	34	43	57	74	95	115	141	171	201	231	262	293	342				
		EPR	2	26	34	44	54	73	95	122	148	182	222	261	301	343	385	450	509	592	666	759
			3	23	31	40	49	67	85	110	133	163	198	233	268	304	340	397	448	519	583	663
cavi unipolari in tubo interrato	61	PVC	2	21	27	36	45	61	78	101	123	153	187	222	256	292	328	385				
			3	18	23	30	38	51	66	86	104	129	158	187	216	246	277	325				
		EPR	2	24	32	41	52	70	91	118	144	178	218	258	298	340	383	450	510	595	671	767
			3	21	27	35	44	59	77	100	121	150	184	217	251	287	323	379	429	500	565	645
cavi multipolari in tubo interrato	61	PVC	2	19	25	33	41	56	73	94	115	143	175	208	240	273	307	360				
			3	16	21	28	35	47	61	79	97	120	148	175	202	231	259	304				
		EPR	2	23	30	39	49	66	86	111	136	168	207	245	284	324	364	428				
			3	19	25	32	41	55	72	93	114	141	174	206	238	272	306	360				

(1) PVC: miscela termoplastica a base di polivinilcloruro (temperatura massima del conduttore uguale a 70°C; EPR: miscela elastomerica reticolata a base di gomma etilpropilenica o similari (temperatura massima del conduttore uguale a 90°C)

Tabella A.18 Resistenza e reattanza specifica dei cavi unificati

Resistenza e reattanza specifica dei cavi unificati (Tabella UNEL 35023-70) (1)																
sez. [mm ²]	1,5	2,5	4	6	10	16	25	35	50	70	95	120	150	185	240	300
cavo unipolare																
r [mΩ/m]	14,8	8,91	5,57	3,71	2,24	1,41	0,889	0,641	0,473	0,328	0,236	0,188	0,153	0,123	0,0943	0,0761
x [mΩ/m]	0,168	0,156	0,143	0,135	0,119	0,112	0,106	0,101	0,101	0,0965	0,0975	0,0939	0,0928	0,0908	0,0902	0,0895
cavo bipolare, tripolare																
r [mΩ/m]	15,1	9,08	5,68	3,78	2,27	1,43	0,907	0,654	0,483	0,334	0,241	0,191	0,157	0,125	0,0966	0,0780
x [mΩ/m]	0,118	0,109	0,101	0,0955	0,0861	0,0817	0,0813	0,0783	0,0779	0,0751	0,0762	0,0740	0,0745	0,0742	0,0752	0,0750

(1) Materiale conduttore: rame, temperatura di riferimento 80°C.

Tabella A.19 Caratteristiche elettriche trasformatori MT/BT in olio e resina

Trasformatore in olio a norma CEI 14-13 lista A															
potenza nominale [kVA]	100	160	250	315	400	500	630	800	1000	1250	1600	2000	2500	3000	
corrente nominale secondaria [A]	145	231	361	455	578	723	910	1156	1445	1806	2312	2890	3613	4335	
perdite [kW]	a vuoto	0,32	0,46	0,65	0,77	0,93	1,10	1,30	1,50	1,70	2,10	2,60	3,20	3,80	4,40
	a carico (75°C)	1,75	2,35	3,25	3,90	4,60	5,50	6,50	9,00	10,50	13,10	17,00	22,00	26,50	30,50
tensione di cortocircuito % (75°C)	4	4	4	4	4	4	4	6	6	6	6	6	6	6	
corrente a vuoto %	2,5	2,3	2,1	2	1,9	1,9	1,8	1,7	1,5	1,4	1,3	1,2	1,1	1	
resistenza equivalente a 75°C [mohm]	27,93	14,85	8,30	6,27	4,59	3,51	2,61	2,24	1,68	1,34	1,06	0,88	0,68	0,54	
reattanza equivalente [mohm]	57,58	37,22	24,22	19,32	15,33	12,31	9,82	11,79	9,45	7,56	5,91	4,72	3,78	3,15	
impedenza equivalente a 75°C [mohm]	64,00	40,00	25,60	20,32	16,00	12,80	10,16	12,00	9,60	7,68	6,00	4,80	3,84	3,20	
corrente di cortocircuito trifase a valle [kA]	3,6	5,7	8,9	11,2	14,2	17,6	22,1	18,8	23,3	28,9	36,6	45,2	55,7	65,8	
condotto Canalis	tipo						KHF-14	KHF-16	KHF-18	KHF-26	KHF-28	KHF-36	KHF-46	KHF-48	
ventilato Al	In [A]						1000	1200	1450	2200	2500	3000	4000	4500	
condotto Canalis	tipo						KTIC-10	KTIC-13	KTIC-16	KTIC-20	KTIC-25	KTIC-32	KTIC-40	KTIC-50	
compatto Cu	In [A]						1000	1250	1600	2000	2500	3200	4000	5000	
condotto Canalis	tipo						KTIA-10	KTIA-13	KTIA-16	KTIA-20	KTIA-25	KTIA-32	KTIA-40		
compatto Al	In [A]						1000	1250	1600	2000	2500	3200	4000		
Trasformatore in olio a basse perdite															
potenza nominale [kVA]	100	160	250	315	400	500	630	800	1000	1250	1600	2000	2500	3000	
corrente nominale secondaria [A]	145	231	361	455	578	723	910	1156	1445	1806	2312	2890	3613	4335	
perdite [kW]	a vuoto	0,25	0,36	0,52	0,63	0,74	0,82	0,90	1,10	1,33	1,85	2,09	2,40	3,04	3,35
	a carico (75°C)	1,40	1,85	2,60	3,10	3,65	4,50	5,60	7,50	9,00	11,00	13,00	16,00	21,00	24,20
tensione di cortocircuito % (75°C)	4	4	4	4	4	4	4	6	6	6	6	6	6	6	
corrente a vuoto %	1,5	1,3	1,1	1,0	0,9	0,9	0,8	0,7	0,7	0,6	0,5	0,5	0,5	0,4	
resistenza equivalente a 75°C [mohm]	22,35	11,54	6,64	4,99	3,64	2,87	2,25	1,87	1,44	1,12	0,81	0,64	0,54	0,43	
reattanza equivalente [mohm]	59,97	38,30	24,72	19,70	15,58	12,47	9,91	11,85	9,49	7,60	5,94	4,76	3,80	3,17	
impedenza equivalente a 75°C [mohm]	64,00	40,00	25,60	20,32	16,00	12,80	10,16	12,00	9,60	7,68	6,00	4,80	3,84	3,20	
corrente di cortocircuito trifase a valle [kA]	3,6	5,7	8,9	11,2	14,2	17,6	22,1	18,8	23,3	28,9	36,6	45,2	55,7	65,8	
condotto Canalis	tipo						KHF-14	KHF-16	KHF-18	KHF-26	KHF-28	KHF-36	KHF-46	KHF-48	
ventilato Al	In [A]						1000	1200	1450	2200	2500	3000	4000	4500	
condotto Canalis	tipo						KTIC-10	KTIC-13	KTIC-16	KTIC-20	KTIC-25	KTIC-32	KTIC-40	KTIC-50	
compatto Cu	In [A]						1000	1250	1600	2000	2500	3200	4000	5000	
condotto Canalis	tipo						KTIA-10	KTIA-13	KTIA-16	KTIA-20	KTIA-25	KTIA-32	KTIA-40		
compatto Al	In [A]						1000	1250	1600	2000	2500	3200	4000		
Trasformatore in resina a norma CEI 14-12															
potenza nominale [kVA]	100	160	250	315	400	500	630	800	1000	1250	1600	2000	2500	3150	
corrente nominale secondaria [A]	145	231	361	455	578	723	910	1156	1445	1806	2312	2890	3613	4552	
perdite [kW]	a vuoto	0,46	0,65	0,88	1,03	1,20	1,40	1,65	2,00	2,30	2,80	3,10	4,00	5,00	6,30
	a carico (120°C)	2,05	2,70	3,80	4,60	5,50	6,50	7,80	9,40	11,00	13,10	16,00	20,00	23,00	26,00
tensione di cortocircuito % (120°C)	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	7	
corrente a vuoto %	2,5	2,3	2,0	1,8	1,5	1,5	1,3	1,3	1,2	1,2	1,2	1,1	1,0	1,0	
resistenza equivalente a 120°C [mohm]	32,72	16,84	9,70	7,40	5,49	4,15	3,14	2,34	1,76	1,34	1,00	0,80	0,59	0,42	
reattanza equivalente [mohm]	90,25	57,59	37,15	29,56	23,36	18,75	14,91	11,77	9,44	7,56	5,92	4,73	3,79	3,53	
impedenza equivalente a 120°C [mohm]	96,00	60,00	38,40	30,48	24,00	19,20	15,24	12,00	9,60	7,68	6,00	4,80	3,84	3,56	
corrente di cortocircuito trifase a valle [kA]	2,4	3,8	6,0	7,5	9,5	11,9	14,9	18,8	23,3	28,9	36,6	45,2	55,7	59,8	
condotto Canalis	tipo						KHF-14	KHF-16	KHF-18	KHF-26	KHF-28	KHF-36	KHF-46	KHF-48	
ventilato Al	In [A]						1000	1200	1450	2200	2500	3000	4000	4500	
condotto Canalis	tipo						KTIC-10	KTIC-13	KTIC-16	KTIC-20	KTIC-25	KTIC-32	KTIC-40	KTIC-50	
compatto Cu	In [A]						1000	1250	1600	2000	2500	3200	4000	5000	
condotto Canalis	tipo						KTIA-10	KTIA-13	KTIA-16	KTIA-20	KTIA-25	KTIA-32	KTIA-40		
compatto Al	In [A]						1000	1250	1600	2000	2500	3200	4000		

Tabella A.20 Costante K caratteristica di un cavo

costante K	isolante	conduttore	
		rame	alluminio
	PVC	115	74
	G2	135	87
	EPR/XLPE	143	87

Tabella A.21 Fattori di correzione K_x e K_{par}

Fattori di correzione					
k_x					
sez. cavo [mm ²]	120	150	185	240	300
k_x	0,90	0,85	0,80	0,75	0,72
k_{par}					
n° cavi in parallelo	1	2	3	4	5
k_{par}	1	2	2,65	3	3,2

Tabella A.22 Lunghezza massima protetta del cavo e fattori correttivi

Protezione del cavo - lunghezza massima protetta [m]																					
sez. [mm ²]	regolazione magnetica [A]																				
	20	30	40	50	60	70	80	90	100	120	140	160	180	200	240	280	320	400	440	480	520
1,5	370	247	185	148	123	106	93	82	74	62	53	46	41	37	31	26	23	19	17	15	14
2,5	617	412	309	247	206	176	154	137	123	103	88	77	69	62	51	44	39	31	28	26	24
4		658	494	395	329	282	247	219	198	165	141	123	110	99	82	71	62	49	45	41	38
6			741	593	494	423	370	329	296	247	212	185	165	148	123	106	93	74	67	62	57
10					705	617	549	494	412	353	309	274	247	206	176	154	123	112	103	95	
16								790	658	564	494	439	395	329	282	247	198	180	165	152	
25											772	686	617	514	441	386	309	281	257	237	
35													720	617	540	432	393	360	332		
50															772	617	561	514	475		
70																	786	720	665		
95																					
120																					
150																					
185																					
240																					
300																					

Protezione del cavo - lunghezza massima protetta [m]																				
sez. [mm ²]	regolazione magnetica [A]																			
	560	600	650	700	800	900	1000	1100	1250	1600	2000	2500	3200	4000	5000	6300	8000	10000	12500	
1,5																				
2,5																				
4	35	33	30	28	25	22	20													
6	53	49	46	42	37	33	30	27												
10	88	82	76	71	62	55	49	45	40	31	25	20								
16	141	132	122	113	99	88	79	72	63	49	40	32	25	20						
25	220	206	190	176	154	137	123	112	99	77	62	49	39	31	25	20	15	12	10	
35	309	288	266	247	216	192	173	157	138	108	86	69	54	43	35	27	22	17	14	
50	441	412	380	353	309	274	247	224	198	154	123	99	77	62	49	39	31	25	20	
70	617	576	532	494	432	384	346	314	277	216	173	138	108	86	69	55	43	35	28	
95				670	586	521	469	426	375	293	235	188	147	117	94	74	59	47	38	
120					667	593	533	485	427	333	267	213	167	133	107	85	67	53	43	
150						630	572	504	394	315	252	197	157	126	100	79	63	50		
185								664	585	457	365	292	228	183	146	116	91	73	58	
240										556	444	356	278	222	178	141	111	89	71	
300										667	533	427	333	267	213	169	133	107	85	

Fattori di correzione da applicare alle lunghezze massime		
	$\frac{S_{fase}}{S_{neutro}} = 1$	$\frac{S_{fase}}{S_{neutro}} = 2$
trifase 400 V o bifase 400 V senza neutro	1	
trifase 400 V + neutro	0,58	0,39
monofase 230 V fase + neutro	0,58	

Tabella A.23 Sezione conduttore di protezione rispetto a quello di fase

sezione di fase [mm ²]	sezione minima del conduttore di protezione [mm ²]			
	Cu		Al	
	PE	PEN	PE	PEN
≤ 16	S _F	S _F	S _F	S _F
25-35	16	16	16	25
> 35	S _F /2	S _F /2	S _F /2	S _F /2