Comune di Settimo Torinese
Regione Piemonte Città metropolitana di Torino

Piano Nazionale di Ripresa e Resilienza (PNRR)
Fondo complementare L.101/2021
Programma "Sicuro, verde e sociale: riqualificazione dell'edilizia residenziale pubblica"

REALIZZAZIONE DI DIECI NUOVI ALLOGGI DI EDILIZIA RESIDENZIALE PUBBLICA IN VIA COTTOLENGO N.2 A SETTIMO T.SE

PROGETTO DEFINITIVO - ESECUTIVO

Tav. n.	Oggetto	Scala
ELe03	RELAZIONE TECNICA IMPIANTI ELETTRCI, SPECIALI E FOTOVOLTAICI	-:-

Per lo sviluppo locale SAT s.c. a r.l. - p.zza della Libertà, 4 - 10036 Settimo T.se - Tel. 039-011 8028711

Rev. Agg.	Data	Descrizione	Redazione	Direttore Tecnico SAT s.c. a r.l.: arch. Milena QUERCIA
00	sett. 2022	prima redazione		Coordinamento progettuale SAT s.c. a r.l.: arch. Milena QUERCIA ing. Barbara DI NINNI

Progettista:
STUDIO TECNICO ASSOCIATO
STRADA ANTICA DI GRUGLIASCO 111
10095 GRUGLIASCO TO
TEL 0114037145

COD:928-22	FN: ELe03_REL_TEC_IMP_ELE.pdf	RC: mq/bd	RP: ac

NON E' PERMESSO CONSEGNARE A TERZI O RIPRODURRE QUESTO DOCUMENTO NE' UTILIZZARNE IL CONTENUTO O RENDERLO COMUNQUE NOTO A TERZI SENZA L'AUTORIZZAZIONE ESPLICITA DI SAT s.c. a r.l. OGNI INFRAZIONE COMPORTA IL RISARCIMENTO DEI DANNI SUBITI. E' FATTA RISERVA DI TUTTI I DIRITTI DERIVANTI DA BREVETTI.

Sommario

1. CARATTERISTICHE PRINCIPALI ED ORIGINE DEGLI IMPIANTI ELETTRICI 3
2. CARATTERISTICHE E MODALITÀ DI INSTALLAZIONE DEGLI IMPIANTI 4
2.1. Canalizzazioni per la distribuzione principale orizzontale 4
2.2. Canalizzazioni per la distribuzione principale verticale 5
2.3. Dimensioni delle canalizzazioni e delle cassette 5
2.4. Caratteristiche dei conduttori 6
2.5. Caratteristiche dei quadri elettrici 6
2.6. Caratteristiche dei materiali della serie civile 7
3. CONSISTENZA DEGLI IMPIANTI 7
3.1. Protezione consegna energia 7
3.2. Caratteristiche dell'impianto di distribuzione 7
3.3. Caratteristiche dei circuiti terminali 7
3.4. Caratteristiche dei materiali della serie civile 8
3.5. Quote di installazione delle apparecchiature 9
3.6. Dotazione impianti illuminazione e prese 9
3.7. Impianto generale di messa a terra e di protezione 10
4. IMPIANTI SPECIALI 11
4.1. Impianto televisivo centralizzato 11
4.2. Impianto FTTH 12
4.3. Impianto citofonico / apriporta 12
5. IMPIANTO FOTOVOLTAICO 13
6. DIMENSIONAMENTO DELL'IMPIANTO BASSA TENSIONE 13
6.1. Generalità 13
6.2. Criterio di dimensionamento dei cavi 14
6.3. Scelta della sezione dei cavi 15
6.4. Verifica della caduta di tensione 15
6.5. Sezione del conduttore di neutro 17
6.6. Scelta degli interruttori di protezione 17
6.7. Protezione da sovraccarico 18
6.8. Protezione da cortocircuito 18
6.9. Calcolo delle correnti di cortocircuito 20
6.10. Protezione contro contatti diretti e indiretti 22

PREMESSA

La presente relazione costituisce parte integrante del progetto degli impianti elettrici a servizio delle unità residenziali e delle zone comuni del condominio composto da n.1 scala e n.10 unità residenziali, sito in Via Cottolengo 2, Settimo Torinese (TO). Per l'edificio sono previsti i seguenti tipi di impianti:

- Impianto di illuminazione ordinaria ed emergenza;
- Impianto Forza motrice;
- Impianto TV;
- Impianto Citofonico;
- Impianto Telefonico;
- Impianto di terra;
- Impianto Fotovoltaico.

Le caratteristiche degli impianti e le modalità di installazione degli stessi sono definite nel seguito della relazione.
Per la realizzazione degli impianti seguire le indicazioni di tutti gli elaborati.

Per quanto non esplicitamente indicato nelle presenti specifiche, valgono le norme CEI vigenti all'atto della firma del contratto.

1. Norma CEI 64-8 "Impianti elettrici utilizzatori a tensione nominale non superiore a 1000 V in corrente alternata e a 1500 V in corrente continua";
2. Per la distribuzione generale: normative emanate dal comitato tecnico n. 64 del CEI (Comitato Tecnico Impianti elettrici utilizzatori);
3. Per i quadri elettrici BT: norme emanate dal comitato tecnico n. 17 del CEI;

Devono essere inoltre rispettate tutte le norme CEI "di prodotto" che stabiliscono i requisiti elettrici, meccanici, fisici delle apparecchiature elettromeccaniche in genere.
Le principali disposizioni legislative da rispettare sono:

1. Legge n. 186 01/03/1968 "Disposizioni concernenti la produzione di materiali, apparecchiature, macchinari, installazioni ed impianti elettrici ed elettronici";
2. Legge 2008 n. 37 "Norme per la sicurezza degli impianti";
3. Testo unico D.M. 22-01-2008 n.37 "Attuazione dell'articolo 1 della legge 3 agosto 2007, n. 123, in materia di tutela della salute e della sicurezza nei luoghi di lavoro"
4. Legge 09/01/1989 n. 13 "Disposizioni per favorire il superamento e l'eliminazione delle barriere architettoniche negli edifici privati";

5. D.M. 14/06/1989 n. 236 "Prescrizioni tecniche necessarie a garantire l'accessibilità, l'adattabilità e la visibilità degli edifici privati e di edilizia residenziale pubblica sovvenzionata ed agevolata ai fini del superamento e dell'eliminazione delle barriere architettoniche";
6. Circolare n. 1669 del 22/06/1989 - Circolare esplicativa della Legge 13/89;
7. DM 16/02/1982 - Modificazioni del Decreto Ministeriale 27/09/1965 concernente la determinazione delle attività soggette alle visite di prevenzione incendi;
8. Norma CEI-UNEL 35024-1 "Cavi elettrici isolati con materiale elastometrico o termoplastico per tensioni nominali non superiori a 1000 V in c.a. e 1500 V in c.c. . Portate di corrente in regime permanente per posa in aria".
9. Norma CEI-UNEL 35016 "Classi di reazione al fuoco dei cavi elettrici" – In relazione al regolamento dei prodotti da costituzione
10. Norma CEI-UNEL 35324 "Cavi per energia isolati in gomma etilenopropilenica ad alto modulo di qualità G16 sotto guaina termoplastica di qualità M16, con particolari caratteristiche di reazione al fuoco e rispondenti al regolamento prodotti di costruzione (CPR). Cavi multipolari con conduttori flessibili per posa fissa, con o senza schermo (Treccia o nastro) – Tensione nominale Uo/U 06-1 kV – Classe di reazione al fuoco Cca-s1b,d1,a1"
11. Norma CEI-UNEL 35328 "Cavi per comando e segnalamento in gomma etilenopropilenica ad alto modulo di qualità G16 sotto guaina termoplastica di qualità M16, con particolari caratteristiche di reazione al fuoco e rispondenti al regolamento prodotti di costruzione (CPR). Cavi multipolari con conduttori flessibili per posa fissa, con o senza schermo (Treccia o nastro) – Tensione nominale Uo/U 06-1 kV – Classe di reazione al fuoco Cca-s1b,d1,a1"

1. CARATTERISTICHE PRINCIPALI ED ORIGINE DEGLI IMPIANTI ELETTRICI

Le caratteristiche principali dell'impianto elettrico saranno le seguenti:

Servizi generali

Potenza di dimensionamento:	10 kW per le utenze condominiali 3 kW per le singole utenze residenziali
Tensione di alimentazione:	
– Per potenze sino a 6 kW	V 220 (F+N)
– Per potenze maggiori di 6 kW	V 400/230 (3F+N)
Corrente di corto circuito:	secondo caratteristiche della rete di distribuzione urbana
Sistema di distribuzione:	TT (terra-terra)

Caduta di tensione massima:	4%
Densità massima di corrente nei conduttori:	80% di quella definita dalle tabelle UNEL

Protezione dai contatti diretti/indiretti:

Come prescrive la Norma CEI 64-8/4 la protezione contro i contatti diretti dovrà essere di tre tipi :

- Le parti attive devono essere ricoperte con un isolamento che possa essere rimosso solo con la sua distruzione;
- Le parti attive devono essere posti entro involucri o dietro barriere aventi sul lato frontale un grado di protezione IPXXB (cioè il dito di prova non può toccare le parti in tensione) e sul lato orizzontale un grado di protezione IPXXD (cioè il filo di prova di diam. 1 mm non può toccare le parti in tensione);
- Come misura di protezione addizionale, è prevista l'installazione nei circuiti terminali, di interruttori differenziali con corrente nominale differenziale pari a 0.03 A.

Il sistema di protezione utilizzato contro i contatti indiretti è quello ad interruzione automatica dell'alimentazione in caso di guasto, mediante l'impiego di:

- Un impianto di Messa a Terra.
- Interruttori magnetotermici-differenziali, coordinati con l'impianto di terra secondo quanto previsto dalla normativa CEI 64-8. Eventuali restrizioni o maggiorazioni dimensionali rispetto a quanto previsto dalla normativa vigente, presenti nel capitolato, sono stati inseriti per consentire eventuali limitati incrementi futuri degli impianti.

L'origine degli impianti sarà la seguente:

- Energia elettrica per servizi generali, illuminazione e forza motrice. L'impianto avrà origine dai morsetti di uscita del contatore di energia installato al piano interrato della struttura.

2. CARATTERISTICHE E MODALITÀ DI INSTALLAZIONE DEGLI IMPIANTI

2.1. Canalizzazioni per la distribuzione principale orizzontale

Per il contenimento delle linee, che dal contatore, si distribuiscono verso il quadro generale condominiale QC, dovranno essere posati, secondo le esigenze tecnico/architettoniche:

- Tubazione PVC rigida a vista, completo di derivazioni e curve e cassette di derivazione in esecuzione normale o stagna.

Per la realizzazione dell'impianto dovrà essere prevista la fornitura e la posa di:

- Tubazione rigida in PVC ancorata alle pareti.

2.2. Canalizzazioni per la distribuzione principale verticale

Per il contenimento dei montanti verticali, dovranno essere posate:

- tubazione corrugata flessibile incassata;
- cassette di derivazione in materiale plastico posate a incassate con setto separatore.

Dovranno essere sempre previsti montanti indipendenti per ciascuno dei seguenti impianti:

- Illuminazione ordinaria
- Illuminazione di emergenza

2.3. Dimensioni delle canalizzazioni e delle cassette

Le tubazioni per il contenimento delle linee di distribuzione principale dovranno avere un diametro interno minimo di:

- 32 mm per la colonna montante, interrotta dalle scatole di derivazione al piano, guaina flessibile;
- 20 o 25 mm per le derivazioni secondarie ai carichi in corrugato incassato o tubazione rigida a vista.

In ogni caso la capienza delle canalizzazioni dovrà essere dimensionata in funzione dei conduttori che vi transitano per garantire in futuro un agevole sfilaggio e rinfilaggio degli stessi e di altri fino ad un massimo del 50% in più rispetto a quelli iniziali.
Le scatole di distribuzione dovranno essere dimensionate in modo tale da rendere agevole ed ispezionabile il percorso dei conduttori ai vari piani, in corrispondenza di ogni piano e per ogni impianto.
Le scatole di derivazione a servizio dei bagni o dei locali ove sia richiesto l'impiego di componenti con grado di protezione minimo IP55, dovranno essere installare scatole con grado di protezione IP55 o superiore, o in alternativa occorrerà installare tali scatole all'esterno del locale.

2.4. Caratteristiche dei conduttori

Per la realizzazione dei collegamenti dovranno essere impiegati esclusivamente:

- Cavi con guaina, con conduttori in rame flessibile, di tipo FG16(O)R16;
- Cavi senza guaina, con conduttori in rame flessibile, di tipo FS17.

Per le sezioni da utilizzare si far riferimento a quanto indicato negli elaborati di progetto, ed in particolare alle planimetrie ed agli schemi unifilari dei quadri elettrici.

Per la realizzazione dell'impianto dovrà essere prevista la fornitura e la posa di: cavi unipolari o multipolari della sezione e tipologia indicate sugli schemi unifilari e, più in generale, sugli elaborati grafici di progetto. Indicativamente, si utilizzeranno le seguenti sezioni:

- 1.5 mm^2, derivazioni circuiti luce,
- 2.5 mm^2, derivazioni circuiti prese,
- 2.5 mm^2, dorsale circuiti luce,
- 4 mm^2, dorsale circuiti prese.

2.5. Caratteristiche dei quadri elettrici

La struttura dei quadri elettrici dovrà essere di tipo modulare componibile, con materiale termoplastico autoestinguente.
La struttura sarà inoltre completa di:

- guide per il fissaggio delle apparecchiature;
- pannelli asolati posti in corrispondenza delle apparecchiature;
- porta frontale incernierata con frontale trasparente e dispositivo di chiusura a chiave;
- targhette pantografate e rivettate indicanti il servizio di ogni apparecchiatura;
- vano portacavi interno o esterno al quadro.

Per i collegamenti tra le apparecchiature dovranno essere impiegati conduttori in rame flessibile, isolati in materiale termoplastico, di tipo FS17 /FG16OR16 di sezione adeguata ai carichi e comunque non inferiore a:

- 2,5 mm^2 per i collegamenti di potenza;
- 1,5 mm^2 per i collegamenti ausiliari.

Le connessioni esterne al quadro dovranno far capo ad adeguate morsettiere numerate.
Ad ogni quadro elettrico dovrà essere allegato il proprio schema elettrico di potenza ed ausiliario con riportati tutti i riferimenti e le caratteristiche delle apparecchiature nonché la numerazione delle morsettiere.

2.6. Caratteristiche dei materiali della serie civile

Il materiale della serie civile (interruttori, deviatori, pulsanti, prese ecc.) da impiegare, dovrà essere della stessa serie prevista per tutti gli impianti.
Nelle zone dove è richiesto un impianto in esecuzione stagna (depositi, cucine, locali tecnici), dovranno essere impiegati contenitori da esterno, realizzati in materiale termoplastico autoestinguente.
Il grado di protezione del contenitore dovrà garantire il grado di protezione, previsto per il luogo di installazione e, dove richiesto, dovrà essere dotato di sportello con membrana elastica trasparente che consenta l'azionamento dei comandi anche a porta chiusa. Entro tali contenitori sarà prevista l'installazione di comandi e prese.

3. CONSISTENZA DEGLI IMPIANTI

3.1. Protezione consegna energia

L'impianto elettrico di distribuzione avrà origine dai morsetti di uscita o consegna posti sulla "tavoletta contatore elettrico", installato dalla società fornitrice all'esterno dell'unità. In adiacenza al contatore, sarà installato il Centralino Sotto fornitura a protezione del montante che alimenterà il Quadro Generale attraverso conduttura interrata in cavidotto doppia parete e cavo doppio isolamento.

3.2. Caratteristiche dell'impianto di distribuzione

L'impianto di distribuzione avrà origine dal Quadro Condominiale. La distribuzione sarà eseguita in tubazione rigida a vista al piano interrato e flessibile incassala nelle altre zone. In ogni caso occorre fare riferimento agli elaborati grafici di progetto. Nei casi in cui sia previsto la posa di cavi a bassa e bassissima tensione, le condutture dovranno essere distinte.
Per i collegamenti ai singoli quadri dovranno essere impiegati conduttori di tipo flessibile con le sezioni indicate sugli schemi unifilari.

3.3. Caratteristiche dei circuiti terminali

Le tubazioni per il contenimento dei conduttori andranno adeguatamente posate a vista. Il percorso sulle pareti, dovrà essere unicamente verticale. Per ogni ambiente dovrà essere posata una scatola di derivazione di dimensioni adeguate.
Per i collegamenti dovranno essere impiegati conduttori di tipo flessibile con le seguenti sezioni minime:

- linea di alimentazione circuiti illuminazione 2,5 mm^2;
- linea di alimentazione circuiti prese 4 mm^2;
- derivazione ai circuiti di illuminazione 1,5 mm^2;

- derivazione ai circuiti prese 10 e 16 A 2,5 mm^2.

Sul circuito illuminazione dovranno essere inseriti tutti i collegamenti relativi ai corpi illuminanti. Sul circuito prese dovranno essere inseriti tutti i collegamenti relativi a tale impiego, nonché. Per la realizzazione dei collegamenti all'interno delle cassette di derivazione dovranno essere sempre impiegati adeguati morsetti a cappuccio di tipo preisolato.

3.4. Caratteristiche dei materiali della serie civile

Il sistema delle apparecchiature dovrà essere composto di apparecchi modulari componibili da installarsi entro cassette unificate rettangolari.
Ogni apparecchio impiegato dovrà essere conforme alle norme CEI corrispondenti e dovrà essere dotato di Marchio Italiano di Qualità (IMQ).

Scatole

Le scatole da incasso dovranno essere realizzate in materiale termoplastico e dovranno essere attrezzate sia per il fissaggio del supporto porta-apparecchi che delle placche autoportanti.

Supporti

I supporti porta apparecchi dovranno essere realizzati in materiale termoplastico, dovranno essere costruiti per consentire un semplice inserimento sia dei frutti sia delle placche e dovranno essere di tipo preforato per il numero massimo di apparecchi installabili sul supporto stesso

Placche

Le placche di copertura dovranno essere, secondo gli accordi con la Direzione dei Lavori e della serie impiegata, in materiale plastico antiurto o in alluminio anodizzato. Dovranno essere componibili con il numero di frutti da installare e la placca, se metallica, dovrà essere completa di pellicola isolante che garantisca l'impossibilità del contatto accidentale in caso di distacco, anche fortuito, dei conduttore di fase dal morsetto dell'apparecchio. In caso di impiego di placche autoportanti, dovranno essere garantiti i medesimi requisiti di sicurezza, robustezza e funzionalità previsti per le placche ed i supporti ad elementi separati.

Apparecchiature di comando

Le apparecchiature di comando dovranno essere perfettamente componibili con il sistema cassetta/supporto-placca. Le caratteristiche principali delle apparecchiature dovranno essere:

- portata 10 A o 16 A, secondo la serie impiegata;
- elevato numero di manovre effettuabili (50 000 cambiamenti di posizione);
- morsetti del tipo a bussola o a piastrina adatti a ricevere due conduttori;
- tensione di isolamento fra le parti attive maggiore di 3000 V;
- tensione di isolamento fra le parti attive e le parti accessibili maggiore di 4000 V;

- comando a bascula particolarmente silenzioso;
- contatti in argento massiccio;
- meccanismo del contatto mobile studiato per evitare gli incollaggi dei contatti sia con carichi induttivi sia capacitivi.

Prese

Le prese dovranno essere perfettamente componibili con il sistema e dovranno essere dotate di alveoli schermati in modo che sia sempre assicurata l'impossibilità del contatto accidentale delle parti attive sotto tensione. Le caratteristiche principali dovranno essere:

- alveoli di contatto particolarmente elastici in modo che sia sempre assicurata una notevole e costante pressione di contatto agli spinotti della spina;
- morsetti del tipo a bussola adatto a ricevere due conduttori;
- tensione di isolamento fra le parti attive maggiore di 3000 V;
- tensione di isolamento fra le parti attive e le parti accessibili maggiore di 4000 V.

Configurazioni possibili:

- 2P+T corrente nominale 10 A 250 V con contatto di terra centrale;
- 2P+T corrente nominale 16 A 250 V come sopra;
- 2P+T corrente nominale 10-16 A 250V come sopra di tipo polivalente;
- 2P+T corrente nominale 10-16 A 250 V con contatto di terra laterale per spina Shucko e centrale per spina lineare (tipo UNEL).
- 3P+T corrente nominale 16A
- 3P+T corrente nominale 16A

3.5. Quote di installazione delle apparecchiature

Le altezze di installazione (dal pavimento finito) delle varie apparecchiature, riferite al filo inferiore del complesso, dovranno essere:

- apparecchiature di comando (interruttore, deviatore ecc.) 90 cm
- prese ambiente 30 cm;
- citofono 120cm.

Le distanze di installazione riferite, secondo i casi, al filo destro o sinistro del complesso, dovranno essere:

- filo stipite porta 5 cm;
- filo angolo muro 10 cm.

3.6. Dotazione impianti illuminazione e prese

Le caratteristiche tecnico-costruttive di ogni corpo illuminante dovranno essere conformi sia alle prescrizioni di capitolato sia al luogo di installazione. In ogni caso ogni corpo illuminante dovrà essere dotato di "Marchio Italiano di Qualità" (IMQ) e, per le caratteristiche estetiche, dovrà essere approvato dalla Direzione Lavori.
Per le dotazioni di punti luce e prese per ogni singola zona comune vale quanto indicato negli elaborati grafici di progetto.
Le derivazioni ai carichi devono essere realizzate in tubo corrugato ancorato al solaio, diametro minimo 20 o 25 mm, cavi tipo FS17.
Tutti i corpi illuminanti dovranno garantire le seguenti caratteristiche:

- Efficienza luminosa ≥ 80 lm/W
- Resa Cromatica ≥ 90 (80 per ambienti esterni)

3.7. Impianto generale di messa a terra e di protezione

Tutto l'impianto generale di terra dovrà essere realizzato nel pieno rispetto delle normative vigenti e ciò con particolare riferimento alla norma CEI 64-8/5. L'impianto generale di terra dovrà essere costituito:

- dai dispersori artificiali (orizzontali e verticali) e dai dispersori naturali;
- dai conduttori di terra;
- dal collettore di terra;
- dai conduttori di protezione;
- dai collegamenti equipotenziali principali e supplementari.

Nella realizzazione dell'impianto di terra si provvederà ad effettuare una misura sull'impianto esistente, al fine di verificare la conformità dello stesso alle normative vigenti. I conduttori di protezione dell'impianto elettrico in via di realizzazione dovranno essere collegati all'impianto di terra tramite il collettore di terra da installare nel locale contatori che sarà sistemato al piano terreno.

Il sistema di dispersione dovrà essere costituito da conduttori nudi direttamente interrati e da picchetti verticali.
I conduttori per il sistema di dispersione ad anello dovranno essere costituiti da corde di rame nudo1x50mm² con fili elementari di almeno 1,8 mm di diametro, o da tondi di rame d'equivalenti caratteristiche. Tali conduttori dovranno essere interrati ad una profondità di almeno 0,6 m dalla superficie del terreno.
I picchetti verticali dovranno essere in acciaio ramato di diametro 50 mm e di lunghezza minima 2 m.
In corrispondenza del punto d'infusione d'ogni picchetto dovrà essere previsto un adeguato pozzetto con chiusino, con le caratteristiche di resistenza meccanica adeguate al luogo d'installazione.
Nelle adiacenze del quadro generale, dovrà essere installato un collettore principale di terra, costituito da un piatto di rame nudo d'adeguata sezione e lunghezza, connesso attraverso due conduttori distinti con il sistema di dispersione.
Dal collettore principale di terra si dipartono tutti i collegamenti equipotenziali (principali e supplementari), nonchè, il conduttore di protezione posto nel montante generale.
Il montante generale dovrà essere realizzato in corda di rame isolata giallo/ verde e di sezione adeguata a quanto previsto dalle norme vigenti.

Contemporaneamente alla posa in opera degli impianti idraulici nei locali da bagno e doccia, dovranno essere realizzati i collegamenti equipotenziali (principali e supplementari) delle masse estranee presenti nei locali stessi. Per tali collegamenti dovranno essere impiegati conduttori di rame con sezione minima 6mm² infilati entro tubazioni in materiale plastico. Le giunzioni tra il conduttore e le tubazioni andranno eseguite con adeguati collari di tipo fasciante.

3.1. Livello e classificazione dell'impianto (CEI 64-8)

L'impianto elettrico sarà realizzato a servizio di unità residenziali.
La V3 integra le prescrizioni di sicurezza della norma 64-8, e fornisce prescrizioni "addizionali" ai fini delle prestazioni.
Le unità residenziali in oggetto dovranno avere una dotazione impiantistica di base, pertanto l'impianto elettrico progettato garantisce un impianto di LIVELLO 2, in osservanza della normativa di cui sopra.

4. IMPIANTI SPECIALI

4.1. Impianto televisivo centralizzato

L'impianto TV centralizzata comprenderà la fornitura e la posa in opera di tutto il materiale necessario per una buona ricezione e distribuzione dei segnali televisivi terresti e satellitari.

Le caratteristiche tecniche dell'impianto dovranno essere pienamente conformi a quanto previsto dalle norme CEI 12-15. Il livello dei segnali alle prese dovrà essere allineato entro i limiti consentiti, mentre la qualità dovrà essere tale che, al momento del collaudo, non si debbano riscontrare interferenze e distorsioni alcune.
Nelle vicinanze del centralino dovrà essere sempre installata una presa di servizio da 2p+T – 10/16 A.
Il centralino dovrà essere costituito da apparecchiature di tipo elettronico a componenti solidi, installate entro contenitori modulari in materiale metallico. Tale componente dovrà essere installato in apposita scatola al piano quarto.
Dovrà essere composto di:

- Antenna terreste con palo;
- Antenna satellitare con palo;
- alimentatore completo di protezioni;
- amplificatori di canale, di banda e, dove necessario, di tipo C.A.G.;
- convertitori di frequenza;
- accessori di completamento (filtri, attenuatori ecc.).

Tutte le apparecchiature del centralino dovranno poi essere installate entro cassetta di contenimento completa di portella incernierata e chiave di chiusura. La posizione d'installazione del complesso dovrà essere sufficientemente vicina al palo sul quale

saranno installate le antenne. Le antenne dovranno essere installate sul tetto del complesso nel punto più idoneo per ottenere la migliore ricezione dei segnali.

Dovranno essere del tipo direttivo con numero di elementi, guadagno, rapporto A/I e angoli d'apertura, rapportati alle esigenze dei segnali nella zona di ricezione.

Il palo sul quale andranno fissate le antenne dovrà essere costituito da tubazioni d'acciaio zincato con regolazione telescopica della lunghezza. Il fissaggio del palo dovrà essere ottenuto mediante tegole o zanche d'appoggio, ralle di controventatura, raccorderie e tiranti di acciaio zincato.

La distanza di fissaggio delle antenne sul palo dovrà essere tale da evitare ogni interferenza reciproca. I supporti metallici delle antenne debbono essere connessi con l'impianto generale di terra, secondo le modalità previste al capitolo V delle norme CEI 12-15.

La distribuzione dovrà essere realizzata con cavi coassiali di ottima qualità. L'impianto di ogni utenza dovrà essere derivato dalla distribuzione principale (montante) realizzata nelle zone comuni dell'edificio. I cavi coassiali dovranno essere infilati entro tubazioni in materiale plastico serie pesante e cassette di derivazione assolutamente indipendenti da quelle degli altri impianti; le cassette dovranno essere di dimensioni tali da contenere tutti i separatori e/o derivatori necessari. Le apparecchiature, l'impianto e gli schermi della rete di distribuzione dovranno essere connessi mediante conduttori di protezione all'impianto di terra.

4.2. Impianto FTTH

Il condominio e le unità immobiliari dovranno essere dotate di impianto a banda larga mediante la fornitura in opera dei seguenti componenti:

- N.1 Centro servizio ottico di edificio CSOE FTTH;
- N.1 Armadio rack di contenimento dei dispositivi;
- N.11 Cavo Indoor con 8 Fibre Monomodali (una per ogni appartamento più una per i servizi tv);
- N.10 Scatola terminazione ottica di appartamento STOA (una per ogni appartamento).

4.3. Impianto citofonico / apriporta

L'impianto citofonico / apriporta comprenderà la fornitura o la posa in opera:

- Dell'alimentatore (posto sul quadro servizi comuni e/o di scala);
- Della pulsantiera esterna citofonica in alluminio anodizzato;
- Del centralino;
- Dell'alimentazione per l'elettroserratura con il pulsante locale di comando posto alla porta ingresso;
- Dell'impianto di distribuzione.

L'alimentatore dovrà essere unico per i circuiti fonici ed i servizi e dovrà essere dotato di marchio di qualità (IMQ). I citofoni interni risultano esterni al presente appalto. Il posto esterno dovrà essere realizzato con tasti di chiamata di illuminati e a profondità

regolabile, installati su placca frontale realizzata in alluminio anodizzato. Dove necessario il complesso dovrà essere completo di custodia antipiega.
Il portiere elettronico dovrà consentire una perfetta comunicazione audio con i citofoni posti all'interno. Il commutatore elettronico, per impianti con doppio posto esterno, dovrà consentire la commutazione automatica della comunicazione e dei servizi al posto dal qual è stata effettuata la chiamata.
Tutta la distribuzione dovrà essere realizzata con conduttori rispondenti alle esigenze dell'impianto e dell'installazione.
All'interno dell'edificio i conduttori dovranno essere infilati entro tubazioni in PVC serie pesante D.20, posate incassate, e cassette di derivazione assolutamente indipendenti da quelle degli altri impianti. Le sezioni dei conduttori dovranno essere largamente dimensionate rispetto alle indicazioni delle case costruttrici.

5. IMPIANTO FOTOVOLTAICO

L'impianto fotovoltaico verrà installato sulla copertura dell'edificio adiacente esistente. È prevista l'installazione di un impianto fotovoltaico composto da n.12 pannelli fotovoltaici in silicio monocristallino complanari alla falda in grado di sviluppare una potenza pari a 410Wp per singolo pannello costruito in Classe A1 di reazione al fuoco, per una potenza totale di 4,92kWp.

Tale campo fotovoltaico in grado di produrre una potenza totale di 4,92kWp, sarà connesso a n.1 inverter da 5kW, per mezzo delle protezioni necessarie, quali quadri di sottocampo lato corrente continua.
A valle dell'inverter sarà necessario installare il quadro di parallelo lato corrente alternata dotato delle relative protezioni differenziali, magnetiche e termiche.

Il fabbricato in oggetto presenta tre falde inclinate, due delle quali esposte a nord-est e nord-ovest, su tali falde risulta sconveniente e tecnicamente installare alcun pannello fotovoltaico a causa dell'esposizione errata. Si sceglie di installare il campo fotovoltaico sulla terza falda avente come esposizione sud-est, la cui superficie permette l'installazione di 12 pannelli fotovoltaici.
L'impianto sopracitato, pertanto, non può rispettare il Dlgs 199/2021. La potenza elettrica degli impianti alimentati da fonti rinnovabili che devono essere obbligatoriamente installati sopra o all'interno dell'edificio o nelle relative pertinenze, viene calcolata in kW di potenza (P) moltiplicando la superficie (S) per il coefficiente K, che per gli edifici di nuova costruzione ha un valore pari a 0,05.

P=245x0,05=12,25kWp

Tale condizione non viene verificata a causa dell'impossibilità tecnica di installare una numero di pannelli superiori a 12 per le ragioni sopra esposte.

6. DIMENSIONAMENTO DELL'IMPIANTO BASSA TENSIONE

6.1. Generalità

Il dimensionamento dell'impianto consiste nella scelta delle sezioni dei cavi che compongono le varie linee elettriche, della taglia degli interruttori automatici, nonché nella verifica del corretto coordinamento tra le linee stesse e i dispositivi di protezione. Deve essere verificato che le cadute di tensione dal trasformatore ai punti terminali dell'impianto non superino il limite del 4% della tensione nominale, secondo quanto stabilito dalla Norma CEI 64-8.
Le sezioni dei cavi si determinano considerando temperature massime ammissibili di 70 °C per i cavi in PVC e 90 °C per i cavi in gomma EPR.

Si dovranno utilizzare, inoltre, cavi del tipo *non propagante la fiamma* e a *bassa emissione di fumi e gas tossici e corrosivi* .
I cavi che dovranno continuare la loro funzione di trasporto dell'energia anche in caso di incendio, ovvero i cavi di alimentazione, comando e segnalazione degli impianti antincendio e di rilevamento fumi e dell'illuminazione di emergenza dovranno essere del tipo resistente al fuoco. Per i collegamenti dell'impianto rivelazione fumi ed allarme antincendio, si utilizzeranno cavi antincendio regolati da normativa specifica
I dispositivi di manovra, controllo e protezione installati in luoghi accessibili al pubblico dovranno essere posti in involucri apribili solamente con l'ausilio di chiavi o attrezzi.

Allo stato attuale della normativa vigente, le sezioni minime dei conduttori sono:

- 1,5 mm^2 per le derivazioni ai singoli punti luce;
- 2,5 mm^2 per le derivazioni alle singole prese;
- 4 mm^2 per le linee dorsali;
- 6 mm^2 per montanti al servizio di utenze singole (centrale termica, ascensori …).

6.2. Criterio di dimensionamento dei cavi

Premesso che la tensione di isolamento dei cavi deve essere scelta in relazione a quella nominale di esercizio, la sezione del cavo deve essere scelta in funzione della corrente nominale, tenendo conto di due fattori:

- il riscaldamento del cavo per effetto Joule, che deve restare nei limiti tali da non far raggiungere allo stesso temperature che portino al deterioramento dell'isolante ed, in casi estremi, alla sua distruzione con eventuali pericoli di incendio;
- la caduta di tensione nel cavo stesso, che non deve raggiungere valori superiori al limite massimo consentito.

Il calcolo della sezione dei conduttori viene eseguito, di massima, in base alla temperatura di funzionamento, salvo poi a verificare che la caduta di tensione sia contenuta nel limite del 4%.

La Norma CEI UNEL 35024/1 fornisce una guida completa per il calcolo della portata dei cavi in regime permanente, per tensioni nominali fino a 1000 V in corrente alternata a frequenza industriale e posa fissa. Seconda tale norma, la portata I_z di un cavo, in una determinata condizione di installazione, si ricava attraverso la seguente formula:

$$I_Z = I_0 \cdot k_1 \cdot k_2$$

dove:

- I_0 è la portata in aria a 30°C relativa al metodo di installazione previsto, ricavata dalle Tabelle I e II;
- k_1 è il fattore di correzione per temperature ambiente diverse da 30°C (Tabella III);
- k_2 è il fattore di correzione per più circuiti installati in strato o fascio (Tabelle IV, V e VI).

NB: Per il calcolo della portata il sistema trifase può supporsi equilibrato salvo diverse comunicazioni.

La temperatura ambiente di riferimento è di 30°C salvo diverse specificazioni (k_1=1).

Correnti di impiego

In sede di progetto devono essere stimate le potenze progettuali da destinare a ciascun piano, area o alle relative zone elettriche. La distribuzione deve essere il più possibile equilibrata sulle tre fasi.

6.3. Scelta della sezione dei cavi

Il dimensionamento dei cavi viene effettuato valutando la portata del cavo, corretta dagli opportuni coefficienti dipendenti dal tipo di posa e dalla presenza di altri conduttori adiacenti secondo le prescrizioni delle norme CEI 64-8 e CEI UNEL 35024/1.

Si tenga presenta che nei tratti in cui sono utilizzati tipi di posa diversi il coefficiente deve essere calcolato in base al tipo di posa termicamente più critico (quello indicato in tabella con il corrispondente numero identificativo secondo la norma) e, analogamente, nei casi in cui il numero di circuiti trifase adiacenti è diverso in vari punti della tratta, il numero da considerarsi è quello maggiore.

6.4. Verifica della caduta di tensione

La caduta di tensione nei cavi, in funzione della corrente che li percorre, dipende dalla resistenza e dalla reattanza del cavo stesso, secondo le espressioni:

- $\Delta V = 2 \cdot \left[r \cdot l \cdot I_b \cdot \cos\varphi + x \cdot l \cdot I_b \cdot sen\varphi \right]$ per le linee monofasi o a corrente continua

- $\Delta V = \sqrt{3} \cdot \left[r \cdot l \cdot I_b \cdot \cos\varphi + x \cdot l \cdot I_b \cdot sen\varphi \right]$ per le linee trifasi

dove:

- *r* è la resistenza per unità di lunghezza della linea (in Ω/km)
- *x* è la reattanza per unità di lunghezza della linea (in Ω/km)
- *l* è la lunghezza della linea (in km)
- I_b è la corrente di impiego della linea (in A)

La resistenza e la reattanza unitaria si determinano dalla tabella successiva (CEI UNEL 35023-70) che riporta anche le cadute di tensione per linee composte da cavi unipolari affiancati.

Sezione nominale	Cavi unipolari						
	Resistenza *r* ad 80°C	Reattanza *x*	Caduta di tensione [V]				
			Corrente continua	Corrente Alternata			
				Monofase		Trifase	
				Cosφ = 1	Cosφ = 0,8	Cosφ = 1	Cosφ = 0,8
[mm²]	[Ω/Km]	[Ω/Km]	[mV/Am]	[mV/Am]	[mV/Am]	[mV/Am]	[mV/Am]
1	22,1	0,176	44,2	44,2	35,6	38,3	30,8
1,5	14,8	0,168	29,7	29,7	23,9	25,7	20,7
2,5	8,91	0,155	17,8	17,8	14,4	15,4	12,5
4	5,57	0,143	11,1	11,1	9,08	9,65	7,85
6	3,71	0,135	7,41	7,41	6,10	6,24	5,28
10	2,24	0,119	4,47	4,47	3,72	3,87	3,22
16	1,41	0,112	2,82	2,82	2,39	2,44	2,07
25	0,889	0,106	1,78	1,78	1,55	1,54	1,34
35	0,641	0,101	1,28	1,28	1,15	1,11	0,993
50	0,473	0,101	0,947	0,947	0,878	0,82	0,76
70	0,328	0,0965	0,655	0,656	0,641	0,568	0,555

95	0,236	0,0975	0,472	0,473	0,494	0,41	0,428
120	0,188	0,0939	0,373	0,375	0,413	0,325	0,358
150	0,153	0,0928	0,304	0,306	0,356	0,265	0,308
185	0,123	0,0908	0,243	0,246	0,306	0,213	0,265
240	0,0943	0,0902	0,185	0,189	0,259	0,163	0,224
300	0,0761	0,0895	0,147	0,152	0,229	0,132	0,198
400	0,0607	0,0876	0,115	0,121	0,202	0,105	0,175
500	0,0496	0,0867	0,0912	0,0992	0,183	0,0859	0,159
630	0,0402	0,0865	0,0707	0,0805	0,168	0,0697	0,146

Tab. 11.3 Resistenze e reattanze specifiche (CEI UNEL 35023-70)

6.5. Sezione del conduttore di neutro

La sezione del conduttore di neutro è precisata nella Norma CEI 64-8/5 la quale precisa, nell'art. 524.2 quanto segue:

" *L'eventuale conduttore di neutro deve avere la stessa sezione del conduttore di fase:*

- *nei circuiti monofase a due fili, qualunque sia la sezione dei conduttori;*
- *nei circuiti polifase (e nei circuiti monofase a tre fili) quando le dimensioni dei conduttori di fase sia inferiore od uguale a 16 mm²".*

Nell'art. 524.3 è invece indicato che:

" Nei circuiti polifase i cui conduttori di fase abbiano una sezione superiore a 16 mm2 se in rame od 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.

6.6. Scelta degli interruttori di protezione

La protezione contro i sovraccarichi e i corto circuiti deve essere effettuata mediante l'adozione di interruttori automatici magnetotermici. Lo scopo generale della protezione e quello di interrompere le correnti di sovraccarico che interessano i conduttori del circuito prima che possano provocare un riscaldamento nocivo all'isolante, ai collegamenti, ai terminali o all'ambiente esterno, permettendo però la conduzione dei sovraccarichi di breve durata che si producono nel normale

esercizio. Per quanto riguarda invece il cortocircuito, la stessa protezione deve assicurare un rapido intervento tutte le volte che si produce una sovracorrente a causa di un guasto di impedenza trascurabile tra due punti a diverso potenziale, nelle condizioni ordinarie di esercizio.

6.7. Protezione da sovraccarico

La Norma CEI 64-8/3 prescrive che i vari circuiti di un impianto elettrico debbano essere provvisti di dispositivi di protezione atti ad interrompere le correnti di sovraccarico nel rispetto delle seguenti regole:

a) $I_b \leq I_n \leq I_z$

b) $I_f \leq 1{,}45\ I_z$

dove:

- I_b è la corrente d'impiego che percorre la conduttura;
- I_n è la corrente nominale del dispositivo di protezione;
- I_z è la portata della conduttura (calcolata col metodo CEI UNEL 35024/1);
- I_f è la corrente di sicuro funzionamento dell'interruttore.

La regola a) soddisfa le condizioni generali di protezione dal sovraccarico.

La regola b), impiegando per la protezione dal sovraccarico un interruttore automatico, è sempre verificata poiché la corrente di sicuro funzionamento non è mai superiore a $1{,}45I_N$ (non è sempre vero nel caso in cui il dispositivo di protezione sia un fusibile).

Analizzando la regola generale di protezione $I_b \leq I_n \leq I_z$ risulta evidente che il campo di possibili soluzioni adottabili (ovviamente funzione della taglia degli interruttori) risulta compreso fra due condizioni estreme di protezione: una condizione di massima protezione nella quale l'interruttore ha una corrente nominale prossima alla corrente di impiego I_b, ed una condizione di minima protezione scegliendo l'interruttore con una corrente nominale prossima alla portata del cavo I_Z.

E' chiaro che scegliendo la condizione di massima protezione ($I_n \cong I_b$) si potrebbero verificare delle situazioni tali da pregiudicare la continuità di servizio, poiché sarebbe garantito l'intervento dell'interruttore anche in caso di anomalie sopportabili. Per contro, la scelta di un interruttore con una corrente nominale uguale alla portata del cavo porterebbe alla massima continuità di servizio a discapito del massimo sfruttamento del rame installato.

6.8. Protezione da cortocircuito

Le condizioni richieste per la protezione contro le correnti di cortocircuito sono sostanzialmente le seguenti:

a) $I_b \leq I_n$

b) $I_{cu} \geq I_{cc}$

c) $(I^2t) \leq K^2S^2$

d) ubicazione all'inizio della conduttura

dove:

- I_b è la corrente d'impiego che percorre la conduttura;
- I_n è la corrente nominale del dispositivo di protezione;
- I_{cu} è il potere di interruzione del dispositivo di protezione;
- I_{cc} è la corrente di cortocircuito presunta calcolata nel punto di installazione del dispositivo.
- (I^2t) è l'energia specifica passante del dispositivo di protezione;
- K^2S^2 è l'energia specifica ammissibile del cavo (S è la sezione in mm^2).

La condizione a) è già imposta per la protezione da sovraccarico.

Le condizioni b) e d) sono invece essenziali affinché un dispositivo per la protezione contro i sovraccarichi assicuri anche la protezione contro i cortocircuiti. In particolare, è la Sezione 434 della Norma CEI 64-8 ad imporre la condizione d) secondo la quale l'installazione dell'apparecchio deve avvenire all'inizio della conduttura da proteggere; tuttavia, è ammessa la sua installazione a distanza ma fino a un massimo di 3 m dall'inizio della conduttura, purché il tratto di conduttura non protetta sia realizzato in modo da ridurre al minimo le probabilità di cortocircuito ad esempio mediante adeguati ripari contro le influenze esterne. La condizione b) invece può non essere rispettata da un dispositivo di protezione solo nei casi in cui a monte di esso vi sia un altro dispositivo automatico con le caratteristiche idonee.
Il rispetto della condizione c) fa in modo che per cortocircuiti di durata non superiori a 5 s la temperatura dei conduttori non aumenti oltre il limite ammissibile.

Il valore del fattore K è funzione sia del tipo di isolante che del materiale costituente il conduttore. I valori normalizzati di K sono:

- per conduttori in rame

K = 115 se isolati in PVC;

K = 135 se isolati in gomma naturale o butilica;

K = 145 se isolati in gomma etilpropilenica o in polietilene reticolato;

K = 115 se vi sono giunzioni o terminazioni saldate a stagno qualunque sia il tipo di isolante impiegato.

- per conduttori in alluminio

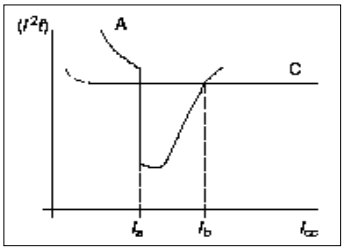
K = 74 se isolati in PVC;

K = 87 se isolati in gomma naturale o butilica;

K = 94 se isolati con gomma etilpropilenica o con polietilene reticolato;

K = 74 se vi sono giunzioni o terminazioni saldate a stagno qualunque sia il tipo di isolante impiegato.

Per gli interruttori automatici l'energia specifica passante in funzione della corrente presunta di cortocircuito ha l'andamento della curva A rappresentata qui a destra. Dall'andamento di tale curva si rileva che l'energia passante diminuisce fino al momento dello sgancio magnetico dell'interruttore per poi aumentare, perché all'aumentare della corrente il tempo rimane quasi costante. La retta C indica invece l'energia passante sopportata dal cavo. L'incontro di queste due curve determina le due correnti $I_{cc,a}$ e $I_{cc,b}$ per cui si può affermare che la condizione c) è soddisfatta per tutti i valori che la corrente assume nell'intervallo compreso fra $I_{cc,a}$ e $I_{cc,b}$.



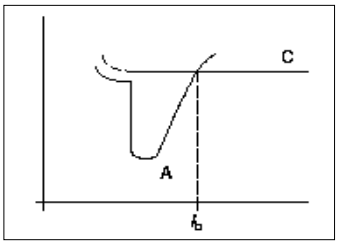
Da qui discende la necessità di controllare che le correnti di cortocircuito che possono prodursi cadano entro l'intervallo compreso fra questi due valori.

I dispositivi di protezione contro i cortocircuiti, se costituiti da interruttori automatici magnetotermici, devono essere scelti in modo da rispondere alle seguenti due condizioni:

c1) la corrente di cortocircuito che si produce per un guasto franco all'estremità della conduttura più lontana dal punto di alimentazione ($I_{cc,min}$) deve essere maggiore di I_a;

c2) la corrente di cortocircuito che si produce per un guasto franco all'inizio della conduttura ($I_{cc,max}$) deve essere minore di I_b.

In realtà, nel caso in cui il dispositivo di protezione contro i cortocircuiti assicuri anche la protezione contro i sovraccarichi la verifica della corrente di corto circuito minima non è necessaria in quanto la condizione c1) è di per sé rispettata e pertanto resta da verificare solo la condizione c2), ossia la corrente di cortocircuito massima, in accordo con l'articolo 435.1 della CEI 64-8.



Interessa pertanto calcolare solo i valori della corrente di cortocircuito presunta all'inizio di ogni tratto della conduttura che si sta dimensionando.

6.9. Calcolo delle correnti di cortocircuito

La corrente presunta di cortocircuito in un punto di un impianto utilizzatore è la corrente che si avrebbe nel circuito se nel punto considerato si realizzasse un collegamento di impedenza nulla fra i conduttori in tensione.

L'entità di questa corrente è un valore presunto perché rappresenta la peggiore condizione possibile. In realtà la corrente di cortocircuito effettiva si manifesta sempre con valori di corrente minori.

Per gli impianti utilizzatori in BT per corrente presunta di cortocircuito si deve considerare la componente simmetrica in quanto le prove del potere di interruzione degli interruttori si riferiscono proprio alla componente simmetrica.

Nei circuiti trifase con neutro e conduttore di protezione si hanno quattro diverse tipologie di cortocircuiti, ossia:

- trifase equilibrato;
- fase - fase;
- fase - neutro;

Nella tabella sottostante sono riportate le formule per il calcolo delle correnti di cortocircuito. Da tali formule si vede come tali correnti dipendano dalla rete a monte, dai parametri elettrici del trasformatore e ovviamente dalla linea.
In sede progettuale i calcoli devono essere sviluppati tenendo sempre conto della condizione peggiore e i valori delle correnti di cortocircuito presunte devono riferirsi all'inizio della conduttura, subito a valle del dispositivo di protezione.

Guasto trifase	$I_{cc_tr} = \frac{V_{nom}}{\sqrt{3} \cdot \sqrt{(R_l)^2 + (X_m + X_l)^2}}$
Guasto fase-fase	$I_{cc_f-f} = \frac{V_{nom}}{2 \cdot \sqrt{(R_l)^2 + (X_m + X_l)^2}}$
Guasto fase-neutro	$I_{cc_f-n} = \frac{V_{nom}}{\sqrt{3} \cdot \sqrt{(R_l + R_n)^2 + (X_m + X_l + X_n)^2}}$

Ove i parametri elettrici citati fanno riferimento alle seguenti grandezze:

I_{cc}	Componente simmetrica della corrente di corto circuito.
X_m	Reattanza della rete a monte del punto di consegna.
R_l, X_l	Resistenza e reattanza della linea.
X_n	Reattanza del neutro.

L'impedenza Z_m è quella della rete a monte e la si può considerare prevalentemente induttiva senza commettere errori apprezzabili.

$$X_m = \frac{V_{nom}^2}{A_{cc}}$$

dove:

- V_{nom} è la tensione concatenata nominale lato BT;
- Acc è la potenza di cortocircuito fornita dall'ente distributore.

Per l'impedenza di linea si ha: $Z_l = R_l + jX_l$ dove:

$$R_l = r \cdot l_l$$

$$X_l = x \cdot l_l$$

con r ed x rispettivamente resistenza e reattanza per unità di lunghezza.

6.10. Protezione contro contatti diretti e indiretti

Contatti diretti

Per contatto diretto si intende il contatto con parti attive. Attiva è ogni parte conduttrice in tensione in servizio ordinario, compreso il conduttore di neutro. Il contatto diretto può essere pericoloso per le persone (folgorazione, bruciature …) e devono essere prese adeguate misure di protezione.
Le misure di protezione contro i contatti diretti adottate sono totali e sono costituite dall'isolamento e dagli involucri o barriere. Tali misure di protezione sono del tipo passive. Se tuttavia avviene un contatto diretto, per imprudenza dell'utente o perché viene meno la protezione passiva, la corrente che attraversa il corpo umano non è sufficiente per provocare l'intervento dei dispositivi di protezione a massima corrente installati per proteggere le condutture dalle sovracorrenti (vedi capitolo successivo). Pertanto, si deve provvedere ad installare interruttori differenziali ad alta sensibilità con corrente differenziale di intervento I_{dn} di 30 mA. Tale misura di protezione è in accordo con quanto prescritto dal DM 37/08.
Contatti indiretti (SISTEMA TT)

In un sistema TT la protezione dai contatti indiretti si esplica limitando il tempo per cui la tensione persiste sulla massa in modo da soddisfare la curva di sicurezza in Bassa Tensione. Utilizzando dispositivi a corrente differenziale deve essere soddisfatta la seguente relazione:

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

dove:

- R_t è la resistenza dell'impianto di terra;
- I_{dn} è la corrente differenziale nominale di intervento del dispositivo di protezione differenziale;
- U_L è la tensione di sicurezza che vale 50 V in condizioni ordinarie.

Pertanto l'impianto di terra dovrà essere realizzato in modo da avere una resistenza di terra minima di:

$R_t \leq U_L/I_{dn}$ $R_t \leq 50/0,3=166.$