

**M333 – ESAME DI STATO DI ISTITUTO TECNICO INDUSTRIALE****CORSO DI ORDINAMENTO****Indirizzo: ELETTRATECNICA E AUTOMAZIONE****Tema di: IMPIANTI ELETTRICI****(Testo valevole per i corsi di ordinamento e per i corsi sperimentali del Progetto “SIRIO”)**

Un complesso residenziale comprende le seguenti utenze:

- cinque villette con box auto separato e giardino privato, potenza contrattuale di ognuna 6 kW;
- un'area condominiale con viale a percorrenza carrabile e pedonale, potenza di illuminazione 2 kW;
- un campo da tennis, potenza illuminazione 3,6 kW;
- una centrale idrica, potenza assorbita 2 kW;
- un cancello elettrico, potenza assorbita 450 W;
- impianti ausiliari, potenza assorbita 300 W.

Dalla planimetria del complesso si rileva che lunghezza dei montanti, tra i contatori di energia e i quadri elettrici delle villette, sono variabili tra 35 m e 100 m, mentre la lunghezza del montante tra il contatore servizi comuni e il quadro elettrico del campo da tennis è di 100 m.

Il candidato, fatte le eventuali ipotesi aggiuntive che ritiene necessarie, stabilite le caratteristiche generali del progetto e disegnato lo schema unifilare a blocchi della distribuzione elettrica, determini:

1. la potenza contrattuale dei servizi comuni e il relativo schema unifilare del quadro elettrico giustificando i criteri di scelta delle apparecchiature presenti nello schema proposto;
2. le caratteristiche dei montanti che alimentano i quadri elettrici delle villette e il quadro elettrico del campo da tennis;
3. la costituzione e le caratteristiche dell'impianto di terra del complesso.

Inoltre il candidato, dopo aver disegnato lo schema del quadro elettrico di una villetta, giustifichi i criteri di scelta delle apparecchiature presenti nello schema proposto.

## SOLUZIONE

In base ai dati forniti vengono fatte le seguenti ipotesi iniziali:

- schematizzazione planimetrica delle villette con parti comuni come da fig.1 ;
- punto di consegna dell'energia elettrica ai confini della recinzione esterna da parte dell'ente distributore, con una fornitura in B.T. dedicata alle parti comuni e cinque forniture in B.T. una per ogni villetta;
- le linee che alimenteranno ogni singola villetta, saranno diramata a valle delle loro protezioni generali "IG", come da fig.1, a valle del proprio contatore, e viaggeranno interrato ciascuna nel proprio cavidotto esclusivo in PVC fino al quadro posto nelle villette denominato "QAP", è saranno dei cavi del tipo FG7;
- le linee che alimenteranno le utenze parti comuni saranno diramate direttamente dal quadro generale distribuzione posto a valle del contatore parti comuni come da fig.1;
- punto di consegna in B.T. con corrente di corto circuito di 6 kA sia per le villette che per le parti comuni.

Per schema planimetrico vedere allegato Fig.1

Per schema a blocchi vedere allegato Fig.2

### Caratteristiche della fornitura elettrica delle parti comuni condominiali

Per determinare le caratteristiche del contratto di fornitura elettrica per le parti comuni si procede con il calcolo della potenza installata. Si considerano i fattori di contemporaneità e di utilizzo come da tabella seguente.

Descrizione carico	Coefficiente di Contemporaneità $K_c$	Coefficiente di Utilizzazione $K_u$
Impianto di illuminazione	1	1
Campo da tennis	1	1
Centrale idrica	1	1
Cancello elettrico	1	0,8
Impianti ausiliari	0,7	0,8



## Calcolo della potenza contrattuale impegnata parti comuni:

$$P_c = (2000 * 1 + 3600 * 1 + 2000 * 1 + 450 * 0,8 + 300 * 0,7 * 0,8)W = 8.13kW$$

Quindi la richiesta contrattuale sarà:

Potenza impegnata: 10kW

Tensione nominale: 230V

Frequenza: 50Hz

Sistema di distribuzione: TT

## Schema unifilare servizi comuni vedi allegato Fig. 3

### Criteri di scelta delle apparecchiature parti comuni

I dispositivi presenti nel quadro sono stati scelti per effettuare sia le manovre, sia le protezioni dei circuiti che da esso hanno origine.

- Tutti i dispositivi svolgono la funzione di manovra (apertura e chiusura sotto carico del circuito) per i circuiti che da essi hanno origine. Per questa funzione si è scelta una corrente nominale dell'interruttore superiore alla corrente d'impiego della linea che deve comandare
- Per la protezione dal corto circuito il potere d'interruzione deve essere minore o uguale della corrente di corto circuito ipotizzata nel punto di consegna e deve essere verificata la disequazione di Joule  $I^2t \leq (KS)^2$  (verificabile graficamente sovrapponendo il valore  $(KS)^2$  alle curve dell'integrale di Joule fornite dal costruttore con  $K=143$  dato che l'isolante scelto sarà l'EPR). La caratteristica d'intervento scelta è la C per l'assenza di correnti di spunto particolarmente gravose.
- Per la protezione dal sovraccarico deve essere verificata la seguente relazione:  $I_b \leq I_n \leq I_z$  con  $I_b$  = corrente d'impiego,  $I_n$  = corrente nominale dell'interruttore,  $I_z$  = portata della linea da proteggere
- Per la protezione dai contatti indiretti si è scelto di utilizzare interruttori con sganciatore differenziale da 30mA da coordinare con la resistenza di terra di modo che venga verificata la seguente relazione:  $R_E \leq U_L/I_{dn}$ , con  $I_{dn}$  corrente differenziale d'intervento (valore massimo possibile 1A). L'uso dei differenziali ad alta sensibilità (max 30mA) può essere utile come misura addizionale per la protezione dai contatti diretti

### Caratteristiche dei montanti delle villette e del campo da tennis

Vengono scelte dovendo soddisfare contemporaneamente le seguenti condizioni:

- $I_b \leq I_z$
- $\Delta V \leq \Delta V_{max}$  (per i montanti si ipotizza  $\Delta V_{max}\% = 2.5\%$ )

### Per le villette: (vedere schema allegato Fig.4)

$$I_b = \frac{P}{V \cos \varphi} = 29A \quad (\text{avendo ipotizzato } \cos \varphi = 0.9)$$

$$\Delta V = \frac{\Delta V\% * V}{100} = 5.75V$$

$$S = \frac{2L I_b \rho_{90} \cos \varphi}{\Delta V - 2L I_b X_L \sin \varphi} = 21.53 \text{ con } L=100\text{m e resistività del rame} = 22,69 \Omega^*\text{mm}^2/\text{km}$$

riportata alla temperatura massima di funzionamento dell' EPR (90°C).

Si decide quindi di scegliere una sezione di 25 mm<sup>2</sup> ( I<sub>z</sub> = 149A > I<sub>b</sub>) in EPR (FG7OR 0.6/1kV) posata in cavidotto interrato.

Le villette che richiedono un montante meno lungo possono avere sezione ridotta (da calcolare come sopra) dato che la sezione è sovrabbondante per la portata e la caduta di tensione è più bassa data la minore lunghezza.

Per il campo da tennis:

$$I_b = \frac{P}{V \cos \varphi} = 17.4\text{A} \text{ (avendo ipotizzato } \cos \varphi = 0.9)$$

$$\Delta V = \frac{\Delta V\% * V}{100} = 5.75\text{V}$$

$$S = \frac{2L I_b \rho_{90} \cos \varphi}{\Delta V - 2L I_b X_L \sin \varphi} = 12.7 \text{ mm}^2 \text{ con } L=100\text{m e resistività del rame} = 22,69 \Omega^*\text{mm}^2/\text{km}$$

riportata alla temperatura massima di funzionamento dell' EPR (90°C).

Si decide quindi di scegliere una sezione di 16 mm<sup>2</sup> ( I<sub>z</sub> = 91A > I<sub>b</sub>) in EPR (FG7OR 0.6/1kV) posata in cavidotto interrato.

## Impianto di terra

La resistenza di terra deve essere coordinata con la corrente d'intervento differenziale maggiore, nel nostro caso 30mA,utilizzando la seguente relazione:

$$R_E \leq U_L/I_{dn} = 50/0.03 = 1666 \Omega$$

Si decide di utilizzare 4 picchetti di acciaio zincato della lunghezza di due metri e diametro di 20mm posti ai 4 vertici della proprietà e collegati tra loro con una corda di rame da 25 mm<sup>2</sup> interrata a 0.80m. Supposta una resistività del terreno di 300 Ωm la resistenza di ogni picchetto sarà:

$$(R_E)_p = \frac{\rho_E (\ln(4L/a) - 1)}{2\pi L} = 119 \Omega \text{ (con } L=\text{ lunghezza e } a = \text{ raggio del picchetto)}$$

Considerando che i 4 dispersori possono essere considerati in parallelo la resistenza complessiva di terra sarà ¼ di quella del singolo dispersore e quindi pari a circa 30 Ω.



## **Criteria di scelta dei dispositivi del quadro villetta**

### **Protezione dai contatti indiretti:**

Essendo il sistema di distribuzione di tipo TT la protezione viene realizzata coordinando i dispositivi d'interruzione dell'alimentazione presenti sulle varie linee (interruttori con sganciatore differenziale) con l'impianto di terra comune. Perché tale protezione sia efficace la resistenza dell'impianto di terra dovrà rispettare la seguente disequazione:  $R_E \leq 50/0,03$  (50V è la tensione di contatto limite convenzionale e 0,03A è la corrente d'intervento differenziale maggiore presente nell'impianto). Per alcune parti dell'impianto la protezione può anche essere realizzata utilizzando componenti a doppio isolamento. Tutte le masse e le masse estranee dovranno essere collegate all'impianto di terra.

### **Protezione dai contatti diretti:**

La protezione da realizzare dovrà essere di tipo totale, cioè adeguata ad un ambiente con presenza di personale non addestrato. Tale protezione verrà realizzata attraverso l'isolamento delle parti attive con isolanti di adeguato grado di isolamento e con l'utilizzo di involucri con grado di protezione minimo IP2X (oppure IPXXB) e, per le parti superficiali superiori degli involucri accessibili, con grado minimo IP4X (oppure IPXXD). I differenziali costituiscono una protezione addizionale per i contatti diretti. Per i servizi sarà previsto un collegamento equipotenziale supplementare e l'utilizzo di differenziali ad alta sensibilità (30mA).

### **Criteria di scelta delle apparecchiature di manovra e protezione presenti nei quadri:**

Per le apparecchiature di manovra la scelta sarà determinata dalla tensione nominale, dal numero di poli e dalla corrente nominale ( $I_n \geq I_b$ ).

Per gli interruttori magnetotermici si dovrà rispettare la seguente disequazione:  $I_b \leq I_n \leq I_z$  per la protezione dal sovraccarico e le seguenti disequazioni:  $I_{cn}$  (potere d'interruzione)  $\geq I_{cc}$  (nel punto d'installazione) e  $I^2t \leq (KS)^2$  per la protezione dal corto circuito. Il potere d'interruzione nel nostro caso sarà di 4.5kA dato che il montante determina una riduzione della corrente di corto circuito ad un valore inferiore a 4.5kA (come da tabelle di abbattimento della corrente di c.c. del manuale)

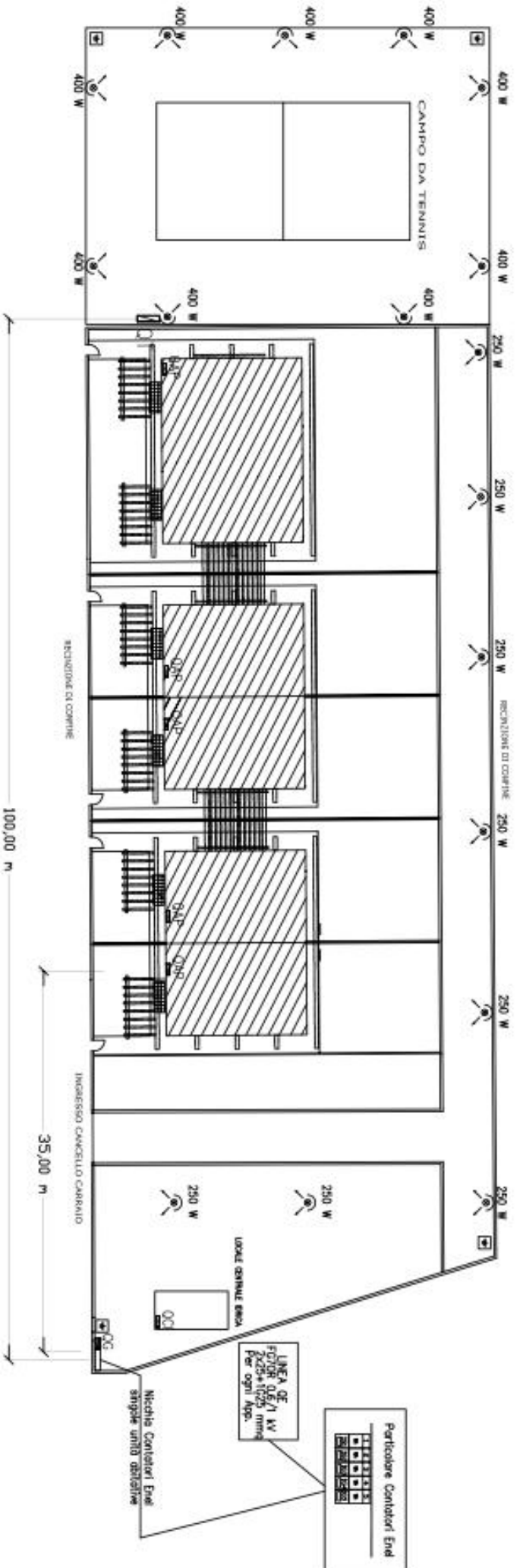
### **Criteria di scelta delle apparecchiature di manovra e protezione presenti nei quadri:**

Per le apparecchiature di manovra la scelta sarà determinata dalla tensione nominale, dal numero di poli e dalla corrente nominale ( $I_n \geq I_b$ ).

Per gli interruttori magnetotermici si dovrà rispettare la seguente disequazione:  $I_b \leq I_n \leq I_z$  per la protezione dal sovraccarico e le seguenti disequazioni:  $I_{cn}$  (potere d'interruzione)  $\geq I_{cc}$  (nel punto d'installazione) e  $I^2t \leq (KS)^2$  per la protezione dal corto circuito. Il potere d'interruzione nel nostro caso sarà di 4.5kA dato che il montante determina una riduzione della corrente di corto circuito ad un valore inferiore a 4.5kA (come da tabelle di abbattimento della corrente di c.c. del manuale)

La corrente d'intervento differenziale per i magnetotermici differenziali sarà di 30mA per tutte le linee.

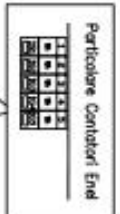
La scelta dei vari interruttori sarà realizzata anche tenendo conto della selettività di intervento che si vuole realizzare sia amperometrica sia cronometrica. Quindi per quanto possibile gli interruttori a monte avranno tempi d'intervento e correnti d'intervento maggiori di quelli a valle.



PIANTA PIANO TERRA

LEGENDA SIMBOLI

Simbolo	Descrizione
	Contatore di energia attiva
	Quadro Elettrico
	Proiettore a fascio largo
	Pozzetto ispezionabile con picchetto messa a terra



LINEA DE FONTE  
1000 A / 1 KV  
Fascio 1000 mm²  
Per ogni App.

LOCAL CENTRAL ENER

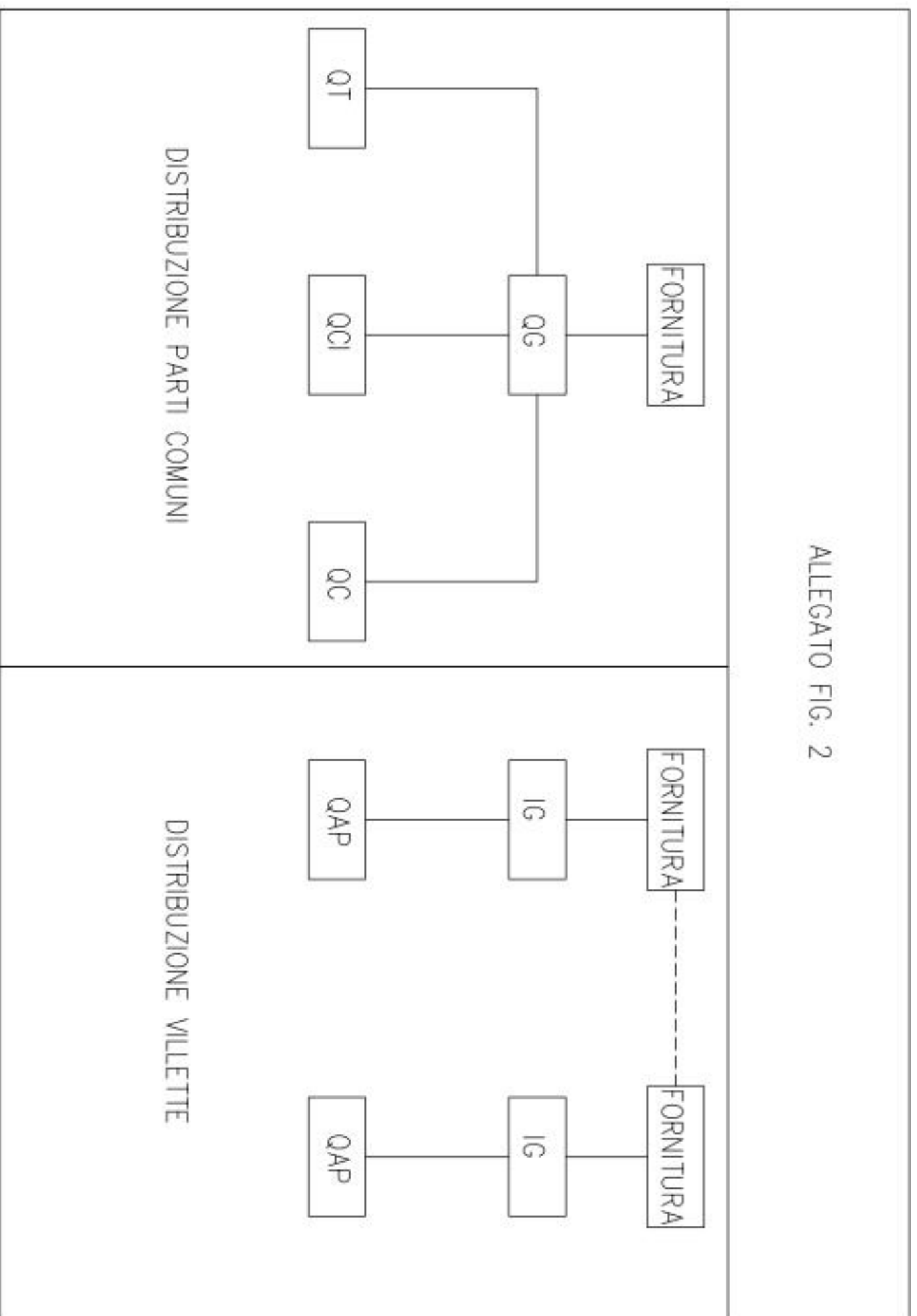
Nicchie Contatori Enel  
single unità dentarie

INGRESSO CANCELLO CARRAIO

RECHINQUE DI CORTINE

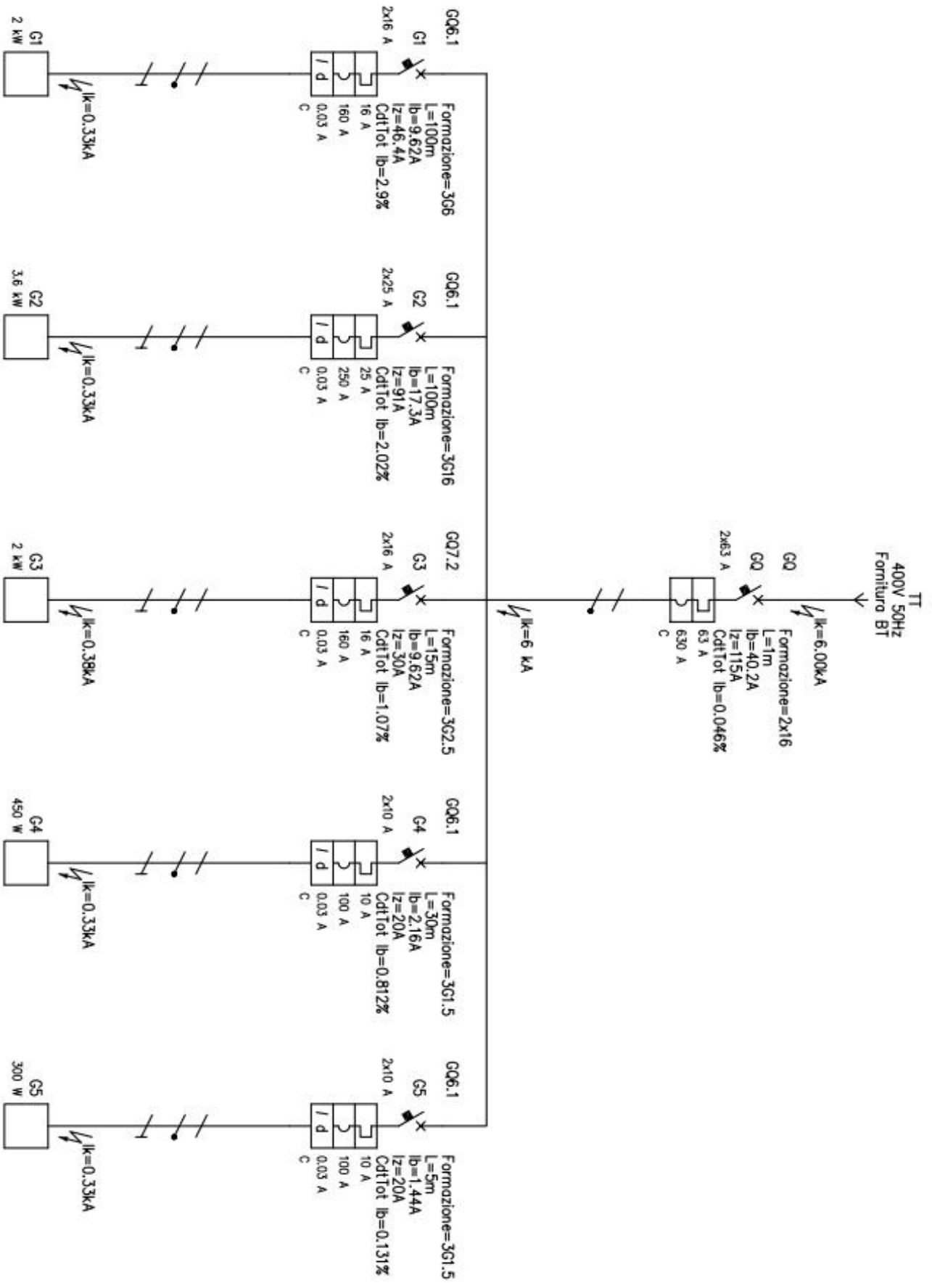
CAMPO DA TENNIS

ALLEGATO FIG. 2

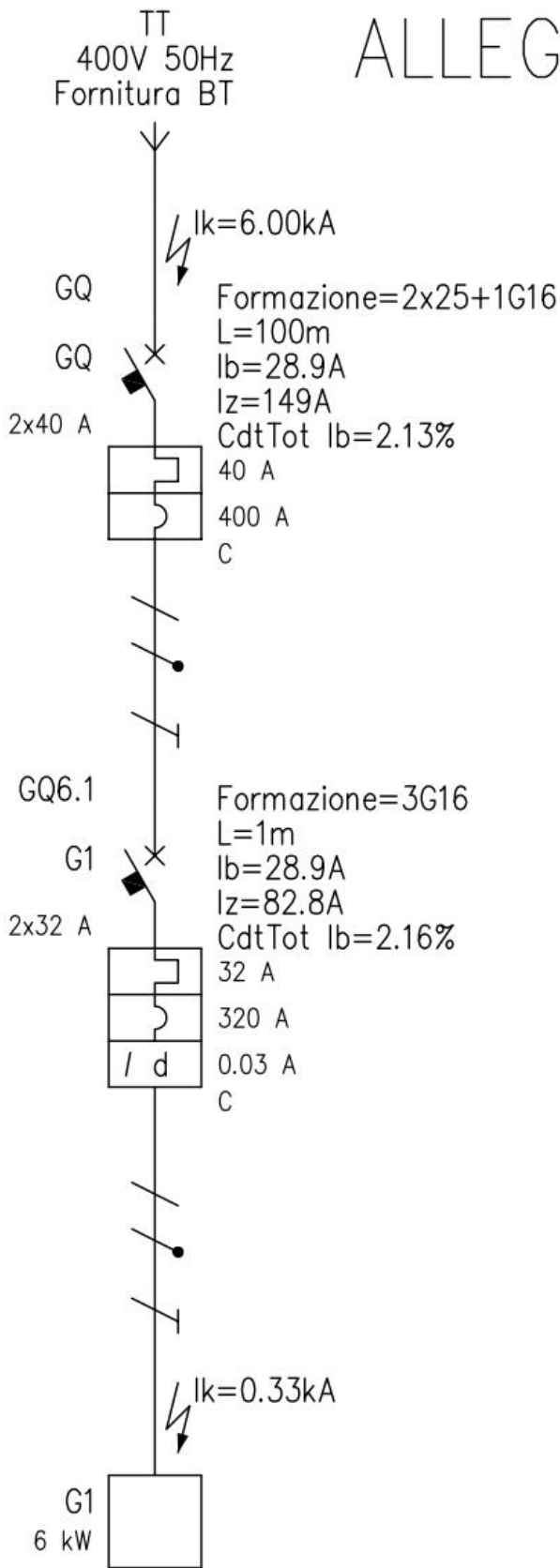




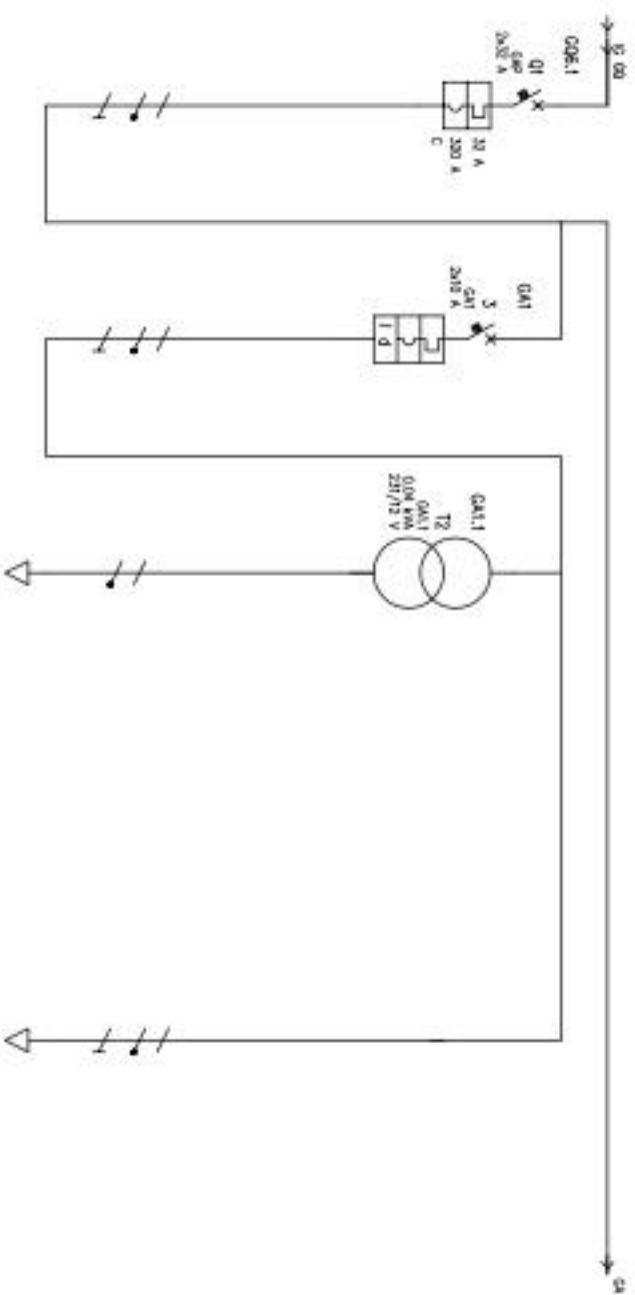
ALLEGATO FIG. 3



# ALLEGATO FIG. 4



# ALLEGATO FIG.5



DENOMINAZIONE		GEN APPARTAMENTO		ALIMENTAZIONE LUCE		AUSILIARI		ALIMENTAZIONE LUCE	
		GAP		GAI		GAL1		GAI.2	
UTENZA	SCIA								
	TIPO	TT/L-N	7,39	TT/L1 - N	2,31	TT/L1 - N	0,04 KVA	TT/L1 - N	2,31
	POTENZA	kW	6	28,9	4,83	0,03	0,156	4,83	
	COEF. CONTIMP.	COEF. $\phi$	1	0,9	1	0,834	1	0,808	
INTERUTTORE O SEZIONATORE	TIPO	ABB Elettrocanditure S 272-C							
	N. POLI	3	32	2	10				
	I <sub>n</sub>	A	32	A	10				
	I <sub>n</sub> (o curva)	A, FdI	10	100	4,5				
FUSIBILE	CALIBRO								
	TIPO								
CONTATTI	TIPO								
	I <sub>n</sub>								
RELE' TERMO	TARATURA								
	TIPO CAVO	FOTON 0,6/1 kV		NOV-K					
	FORMAZIONE	30x6		2x(1x1,5)+10x1,5					
	LUNGHEZZA	m		1					
LINEA DI POTENZA	TIPO								
	C.d.T. o I <sub>n</sub>	% C.d.T. o I <sub>n</sub>	A	2,99	0,033	14,5		7,04	1,67
	Z <sub>0</sub>	mΩ	25	738,8	180,3			1141,6	
	I <sub>0</sub> trifase/trifase o I <sub>0</sub> fase/fase	kA	0,33		1,27			0,21	
ALIMENTAZIONE IMPERTESSA									
DATA									
DESCRIZIONE									
VISTO									
MODIFICA									
DATA									
FIRMA									
APPR.									
SOSTI. E.									
SOSTI. DA:									
ORIGINE:									
QUADRO APPARTAMENTO TIPO									
PROGETTO IMPIANTO ELETTRICO									
GEAPP									
QE.DWG									
FOGLIO 1 DI 2									
SEGNALE									



