

RELAZIONE DI CALCOLO

INTRODUZIONE

Oggetto della Relazione di calcolo è la descrizione dei metodi e dei criteri adottati per la progettazione, per la scelta dei materiali e le modalità da rispettare per l'esecuzione di tutti i lavori necessari alla realizzazione della cabina di trasformazione MT/BT, dedicata al complesso immobiliare ex Regina Elena in viale Regina Elena n° 291 – Roma.

Il complesso edilizio si compone essenzialmente degli edifici A, B, C, D, E, F,G; la centrale di trasformazione sarà ubicata al piano seminterrato dell'edificio D in prossimità della cabina ACEA.

Gli impianti elettrici avranno origine dal punto di consegna ACEA ubicato al piano seminterrato dell'edificio D dove è presente una cabina ACEA.

Nelle adiacenze della cabina ACEA sono presenti più locali dove sarà installato lo scomparto di ricezione per la consegna di energia in media tensione affiancato al quadro elettrico di media tensione.

Nel suddetto locale per la consegna di energia e la trasformazione MT/BT saranno realizzate tutte le opere elettriche principali ed accessorie necessarie a dare il lavoro in opera, funzionante e rispondente alle norme CEI, antinfortunistiche ed antincendio vigenti.

Il complesso edilizio è attualmente alimentato dalla Società distributrice dell'energia elettrica in Media Tensione (MT).

Oggetto dell'Appalto è la realizzazione di una nuova cabina di trasformazione MT/BT per l'alimentazione, in bassa tensione, degli impianti elettrici e impianti meccanici.

Nella cabina di trasformazione saranno ubicati il quadro di media tensione, tre trasformatori di potenza MT/BT da 1.600 kVA equipaggiati di ventilatori assiali per un aumento della potenza del 35%, ciascuno con le relative celle di protezione, il

quadro elettrico generale di BT, il rifasamento e il gruppo statico di continuità per l'alimentazione degli ausiliari di cabina.

I trasformatori di potenza MT/BT saranno interbloccati tra di loro, elettricamente e meccanicamente, affinché non si abbia mai il parallelo dei trasformatori.

L'energia per l'alimentazione degli utilizzatori che saranno installati nel complesso edilizio sarà distribuita con sistema TN-S alle seguenti tensioni:

a) Media Tensione:

- 1) La consegna dell'energia da parte dell'ACEA avverrà in Media Tensione.
- 2) Potenza presunta di corto circuito : 500 MVA
- 3) Frequenza nominale : 50 Hz

In base a queste caratteristiche sono stati progettati gli impianti a valle dell'alimentazione.

b) Bassa Tensione:

- 1) L'energia distribuita alle utenze sarà trifase con neutro alla tensione nominale 400/230 V.
- 2) Sistema di distribuzione con cabina propria e terra separata dal neutro: TN-S.
- 3) Frequenza nominale: 50 Hz.
- 4) Corrente max corto circuito: circa 52 kA.

Forza motrice:

400 V trifase concatenata per alimentazione dei motori e degli utilizzatori trifasi, 230 V monofase fra ognuna delle fasi del sistema trifase ed il neutro, equilibrata, nei limiti del possibile, sulle tre fasi, per gli utilizzatori monofasi.

Luce Normale:

230 V monofase fra fase e neutro dei sistemi trifase, con tensione concatenata di 400 V, ed utilizzatori equilibrati, nei limiti del possibile, sulle tre fasi.

Dai trasformatori MT/BT, per mezzo di blindo sbarre da 3.200 A, si alimenterà il quadro elettrico generale di bassa tensione; dal quadro generale di bassa tensione.

Tutti gli interruttori, montati sul quadro generale di bassa tensione, sono dimensionati in base alle correnti di corto circuito, inoltre la scelta degli stessi è effettuata in modo tale da consentire la massima selettività delle protezioni e la limitazione dell'area interessata ad ogni tipo di guasto.

Dimensionamento dei trasformatori di potenza MT/BT

La progettazione della cabina di trasformazione MT/BT e del quadro elettrico generale di bassa tensione è stata eseguita assumendo i valori delle potenze elettriche rilevate e tenendo conto delle indicazioni ed esigenze comunicate dalla Committente.

Prima della scelta delle macchine di trasformazione MT/BT sono stati effettuati dei sopralluoghi, durante gli orari lavorativi, per verificare le effettive esigenze delle potenze elettriche negli edifici ristrutturati con la presenza del personale operante sul posto di lavoro.

Per gli edifici che sono in corso di ristrutturazione sono stati considerati i dati di progetto.

I valori ed i dati assunti per ogni singolo edificio sono:

Edificio A (dato di progetto) circa	kW 300
Edificio B (potenza riscontrata) circa	kW 100
Edificio C (potenza riscontrata) circa	kW 120
Edificio D (dato di progetto) circa	kW 180
Edificio E (dato di progetto) circa	kW 120
Edificio F (potenza riscontrata) circa	kW 80
Edificio G (potenza riscontrata) circa	kW 110

Potenza totale **kW 1.010**

Alla potenza totale P_t di 1.010 kW si applica un fattore di contemporaneità $K_c = 0,8$ da cui avremo una potenza totale K_c di kW808.

Le centrali tecnologiche hanno la necessità di una potenza di 905,2 kW per la centrale frigorifera e di 184,6 kW per la centrale termica per una potenza totale di 1.089,8 kW con coefficiente di contemporaneità $K_c = 1$.

Assumendo il valore della potenza totale P_t 1.089,8 kW e valutando un $\cos\phi=0,8$ avremo una potenza di 1.307,5 kVA a cui applicheremo una maggiorazione del 25% per possibili future integrazioni.

Pertanto avremo una potenza di trasformazione di 1.634 kVA.

Considerando che durante il periodo estivo il funzionamento della centrale frigorifera è a pieno regime mentre la centrale termica non è in funzione o in parziale funzionamento, e considerando altresì che nel periodo invernale il ciclo è invertito, avremo in questo periodo una disponibilità di una potenza di trasformazione maggiore del 35%.

Per gli edifici con destinazione d'uso ad uffici e foresteria avremo una disponibilità di una potenza di trasformazione maggiore del 45%.

Per effetto dei valori di progetto assunti, la scelta della macchina di trasformazione MT/BT è di 1.600 kVA equipaggiata di ventilatori assiali per la circolazione d'aria di cui è prevedibile un aumento nominale della potenza di trasformazione per circa il 35%.

Al fine assicurare una continuità di servizio degli impianti, senza trascurare l'aspetto economico, si è scelto di utilizzare tre trasformatori MT/BT da 1.600 kVA con ventilatori assiali di cui uno dedicato agli impianti elettrici degli edifici, uno dedicato alle centrali tecnologiche ed uno che possa essere utilizzato come riserva sia per gli impianti elettrici degli edifici che per le centrali tecnologiche. Si precisa che i trasformatori non potranno mai essere collegati in parallelo.

Per migliorare l'efficienza dei trasformatori di potenza MT/BT saranno installati dei gruppi di ventilazione assiale forzata che si attiveranno automaticamente all'aumentare della temperatura prevista per il normale esercizio di 90° C.

Tale accorgimento, tenendo conto delle perdite ed altri fattori di declassamento, farà aumentare di circa il 35% la potenza di trasformazione del trafo, innalzando la potenza nominale da 1.600 kVA a circa 2.160 kVA effettivi.

Pertanto tutti i dimensionamenti saranno riferiti considerando una potenza di trasformazione MT/BT di 2.160 kVA.

Calcolo della corrente di corto circuito

Tutte le apparecchiature del quadro elettrico generale di bassa tensione sono state dimensionate per un valore uguale o superiore a quello risultante dalla corrente di corto circuito nei diversi punti dell'impianto.

Nella schematura elettrica sarà garantita la selettività, sia per intervento dovuto a sovracorrenti che per intervento differenziale. La selettività per sovracorrente (termica e magnetica) sarà ottenuta mediante un'adeguata scelta dei dispositivi di protezione (tipo dell'interruttore, taratura e curva di intervento) con l'impiego di apparecchi di tipo rapido per le singole partenze di linea ed apparecchi di tipo più lento per l'impiego come protezione generale.

Per il calcolo della corrente di corto circuito sono stati assunti i seguenti valori del trasformatore di potenza MT/BT.

- Potenza nominale	1.600 kVA
- Potenza effettiva	2.160 kVA
- Tensione primaria	20 kV
- Frequenza nominale	50 Hz
- Tensione secondaria a pieno carico	400/230 V
- Corrente	3.121 A
- Variatore a vuoto	+/- 2 x 2.5 %
- Gruppo di collegamento	Dyn 11
- Tensione di corto circuito	6 %
- Classe di isolamento	F

$$I_{cc} = 100/6 \times I_r$$

$$I_{cc} = 100/6 \times 3.121 = 52.017 \text{ A}$$

In considerazione che i tre trasformatori MT/BT non potranno mai essere collegati in parallelo avremo I_{cc} di circa 52,02 kA.

Il dimensionamento di tutte le apparecchiature elettriche è minimo di 55 kA considerando anche l'eventuale apporto dei motori degli impianti meccanici.

Dimensionamento dei sistemi di protezione

La progettazione ed il dimensionamento delle linee di alimentazione alle utenze è escluso da questo appalto.

In questo progetto si prevede, nel quadro elettrico generale di bassa tensione, l'installazione di interruttori m.t.d. scatolati con taratura Ith del tipo elettronico e possibilità della variazione Ith da 1 a 0,4.

Nell'appalto dedicato alla progettazione delle linee di alimentazione alle utenze sarà effettuata la taratura degli interruttori in funzione della portata dei cavi nelle condizioni di posa.

Il dimensionamento dei sistemi di protezione contro le sovracorrenti riguarda principalmente la tenuta al sovraccarico ed al corto-circuito delle apparecchiature magnetotermiche installate sul quadro elettrico generale, oltre naturalmente il coordinamento dell'apparecchio con la conduttura in partenza.

Per quanto riguarda la protezione termica (sovraccarico) sarà effettuata in base alla corrente nominale di impiego dell'utenza o del gruppo di utenze (Ib), alla corrente nominale di taratura del rispettivo dispositivo posto a monte (In) e alla portata della linea secondo il relativo sistema di posa (Iz), in modo da soddisfare la seguente relazione:

$$I_b < I_n < I_z$$

La protezione contro il corto-circuito sarà verificata sia all'inizio che al termine della linea e ciò in corrispondenza dei valori massimo e minimo risultanti in questi punti d'impianto.

Il dimensionamento all'inizio della linea sarà tale che in caso di corto-circuito l'energia specifica passante del dispositivo di protezione sia tale da non arrecare danni alle caratteristiche ed alla sezione del cavo rispettando la seguente formula (V. norme CEI 64-8):

$$I^2 t < K^2 \times S^2$$

Dimensionamento delle linee

Premesso che tutte le linee di distribuzione risulteranno coordinate con il rispettivo dispositivo di protezione, il dimensionamento sarà completato con la verifica della portata e della caduta di tensione delle linee stesse.

Il dimensionamento di tutte le linee di distribuzione dal quadro elettrico generale di BT fino ai quadri elettrici di area e/o di zona e da questi fino agli utilizzatori dell'energia elettrica sarà verificato nei riguardi delle cadute di tensione in modo che queste, dal quadro elettrico generale fino agli utilizzatori più lontani, non superi il valore del 4%.

Le cadute di tensione, nei vari tratti di linea costituenti le reti di distribuzione, saranno verificate con le formule:

$$\Delta V = 1,73 \times I \times l \times (R \cos \phi + X \sin \phi) \quad \text{valida per linee trifasi}$$

$$\Delta V = 2 \times I \times l \times (R \cos \phi + X \sin \phi) \quad \text{valida per linee monofasi}$$

Nei calcoli di verifica delle cadute di tensione, si dovrà tener conto uniformemente, per tutte le linee costituenti le reti di distribuzione, dei seguenti valori del fattore di potenza:

$\cos \phi = 0,9$ per i circuiti di illuminazione

$\cos \phi = 0,8$ per i circuiti di forza motrice

$\cos \phi = 0,7$ per particolari circuiti con avviamento gravoso.

Sezioni minime dei conduttori:

- per le linee di dorsale luce	2,5	mm ²
- per le linee di dorsale EI-FM	4	mm ²
- per derivazioni circuiti luce	1,5	mm ²
- per derivazioni circuiti EI-FM	2,5	mm ²

Impianto di terra

Il sistema di protezione contro le tensioni di contatto dovrà soddisfare le prescrizioni delle vigenti Norme CEI e che sia opportunamente coordinato con i dispositivi atti

ad interrompere l'alimentazione elettrica in caso di guasto pericoloso (dispositivi di protezione).

A tale impianto di terra saranno collegati, mediante apposito conduttore di protezione, tutte le parti metalliche accessibili dell'impianto elettrico e degli apparecchi utilizzatori ordinariamente non in tensione, ma che per difetto di isolamento o per altre cause accidentali, potrebbero trovarsi sotto tensione: ogni presa luce, ogni presa di energia, ogni centro luminoso, ogni apparecchiatura elettrica ed ogni macchina elettrica.

Per migliorare e/o diminuire l'impedenza di guasto sarà previsto anche il collegamento dei ferri dei pilastri e/o plinti all'impianto di terra.

Durante l'esecuzione di collegamento dell'armature dei ferri del c.a. si dovrà produrre una documentazione fotografica che attesti l'avvenuto collegamento.

Tutti i predetti collegamenti faranno capo alla rete di dispersori che assicurerà la necessaria resistenza di terra coordinata con le protezioni adottate.

Trattandosi in questo caso di sistema TN-S si dovrà fare riferimento per il coordinamento alla formula:

$$Z_s I_a \leq U_o \quad (\text{CEI 64-8})$$

ove:

Z_s = impedenza dell'anello di guasto della sorgente, il conduttore attivo fino al punto di guasto ed il conduttore di protezione tra guasto e sorgente;

I_a = corrente che provoca l'interruzione automatica del dispositivo di protezione entro il tempo definito nella Tab. 41 A (CEI 64-8);

U_o = tensione nominale in c.a. tra fase e terra.

Sarà previsto un sistema di dispersori unico, in ottemperanza a quanto previsto dalle Norme C.E.I.

Relazioni di calcolo

A fine lavori, in funzione della casa costruttrice delle apparecchiature scelte ed installate, si dovranno verificare e fornire tutti i calcoli dettagliati giustificativi, sia per le singole componenti dell'impianto, nel rispetto della vigente normativa, sia al riguardo degli elementi costruttivi sia per i coefficienti di sicurezza adottati.

Verranno forniti inoltre:

- misure e relazione dell'impianto di terra;
- realizzazione degli elaborati degli impianti elettrici, completi di particolari costruttivi e schemi funzionali come prescritto nel Decreto n. 37 del 22 Gennaio 2008 e successive modifiche.

Quanto altro necessario ad insindacabile giudizio della D.L.

Tutti i calcoli giustificativi, le relazioni, nonché quelli richiesti dalle vigenti normative e non espressamente indicati compresi gli elaborati grafici di corredo, saranno firmati da un tecnico abilitato nell'ambito delle proprie competenze professionali.