

ANEXO A

CÁLCULOS





Sumario

A.1.- Cálculos.	5
A.1.1.- Cálculo de conductores activos.	5
A.1.2.- Cálculo de conductores de protección.	8
A.1.3.- Cálculo de la puesta a tierra.	9
A.1.4.- Cálculo de tubos o conductos.	9
A.1.5.- Cálculos explícitos.	10
A.1.6.- Previsión de cargas.	11
A.1.7.- Caja general de protección.	13
A.1.8.- Línea repartidora.	14
A.1.9.- Derivaciones individuales.	16
A.1.10.- Instalaciones interiores.	26
A.1.11.- Derivación servicios comunitarios.	61
A.1.12.- Puesta a tierra.	80





A.1. Cálculos

A continuación se muestra las diferentes fórmulas para llevar a cabo el completo y correcto dimensionado de la instalación eléctrica del edificio de viviendas.

A.1.1. Cálculo de conductores activos

Los conductores activos, fase y neutro o tres fases y neutro en suministros trifásicos tendrán la misma sección que se dimensiona de forma que cumpla con las condiciones siguientes :

- Intensidad máxima admisible
- Caída de tensión
- Mínimos del reglamento.

Los colores de los conductores activos serán :

- Fases *Negro, Marrón o Gris*
- Neutro *Azul*

➤ Cálculo a intensidad máxima

A partir de la potencia que alimenta la línea encontramos la intensidad que soportará

$$\text{Líneas monofásicas: } I = \frac{P}{U \cdot \cos \varphi}$$

$$\text{Líneas trifásicas: } I = \frac{P}{\sqrt{3} \cdot U \cdot \cos \varphi}$$



Siendo:

P = Potencia del suministro (W).

U = Tensión de servicio (V).

Cos φ = factor de potencia (suele realizarse estimaciones del orden del 0,85 en instalaciones normales o 1 si es resistencia pura).

Con la intensidad entramos en la tabla correspondiente a la instrucción ITC-BT-07 o ITC-BT-19 y encontramos la sección de cable que la admite la circulación de corriente calculada, no haciendo caso omiso de los factores correctores en los casos correspondientes.

➤ Cálculo a caída de tensión

La caída de tensión que se produce en cada línea debe ser controlada para evitar que a los aparatos receptores les llegue una tensión demasiado baja para su funcionamiento normal.

Para calcular la caída de tensión en líneas se utilizarán las siguientes fórmulas:

$$\text{Líneas monofásicas: } S = \frac{2 \cdot P \cdot L}{\gamma \cdot e \cdot U}$$

$$\text{Líneas trifásicas: } S = \frac{P \cdot L}{\gamma \cdot e \cdot U}$$

Siendo:

S = Sección teórica (mm²).

P = Potencia del suministro (W).

L = Longitud de la línea (m).

γ = Conductividad (56 para el cobre y 35 para el aluminio).

e = Caída de tensión admisible.

U = Tensión de servicio (V).



Máximas caídas de tensión admisibles :

Acometida : no se considera, debido a que las compañías suministradoras están obligadas a mantener en un margen la tensión que llega al cuadro general.

Línea Repartidora: 0.5 % en caso de centralización de contadores en planta baja.
 1 % en caso de centralizaciones en varias plantas.

Derivación individual:

 1 % en caso de centralización de contadores en planta baja.
 0.5 % en caso de centralizaciones en varias plantas

Circuitos interiores : 1.5 % considerando la carga de cálculo.

Caídas de tensión de carácter general: La sección de los conductores a utilizar se determinará de forma que la caída de tensión entre el origen de la instalación cualquier punto de utilización, sea inferior al 3% de la tensión nominal al origen de la instalación, para alumbrado, y el 5% para los otros usos.

Cálculo de la longitud máxima del cable respetando la caída de tensión permitida y utilizando la sección del cable elegido.

Líneas monofásicas:
$$L_{\max} = \frac{S \cdot \gamma \cdot e \cdot U}{2 \cdot P}$$

Líneas trifásicas:
$$L_{\max} = \frac{S \cdot \gamma \cdot e \cdot U}{P}$$

La elección de secciones de los distintos cables activos seguirán las instrucciones del Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión, concretamente Tabla 5 ITC-BT-07 y Tabla I ITC-BT-19.



A.1.2. Cálculo de conductores de protección

Los conductores de protección serán de cobre y su sección dependerá de los conductores activos. La elección de dicho conductor se efectuará mediante la siguiente tabla (tabla II, ITC-BT-19):

Secciones de los conductores de fase o polares de la instalación (mm ²)	Secciones mínimas de los conductores de protección (mm ²)
$S \leq 16$	S (*)
$16 < S \leq 35$	16
$S > 35$	S/2

Tabla A.1.2.1. Tabla secciones de conductores de tierra

(*) Con un mínimo de:

2.5 mm² si los conductores de protección no forman parte de la canalización de alimentación y tienen una protección mecánica;

4 mm² si los conductores de protección no forman parte de la canalización y no tienen una protección mecánica.

El conductor de protección será *amarillo y verde*.



A.1.3. Cálculo de la puesta a tierra

El electrodo se dimensionará de forma que su resistencia de tierra, en cualquier circunstancia previsible, no sea superior al valor especificado a continuación.

Como se utilizará electrodos con forma de pica vertical se utilizará la fórmula que se muestra a continuación:

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

donde:

- R es la resistencia de tierra (Ω).
- ρ es la resistividad del terreno (Ωm).
- L es la longitud de la pica o del conductor (m).

A.1.4. Cálculo de tubos o conductos

Los diámetros de los tubos se encuentran en la tabla A.1.4.1 correspondiente considerando el número total de conductores que irán en el tubo incluyendo fases, neutro y protección. Esta tabla es la perteneciente a la instrucción ITC-BT-21.

En líneas repartidoras el tubo debe ser capaz de admitir conductores para el doble de potencia (en previsión de una ampliación futura). Lo normal es duplicar el tubo que resulte del cálculo dejándolo vacío.

En derivaciones individuales el tubo debe admitir un 50 % mas de potencia. Se aumenta en un 50 % el número de conductores o la sección de los conductores.



La tabla nombrada anteriormente para el cálculo de los tubos protectores es la que se muestra a continuación.

Sección nominal de los conductores unipolares (mm ²)	Diámetro exterior de los tubos (mm)				
	Número de conductores				
	1	2	3	4	5
1,5	12	12	16	16	16
2,5	12	12	16	16	20
4	12	16	20	20	20
6	12	16	20	20	25
10	16	20	25	32	32
16	16	25	32	32	32
25	20	32	32	40	40
35	25	32	40	40	50
50	25	40	50	50	50
70	32	40	50	63	63
95	32	50	63	63	75
120	40	50	63	75	75
150	40	63	75	75	—
185	50	63	75	—	—
240	50	75	—	—	—

Tabla A.1.4.1. Tabla secciones de los tubos o conductos

A.1.5. Cálculos explícitos

Para realizar los cálculos pertinentes para la instalación eléctrica es preciso previamente llevar a cabo una previsión de cargas a las cuales tendremos que suministrar de manera adecuada fluido energético eléctrico. Dicha previsión de cargas se puede agrupar en dos conjuntos, los cuales serán la potencia contratada por cada vivienda teniendo en cuenta el grado de electrificación de cada una de ellas, por otro lado también tenemos que suministrar energía eléctrica a los servicios comunitarios.

Estos dos tipos de consumos son los que imperan a la hora de realizar los cálculos de las secciones de los cables. Éstas secciones serán calculadas respetando las caídas de tensiones máximas establecidas por el Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión para cada tramo de la



instalación debido al cable establecido. Las secciones también serán sometidas al cálculo de densidad de corriente, ya que estas tienen valores máximos para cada tipo de cable con lo que también es un criterio de elección del cableado.

A.1.6. Previsión de cargas

Seguidamente se determinarán las causas y medidas tomadas para el correcto dimensionado de la instalación eléctrica.

➤ **Potencia perteneciente a viviendas**

El edificio analizado consta de 8 viviendas las cuales no todas son de la misma superficie pero se quiere acondicionar todos los habitáculos para que éstas tengan un confort óptimo el cual viene detallado en la memoria. Debido a esto se opta por establecer una potencia a contratar por vivienda de 6,6 kW. La previsión de carga referida a las viviendas se hará de la siguiente manera:

$$8 \text{ viviendas} \rightarrow 8 \cdot 6,6\text{kW} = 52,8\text{kW}$$

Par edificios cuya instalación está prevista para la aplicación de la tarificación nocturna, la simultaneidad será 1. (ITC-BT-010 punto 3.1).

Finalmente la potencia estimada consumida por las viviendas será de 52,8 kW.

➤ **Potencia perteneciente a los servicios comunitarios**

A continuación se muestran los diferentes tipos de consumos para los servicios comunitarios.

Alumbrado portal y rellanos. → 450 W	}	P = 1650 W
Alumbrado escalera. → 400 W		
Alumbrado emergencia. → 200 W		
Toma de corriente (en contadores) → 1000 W		
Antena TV. → 300 W		
Vídeo portero automático. → 300 W		



$$\begin{array}{l}
 \text{Ascensor.} \rightarrow 4500 \text{ W} \\
 \text{Alumbrado cuarto de máquinas.} \rightarrow 200 \text{ W} \\
 \text{Toma de corriente (cuarto máquinas).} \rightarrow 1000 \text{ W}
 \end{array}
 \left. \vphantom{\begin{array}{l} \\ \\ \end{array}} \right\} P = 5700 \text{ W}$$

Se clasifica en dos bloques el consumo ya que serán destinadas dichas potencias a diferentes fines como es el de los servicios comunes de alumbrados y el correspondiente a los servicios del cuarto de máquinas.

En el primer bloque de consumos generales se ha optado por sumar las potencias unitarias de tal manera que el coeficiente de simultaneidad es bastante elevado ya que será común el uso simultáneo porque que los elementos a los que está destinado este bloque funcionan frecuentemente al mismo tiempo, únicamente no se ha optado por no tener en cuenta la potencia de la toma de corriente situada en la planta baja, concretamente en el habitáculo de la centralización de los contadores ya que normalmente no será utilizado. La potencia referida al alumbrado de las

zonas comunes seguirá orientativamente la siguiente indicación: $15 \frac{\text{W}}{\text{m}^2}$ para incandescencia y $4 \frac{\text{W}}{\text{m}^2}$ para fluorescencia.

Para la alimentación de los componentes del cuarto de máquinas hay que tener en cuenta la normativa ITC-BT-47 por lo que respecta al consumo del motor del ascensor, esta norma implica realizar los siguientes cálculos:

$$P = \sqrt{3} \cdot I \cdot V \cdot \cos \varphi$$

$$4500 \text{ W} = \sqrt{3} \cdot I \cdot 400 \text{ V} \cdot 0,8 \quad \rightarrow \quad I = 8,12 \text{ A}$$

La potencia que hay que tener en cuenta será la que resulta de suministrar estos 8,12 A, por lo tanto quedará de la siguiente manera:

$$I' = 8,12 \text{ A} \cdot 1,25 = 10,15 \text{ A} \quad \rightarrow \quad P' = \sqrt{3} \cdot 10,15 \text{ A} \cdot 400 \text{ V} \cdot 0,8 = 5625,7 \text{ W}$$



Los conductores de conexión que alimentan el motor del ascensor tienen que estar dimensionados para una intensidad no inferior al 125 por ciento de la intensidad a plena carga del motor en cuestión, de aquí el coeficiente 1,25 para cumplir con la normativa ITC-BT-47.

Se ha considerado que debido al efecto inductivo propio del motor para el correcto cálculo de la potencia se toma un factor de potencia de 0,8.

Se ha optado por calcular una potencia de 4,5 kW para el ascensor ya que el edificio es de 5 plantas con lo que únicamente el ascensor tendrá que realizar 4 paradas a lo sumo y estimando la habitabilidad total del edificio la velocidad y capacidad del ascensor corresponderá a estar sometido a tracción por un motor de 4500 W, el cual soportará una carga de 500 Kg. con un habitáculo para 5 personas y desarrollando una velocidad de 0,63 m/s.

Finalmente como el alumbrado y la toma de corriente del cuadro de máquinas no será de uso común se opta por considerar en el bloque de consumos para el cuarto de máquinas una potencia de 5700 W.

Finalmente el consumo de los servicios comunitarios será la suma de las potencias analizadas con anterioridad.

$$1650W + 5700W = 7350W$$

La potencia total de los servicios comunitarios es de 7350 W.

➤ Potencia total para el edificio

La previsión de cargas total será la potencia de consumo por parte del conjunto de viviendas y la correspondiente a los servicios comunitarios.

$$P = 52,8kW + 7,35kW = 60,15kW$$

Una vez calculada la potencia total se puede empezar el cálculo de secciones de los cables para los diferentes tramos, los cuales se realizan a continuación.



A.1.7. Caja general de protección

La corriente que circulará por la acometida cuando la potencia sea la máxima estimada será:

$$I = \frac{P}{\sqrt{3} \cdot U \cdot \cos\varphi} = \frac{60150W}{\sqrt{3} \cdot 400V \cdot 0,85} = 96,46A$$

Por la Caja General de Protección circularán 96,46 A por lo tanto tendremos que colocar unos fusibles de 100 A para preservar la instalación debido a aumentos de corrientes.

A.1.8. Línea general de alimentación

La elección del cable que va desde la Caja General de Protección hasta la centralización de los contadores se realizará mediante el cumplimiento tanto de la caída máxima de tensión admisible como por la densidad máxima de corriente del conductor.

Mediante el cálculo por caída máxima admisible en el cable:

$$S = \frac{P \cdot L}{\gamma \cdot e \cdot U} = \frac{60150W \cdot 4m}{56 \cdot 0,005 \cdot 400 \cdot 400V} = 5,37mm^2$$

Como los contadores se encuentran totalmente centralizados se admitirá un 0,5% de la caída de tensión. ITC-BT-14.

El cable inmediatamente superior a 5,37mm² es el de 6mm². Por lo tanto la elección del cable según este criterio será de 4 unipolares de 6mm² de cobre (Tabla V, ITC-BT-07).

Mediante el cálculo de densidad de corriente en el cable:

$$I = \frac{P}{\sqrt{3} \cdot U \cdot \cos\varphi} = \frac{60150W}{\sqrt{3} \cdot 400V \cdot 0,9} = 96,46A$$



$$I_{\text{conductor}} = \frac{96,46\text{A}}{0,75} = 128,61\text{A}$$

El coeficiente 0,75 es un factor de corrección ya que el cable utilizado son 4 unipolares enterrados en la misma zanja y esto hace que la intensidad del cable se vea disminuido hasta el 75%.

El cable que soporta estos 128,61 A son 4 unipolares de 25mm² de cobre con aislamiento de PVC. (Tabla V. ITC-BT-07).

Como el cable calculado mediante la densidad de corriente es superior a la sección calculada mediante caída de tensión si se escoge el que hemos obtenido por densidad de corriente implícitamente se cumple la caída máxima permitida de tensión. Por lo tanto se escogerá el cable obtenido mediante densidad de corriente.

Los tubos destinados a contener los conductores de la línea repartidora tendrán que tener un diámetro nominal que permita ampliar la sección de los conductores inicialmente instalados en un 100 por 100 (ITC-BT-14).

Para la elección del tubo protector se utilizara la norma ITC-BT-21.

Elección del cable: 4 cables unipolares de 25mm² de cobre bajo tubo de 40 mm de diámetro de policloruro de vinilo (PVC).

El cable escogido soporta una circulación de corriente de $0,75 \cdot 140\text{A} = 105\text{A}$, por lo tanto el cable soportará una potencia máxima de 65471 W.

$$P = \sqrt{3} \cdot 400\text{V} \cdot 105\text{A} \cdot 0,9 = 65471\text{W}$$

Para calcular la longitud máxima a la que puede colocarse la carga sin sobrepasar la caída máxima permitida se hará de la siguiente manera:

$$L_{\text{max}} = \frac{S \cdot \gamma \cdot e \cdot U}{P} = \frac{25\text{mm}^2 \cdot 56 \cdot 0,005 \cdot 400 \cdot 400\text{V}}{60150\text{W}} = 18,62\text{m}$$

La caída de tensión que se obtiene debido a la elección del cable finalmente será:



$$e = \frac{P \cdot L}{\gamma \cdot S \cdot U} = \frac{60150\text{W} \cdot 4\text{m}}{56 \cdot 25\text{mm}^2 \cdot 400\text{V}} = 0,43\text{V}$$

$$e = e(\%) \cdot V \Rightarrow e(\%) = \frac{e}{V} = \frac{0,43}{400} = 1,07 \cdot 10^{-3} = 0,1\%$$

A.1.9. Derivaciones Individuales

Para el cálculo de las derivaciones individuales hay que realizarlas individualmente ya que las longitudes de cada derivación individual es diferente para cada vivienda. Se procederá a continuación a efectuar los cálculos de los siguientes habitáculos:

➤ Planta Baja

Para calcular la sección de cable desde la centralización de los contadores hasta los dispositivos privados de accionamiento y control de cada vivienda se hará de la manera que se muestra a continuación.

Mediante caída de tensión:

$$S = \frac{2 \cdot P \cdot L}{\gamma \cdot e \cdot U} = \frac{2 \cdot 6600\text{W} \cdot 12\text{m}}{56 \cdot 0,01 \cdot 230 \cdot 230\text{V}} = 5,34\text{mm}^2$$

Debido a la centralización de los contadores se opta por una caída máxima de tensión del 1% en este tramo (ITC-BT-15).

El cable inmediatamente superior a 5,34mm² es el de 6mm². Por lo tanto la elección del cable según este criterio será de 3 unipolares de 6mm² de cobre (Tabla I, ITC-BT-19).

Mediante el cálculo de densidad de corriente en el cable:

$$I = \frac{P}{U \cdot \cos\phi} = \frac{6600\text{W}}{230\text{V} \cdot 0,9} = 31,88\text{A}$$



El cable que soporta estos 31,88 A son 3 unipolares de 10mm². (Table I. ITC-BT-19).

Como el cable calculado mediante la densidad de corriente es superior a la sección calculada mediante caída de tensión si se escoge el que hemos obtenido por densidad de corriente implícitamente se cumple la caída máxima permitida de tensión. Por lo tanto se escogerá el cable obtenido mediante densidad de corriente.

Los tubos destinados a contener los conductores de la derivación individual tendrán que tener un diámetro nominal que permita ampliar la sección de los conductores inicialmente instalados en un 50 por 100 (ITC-BT-15).

Para la elección del tubo protector se utilizara la norma ITC-BT-21.

Elección del cable: 3 cables unipolares de 10mm² de cobre aislados con policloruro de vinilo (PVC) bajo tubo de 25 mm de diámetro.

El cable escogido soporta una circulación de corriente de 37 A, por lo tanto el cable soportará una potencia máxima de 7659 W.

$$P = 37A \cdot 230V \cdot 0,9 = 7659W$$

Para calcular la longitud máxima a la que puede colocarse la carga sin sobrepasar la caída máxima permitida se hará de la siguiente manera:

$$L_{\max} = \frac{S \cdot \gamma \cdot e \cdot U}{2 \cdot P} = \frac{10\text{mm}^2 \cdot 56 \cdot 0,01 \cdot 230 \cdot 230V}{2 \cdot 6600W} = 22,44\text{m}$$

La caída de tensión que se obtiene debido a la elección del cable finalmente será:

$$e = \frac{2 \cdot P \cdot L}{\gamma \cdot S \cdot U} = \frac{2 \cdot 6600W \cdot 12\text{m}}{56 \cdot 10\text{mm}^2 \cdot 230V} = 1,23V$$

$$e = e(\%) \cdot V \Rightarrow e(\%) = \frac{e}{V} = \frac{1,23}{230} = 5,35 \cdot 10^{-3} = 0,53\%$$



➤ Primera planta

Para calcular la sección de cable desde la centralización de los contadores hasta los dispositivos privados de accionamiento y control de cada vivienda se hará de la manera que se muestra a continuación.

Mediante caída de tensión:

$$S = \frac{2 \cdot P \cdot L}{\gamma \cdot e \cdot U} = \frac{2 \cdot 6600W \cdot 18m}{56 \cdot 0,01 \cdot 230 \cdot 230V} = 8,02mm^2$$

Debido a la centralización de los contadores se opta por una caída máxima de tensión del 1% en este tramo (ITC-BT-15).

El cable inmediatamente superior a 8,78mm² es el de 10 mm². Por lo tanto la elección del cable según este criterio será de 3 unipolares de 10 mm² de cobre (Tabla I, ITC-BT-19).

Mediante el cálculo de densidad de corriente en el cable:

$$I = \frac{P}{U \cdot \cos \phi} = \frac{6600W}{230V \cdot 0,9} = 31,88A$$

El cable que soporta estos 31,88 A son 3 unipolares de 10mm². (Table I. ITC-BT-19).

Como el cable calculado mediante caída máxima de tensión y densidad de corriente resulta de la misma sección no habrá lugar a dudas que tipo de sección hay que escoger para el caso de la actual alimentación.

Los tubos destinados a contener los conductores de la derivación individual tendrán que tener un diámetro nominal que permita ampliar la sección de los conductores inicialmente instalados en un 50 por 100 (ITC-BT-15).

Para la elección del tubo protector se utilizara la norma ITC-BT-21.



Elección del cable: 3 cables unipolares de 10mm² de cobre aislados con policloruro de vinilo (PVC) bajo tubo de 25 mm de diámetro.

El cable escogido soporta una circulación de corriente de 37 A, por lo tanto el cable soportará una potencia máxima de 7659 W.

$$P = 37A \cdot 230V \cdot 0,9 = 7659W$$

Para calcular la longitud máxima a la que puede colocarse la carga sin sobrepasar la caída máxima permitida se hará de la siguiente manera:

$$L_{\max} = \frac{S \cdot \gamma \cdot e \cdot U}{2 \cdot P} = \frac{10\text{mm}^2 \cdot 56 \cdot 0,01 \cdot 230 \cdot 230V}{2 \cdot 6600W} = 22,44\text{m}$$

La caída de tensión que se obtiene debido a la elección del cable finalmente será:

$$e = \frac{2 \cdot P \cdot L}{\gamma \cdot S \cdot U} = \frac{2 \cdot 6600W \cdot 18\text{m}}{56 \cdot 10\text{mm}^2 \cdot 230V} = 1,84V$$

$$e = e(\%) \cdot V \Rightarrow e(\%) = \frac{e}{V} = \frac{1,84}{230} = 8,02 \cdot 10^{-3} = 0,8\%$$



➤ Segunda planta

Para calcular la sección de cable desde la centralización de los contadores hasta los dispositivos privados de accionamiento y control de cada vivienda se hará de la manera que se muestra a continuación.

Mediante caída de tensión:

$$S = \frac{2 \cdot P \cdot L}{\gamma \cdot e \cdot U} = \frac{2 \cdot 6600W \cdot 20m}{56 \cdot 0,01 \cdot 230 \cdot 230V} = 8,91mm^2$$

Debido a la centralización de los contadores se opta por una caída máxima de tensión del 1% en este tramo (ITC-BT-15).

El cable inmediatamente superior a $8,91mm^2$ es el de $10 mm^2$. Por lo tanto la elección del cable según este criterio será de 3 unipolares de $10 mm^2$ de cobre (Tabla I, ITC-BT-19).

Mediante el cálculo de densidad de corriente en el cable:

$$I = \frac{P}{U \cdot \cos \phi} = \frac{6600W}{230V \cdot 0,9} = 31,88A$$

El cable que soporta estos 31,88 A son 3 unipolares de $10mm^2$. (Table I. ITC-BT-19).

Como el cable calculado mediante caída máxima de tensión y densidad de corriente resulta de la misma sección no habrá lugar a dudas que tipo de sección hay que escoger para el caso de la actual alimentación.

Los tubos destinados a contener los conductores de la derivación individual tendrán que tener un diámetro nominal que permita ampliar la sección de los conductores inicialmente instalados en un 50 por 100 (ITC-BT-15).

Para la elección del tubo protector se utilizara la norma ITC-BT-21.



Elección del cable: 3 cables unipolares de 10mm² de cobre aislados con policloruro de vinilo (PVC) bajo tubo de 25 mm de diámetro.

El cable escogido soporta una circulación de corriente de 37 A, por lo tanto el cable soportará una potencia máxima de 7659 W.

$$P = 37A \cdot 230V \cdot 0,9 = 7659W$$

Para calcular la longitud máxima a la que puede colocarse la carga sin sobrepasar la caída máxima permitida se hará de la siguiente manera:

$$L_{\max} = \frac{S \cdot \gamma \cdot e \cdot U}{2 \cdot P} = \frac{10\text{mm}^2 \cdot 56 \cdot 0,01 \cdot 230 \cdot 230V}{2 \cdot 6600W} = 22,44\text{m}$$

La caída de tensión que se obtiene debido a la elección del cable finalmente será:

$$e = \frac{2 \cdot P \cdot L}{\gamma \cdot S \cdot U} = \frac{2 \cdot 6600W \cdot 20\text{m}}{56 \cdot 10\text{mm}^2 \cdot 230V} = 2,05V$$

$$e = e(\%) \cdot V \Rightarrow e(\%) = \frac{e}{V} = \frac{2,05}{230} = 8,91 \cdot 10^{-3} = 0,89\%$$



➤ Tercera planta

Para calcular la sección de cable desde la centralización de los contadores hasta los dispositivos privados de accionamiento y control de cada vivienda se hará de la manera que se muestra a continuación.

Mediante caída de tensión:

$$S = \frac{2 \cdot P \cdot L}{\gamma \cdot e \cdot U} = \frac{2 \cdot 6600W \cdot 24m}{56 \cdot 0,01 \cdot 230 \cdot 230V} = 10,69mm^2$$

Debido a la centralización de los contadores se opta por una caída máxima de tensión del 1% en este tramo (ITC-BT-15).

El cable inmediatamente superior a 10,69mm² es el de 16 mm². Por lo tanto la elección del cable según este criterio será de 3 unipolares de 16 mm² de cobre (Tabla I, ITC-BT-ITC-BT-19).

Mediante el cálculo de densidad de corriente en el cable:

$$I = \frac{P}{U \cdot \cos\phi} = \frac{6600W}{230V \cdot 0,9} = 31,88A$$

El cable que soporta estos 31,88 A son 3 unipolares de 10mm². (Table I. ITC-BT-19).

Como el cable calculado mediante la densidad de corriente es inferior a la sección calculada mediante caída de tensión si se escoge el que hemos obtenido por caída de tensión implícitamente se cumple la densidad de corriente soportada por el cable. Por lo tanto se escogerá el cable obtenido mediante caída de tensión.

Los tubos destinados a contener los conductores de la derivación individual tendrán que tener un diámetro nominal que permita ampliar la sección de los conductores inicialmente instalados en un 50 por 100 (ITC-BT-15).



Para la elección del tubo protector se utilizara la norma ITC-BT-21.

Elección del cable: 3 cables unipolares de 16mm² de cobre aislados con policloruro de vinilo (PVC) bajo tubo de 32 mm de diámetro.

El cable escogido soporta una circulación de corriente de 49 A, por lo tanto el cable soportará una potencia máxima de 10143 W.

$$P = 49A \cdot 230V \cdot 0,9 = 10143W$$

Para calcular la longitud máxima a la que puede colocarse la carga sin sobrepasar la caída máxima permitida se hará de la siguiente manera:

$$L_{\max} = \frac{S \cdot \gamma \cdot e \cdot U}{2 \cdot P} = \frac{16\text{mm}^2 \cdot 56 \cdot 0,01 \cdot 230 \cdot 230V}{2 \cdot 6600W} = 35,9\text{m}$$

La caída de tensión que se obtiene debido a la elección del cable finalmente será:

$$e = \frac{2 \cdot P \cdot L}{\gamma \cdot S \cdot U} = \frac{2 \cdot 6600W \cdot 24\text{m}}{56 \cdot 16\text{mm}^2 \cdot 230V} = 1,54V$$

$$e = e(\%) \cdot V \Rightarrow e(\%) = \frac{e}{V} = \frac{1,54}{230} = 6,68 \cdot 10^{-3} = 0,66\%$$



➤ Cuarta planta

Para calcular la sección de cable desde la centralización de los contadores hasta los dispositivos privados de accionamiento y control de cada vivienda se hará de la manera que se muestra a continuación.

Mediante caída de tensión:

$$S = \frac{2 \cdot P \cdot L}{\gamma \cdot e \cdot U} = \frac{2 \cdot 6600W \cdot 26m}{56 \cdot 0,01 \cdot 230 \cdot 230V} = 11,58\text{mm}^2$$

Debido a la centralización de los contadores se opta por una caída máxima de tensión del 1% en este tramo (ITC-BT-15).

El cable inmediatamente superior a 11,58mm² es el de 16 mm². Por lo tanto la elección del cable según este criterio será de 3 unipolares de 16 mm² de cobre (Tabla I, ITC-BT-19).

Mediante el cálculo de densidad de corriente en el cable:

$$I = \frac{P}{U \cdot \cos\phi} = \frac{6600W}{230V \cdot 0,9} = 31,88A$$

El cable que soporta estos 31,88 A son 3 unipolares de 10mm². (Table I. ITC-BT-19).

Como el cable calculado mediante la densidad de corriente es inferior a la sección calculada mediante caída de tensión si se escoge el que hemos obtenido por caída de tensión implícitamente se cumple la densidad de corriente soportada por el cable. Por lo tanto se escogerá el cable obtenido mediante caída de tensión.

Los tubos destinados a contener los conductores de la derivación individual tendrán que tener un diámetro nominal que permita ampliar la sección de los conductores inicialmente instalados en un 50 por 100 (ITC-BT-15).



Para la elección del tubo protector se utilizara la norma ITC-BT-21.

Elección del cable: 3 cables unipolares de 16mm² de cobre aislados con policloruro de vinilo (PVC) bajo tubo de 32 mm de diámetro.

El cable escogido soporta una circulación de corriente de 49 A, por lo tanto el cable soportará una potencia máxima de 10143 W.

$$P = 49A \cdot 230V \cdot 0,9 = 10143W$$

Para calcular la longitud máxima a la que puede colocarse la carga sin sobrepasar la caída máxima permitida se hará de la siguiente manera:

$$L_{\max} = \frac{S \cdot \gamma \cdot e \cdot U}{2 \cdot P} = \frac{16\text{mm}^2 \cdot 56 \cdot 0,01 \cdot 230 \cdot 230V}{2 \cdot 6600W} = 35,9\text{m}$$

La caída de tensión que se obtiene debido a la elección del cable finalmente será:

$$e = \frac{2 \cdot P \cdot L}{\gamma \cdot S \cdot U} = \frac{2 \cdot 6600W \cdot 26\text{m}}{56 \cdot 16\text{mm}^2 \cdot 230V} = 1,66V$$

$$e = e(\%) \cdot V \Rightarrow e(\%) = \frac{e}{V} = \frac{1,66}{230} = 7,24 \cdot 10^{-3} = 0,72\%$$



A.1.10. Instalaciones interiores

Para el cálculo de las instalaciones interiores de cada una de las viviendas se calculará considerando las diferentes distribuciones de las diferentes plantas, así quedará agrupadas las viviendas de la siguiente manera:

Planta baja.

Planta primera, segunda y tercera.

Planta cuarta.

Debido a que las viviendas son de grado de electrificación medio se realizarán cuatro líneas para el suministro de energía propio para el correcto confort de cada habitáculo. Se suministrará una quinta línea para el suministro domótico.

Una vez efectuada la diferenciación de las diferentes configuraciones de las viviendas se procederá como se muestra a continuación, al cálculo de dichas instalaciones interiores

➤ Planta Baja

La distribución de líneas en la planta baja será la siguiente:

Línea 1: Puntos fijos de luz y las tomas de corriente para alumbrado (800 W).

Línea 2: Máquinas de limpiar, calentador de agua y secadora (4400W).

Línea 3: Cocina (4400 W).

Línea 4: Tomas de corriente destinadas otras aplicaciones (4400W).

Línea 5: Domótica (200 W).

Los cálculos pertinentes para el dimensionado de los cables de cada una de las líneas mostradas anteriormente se efectuarán de la siguiente manera:



Línea 1: Puntos fijos de luz y las tomas de corriente para alumbrado (800 W)

Mediante caída de tensión:

$$S = \frac{2 \cdot P \cdot L}{\gamma \cdot e \cdot U} = \frac{2 \cdot 800W \cdot 15m}{56 \cdot 0,015 \cdot 230 \cdot 230V} = 0,54mm^2$$

La caída máxima de tensión en las instalaciones eléctricas interiores será del 1,5% para que el funcionamiento de los aparatos será óptimo. Esta caída máxima de tensión viene reflejada en la instrucción ITC-BT-26.

El cable que permite que la caída de tensión no sea superior al 1,5% mediante la fórmula aplicada anteriormente será 3 unipolares de 0,75mm². (Table I. ITC-BT-19).

Mediante el cálculo de densidad de corriente en el cable:

$$I = \frac{P}{U \cdot \cos \varphi} = \frac{800W}{230V \cdot 1} = 3,48A$$

El cable que soporta estos 3,48 A son 3 unipolares de 0,5 mm². (Table I. ITC-BT-19).

Tanto la sección calculada mediante caída de tensión como densidad de corriente dan secciones de cables no permitidas, esto es, secciones por debajo de 1,5 mm², con lo que la resistencia a la tracción de éstos sería muy baja, por esto se escogerá cables de 1,5 mm².

Los tubos destinados a contener los conductores de la línea destinada a iluminación tendrán que tener un diámetro nominal el cual viene estipulado por la norma ITC-BT-21. Para la elección del tubo se utilizará la instrucción ITC-BT-15.

Elección del cable: 3 cables unipolares de 1,5 mm² de cobre aislados con policloruro de vinilo (PVC) bajo tubo de 16 mm de diámetro de PVC.

El cable escogido soporta una circulación de corriente de 13 A, por lo tanto el cable soportará una potencia máxima de 2990 W.



$$P = 13A \cdot 230V = 2990W$$

Para calcular la longitud máxima a la que puede colocarse la carga sin sobrepasar la caída máxima permitida se hará de la siguiente manera:

$$L_{\max} = \frac{S \cdot \gamma \cdot e \cdot U}{2 \cdot P} = \frac{1,5\text{mm}^2 \cdot 56 \cdot 0,015 \cdot 230 \cdot 230V}{2 \cdot 800W} = 41,65\text{m}$$

La caída de tensión que se obtiene debido a la elección del cable finalmente será:

$$e = \frac{2 \cdot P \cdot L}{\gamma \cdot S \cdot U} = \frac{2 \cdot 800W \cdot 15\text{m}}{56 \cdot 1,5\text{mm}^2 \cdot 230V} = 1,24V$$

$$e = e(\%) \cdot V \Rightarrow e(\%) = \frac{e}{V} = \frac{1,24}{230} = 5,4 \cdot 10^{-3} = 0,54\%$$

Línea 2: Máquinas de limpiar, calentador de agua y secadora (4400W)

Mediante caída de tensión:

$$S = \frac{2 \cdot P \cdot L}{\gamma \cdot e \cdot U} = \frac{2 \cdot 4400W \cdot 10\text{m}}{56 \cdot 0,015 \cdot 230 \cdot 230V} = 1,98\text{mm}^2$$

La caída máxima de tensión en las instalaciones eléctricas interiores será del 1,5% para que el funcionamiento de los aparatos será óptimo. Esta caída máxima de tensión viene reflejada en la instrucción ITC-BT-26.

El cable que permite que la caída de tensión no sea superior al 1,5% mediante la fórmula aplicada anteriormente será 3 unipolares de 2,5mm². (Tabla I. ITC-BT-19).

Mediante el cálculo de densidad de corriente en el cable:



$$I = \frac{P}{U \cdot \cos\varphi} = \frac{4400W}{230V \cdot 1} = 19,13A$$

El cable que soporta estos 19,13 A son 3 unipolares de 4 mm². (Tabla I. ITC-BT-19).

El cable elegido cumple con la normativa ITC-BT-26, la cual establece que la línea que suministra energía a máquinas de limpiar, calentador de agua y secadora tiene que tener una sección de 4 mm².

La sección calculada mediante densidad de corriente es superior a la calculada utilizando la caída de tensión máxima, por lo tanto si se escoge la sección obtenida con densidad de corriente se cumplirá implícitamente la caída máxima de tensión, esto es, 3 unipolares de 4 mm².

Los tubos destinados a contener los conductores de la línea tendrán que tener un diámetro nominal el cual viene estipulado por la norma ITC-BT-21. Para la elección del tubo se utilizará la instrucción ITC-BT-15.

Elección del cable: 3 cables unipolares de 4 mm² de cobre aislados con policloruro de vinilo (PVC) bajo tubo de 20 mm de diámetro de PVC.

El cable escogido soporta una circulación de corriente de 23 A, por lo tanto el cable soportará una potencia máxima de 5290 W.

$$P = 23A \cdot 230V = 5290W$$

Para calcular la longitud máxima a la que puede colocarse la carga sin sobrepasar la caída máxima permitida se hará de la siguiente manera:

$$L_{\max} = \frac{S \cdot \gamma \cdot e \cdot U}{2 \cdot P} = \frac{4\text{mm}^2 \cdot 56 \cdot 0,015 \cdot 230 \cdot 230V}{2 \cdot 4400W} = 20,2\text{m}$$

La caída de tensión que se obtiene debido a la elección del cable finalmente será:

$$e = \frac{2 \cdot P \cdot L}{\gamma \cdot S \cdot U} = \frac{2 \cdot 4400W \cdot 10\text{m}}{56 \cdot 4\text{mm}^2 \cdot 230V} = 1,71V$$



$$e = e(\%) \cdot V \Rightarrow e(\%) = \frac{e}{V} = \frac{1,71}{230} = 7,43 \cdot 10^{-3} = 0,74\%$$

Línea 3: Cocina (4400 W)

Mediante caída de tensión:

$$S = \frac{2 \cdot P \cdot L}{\gamma \cdot e \cdot U} = \frac{2 \cdot 4400W \cdot 9m}{56 \cdot 0,015 \cdot 230 \cdot 230V} = 1,78mm^2$$

La caída máxima de tensión en las instalaciones eléctricas interiores será del 1,5% para que el funcionamiento de los aparatos será óptimo. Esta caída máxima de tensión viene reflejada en la instrucción ITC-BT-26.

El cable que permite que la caída de tensión no sea superior al 1,5% mediante la fórmula aplicada anteriormente será 3 unipolares de 2,5mm². (Tabla I. ITC-BT-19).

Mediante el cálculo de densidad de corriente en el cable:

$$I = \frac{P}{U \cdot \cos\phi} = \frac{4400W}{230V \cdot 1} = 19,13A$$

El cable que soporta estos 19,13 A son 3 unipolares de 4 mm². (Tabla I. ITC-BT-19).

La sección calculada mediante densidad de corriente es superior a la calculada utilizando la caída de tensión máxima, por lo tanto si se escoge la sección obtenida con densidad de corriente se cumplirá implícitamente la caída máxima de tensión, esto es, 3 unipolares de 4 mm².

La norma ITC-BT-26 obliga a que la sección destinada a la cocina sea de 6 mm². Por lo tanto finalmente el cable será 3 unipolares de 6 mm².



Los tubos destinados a contener los conductores de la línea tendrán que tener un diámetro nominal el cual viene estipulado por la norma ITC-BT-21. Para la elección del tubo se utilizará la instrucción ITC-BT-15.

Elección del cable: 3 cables unipolares de 6 mm² de cobre aislados con policloruro de vinilo (PVC) bajo tubo de 20 mm de diámetro de PVC.

El cable escogido soporta una circulación de corriente de 30 A, por lo tanto el cable soportará una potencia máxima de 6900 W.

$$P = 30A \cdot 230V = 6900W$$

Para calcular la longitud máxima a la que puede colocarse la carga sin sobrepasar la caída máxima permitida se hará de la siguiente manera:

$$L_{\max} = \frac{S \cdot \gamma \cdot e \cdot U}{2 \cdot P} = \frac{6\text{mm}^2 \cdot 56 \cdot 0,015 \cdot 230 \cdot 230V}{2 \cdot 4400W} = 30,3\text{m}$$

La caída de tensión que se obtiene debido a la elección del cable finalmente será:

$$e = \frac{2 \cdot P \cdot L}{\gamma \cdot S \cdot U} = \frac{2 \cdot 4400W \cdot 9\text{m}}{56 \cdot 6\text{mm}^2 \cdot 230V} = 1,02V$$

$$e = e(\%) \cdot V \Rightarrow e(\%) = \frac{e}{V} = \frac{1,02}{230} = 4,45 \cdot 10^{-3} = 0,44\%$$



Línea 4: Tomas de corriente destinadas otras aplicaciones (4400W)

Mediante caída de tensión:

$$S = \frac{2 \cdot P \cdot L}{\gamma \cdot e \cdot U} = \frac{2 \cdot 4400W \cdot 18m}{56 \cdot 0,015 \cdot 230 \cdot 230V} = 3,56mm^2$$

La caída máxima de tensión en las instalaciones eléctricas interiores será del 1,5% para que el funcionamiento de los aparatos será óptimo. Esta caída máxima de tensión viene reflejada en la instrucción ITC-BT-26.

El cable que permite que la caída de tensión no sea superior al 1,5% mediante la fórmula aplicada anteriormente será 3 unipolares de 4mm². (Tabla I. ITC-BT-19).

Mediante el cálculo de densidad de corriente en el cable:

$$I = \frac{P}{U \cdot \cos\phi} = \frac{4400W}{230V \cdot 1} = 19,13A$$

El cable que soporta estos 19,13 A son 3 unipolares de 4 mm². (Tabla I. ITC-BT-19).

La sección calculada mediante caída máxima de tensión es igual a la calculada utilizando densidad de corriente máxima, por lo tanto si se escoge un cable de sección 4mm².

Los tubos destinados a contener los conductores de la línea tendrán que tener un diámetro nominal el cual viene estipulado por la norma ITC-BT-21. Para la elección del tubo se utilizará la instrucción ITC-BT-15.

Elección del cable: 3 cables unipolares de 4 mm² de cobre aislados con policloruro de vinilo (PVC) bajo tubo de 20 mm de diámetro de PVC.

El cable escogido soporta una circulación de corriente de 23 A, por lo tanto el cable soportará una potencia máxima de 4400 W.



$$P = 23A \cdot 230V = 5290W$$

Para calcular la longitud máxima a la que puede colocarse la carga sin sobrepasar la caída máxima permitida se hará de la siguiente manera:

$$L_{\max} = \frac{S \cdot \gamma \cdot e \cdot U}{2 \cdot P} = \frac{4\text{mm}^2 \cdot 56 \cdot 0,015 \cdot 230 \cdot 230V}{2 \cdot 4400W} = 20,2\text{m}$$

La caída de tensión que se obtiene debido a la elección del cable finalmente será:

$$e = \frac{2 \cdot P \cdot L}{\gamma \cdot S \cdot U} = \frac{2 \cdot 4400W \cdot 18\text{m}}{56 \cdot 4\text{mm}^2 \cdot 230V} = 3,07V$$

$$e = e(\%) \cdot V \Rightarrow e(\%) = \frac{e}{V} = \frac{3,07}{230} = 0,0133 = 1,33\%$$

Línea 5: Domótica (200 W)

Mediante caída de tensión:

$$S = \frac{2 \cdot P \cdot L}{\gamma \cdot e \cdot U} = \frac{2 \cdot 200W \cdot 2\text{m}}{56 \cdot 0,015 \cdot 230 \cdot 230V} = 0,018\text{mm}^2$$

La caída máxima de tensión en las instalaciones eléctricas interiores será del 1,5% para que el funcionamiento de los aparatos será óptimo. Esta caída máxima de tensión viene reflejada en la instrucción ITC-BT-26.

El cable que permite que la caída de tensión no sea superior al 1,5% mediante la fórmula aplicada anteriormente será 2 unipolares de 0,5mm². (Tabla I. ITC-BT-19).



Mediante el cálculo de densidad de corriente en el cable:

$$I = \frac{P}{U \cdot \cos \varphi} = \frac{200W}{230V \cdot 1} = 0,87A$$

El cable que soporta estos 0,87 A son 2 unipolares de 0,5 mm². (Tabla I. ITC-BT-19).

Tanto la sección calculada mediante caída de tensión como densidad de corriente dan secciones de cables no permitidas, esto es, secciones por debajo de 1,5 mm², con lo que la resistencia a la tracción de éstos sería muy baja, por esto se escogerá cables de 1,5 mm².

En el caso de la línea para la domotización únicamente hay que alimentar la fuente de alimentación, que a su vez, ésta se comunica con los módulos ambientales descentralizados y repartidos por el habitáculo mediante un bus de comunicación, con lo que la línea calculada sólo hace referencia a la potencia suministrada al módulo de alimentación.

Debido a que el módulo de alimentación yace en el cuadro de mando no es necesario la instalación de tubos protectores. Los tubos protectores del bus de comunicación serán de 16 mm² de PVC ya que la sección máxima de los cables del bus de comunicación (par trenzado) será de 0,75mm². El dimensionado de los tubos protectores viene estipulado por la norma ITC-BT-21.

Elección del cable: 2 cables unipolares de 1,5 mm² de cobre aislados con policloruro de vinilo (PVC) bajo tubo de 16 mm de diámetro de PVC.

El cable escogido para el suministro de potencia de la fuente de alimentación soporta una circulación de corriente de 13 A, por lo tanto el cable soportará una potencia máxima de 2990 W.

$$P = 13A \cdot 230V = 2990W$$

Para calcular la longitud máxima a la que puede colocarse la carga sin sobrepasar la caída máxima permitida se hará de la siguiente manera:



$$L_{\max} = \frac{S \cdot \gamma \cdot e \cdot U}{2 \cdot P} = \frac{1,5\text{mm}^2 \cdot 56 \cdot 0,015 \cdot 230 \cdot 230\text{V}}{2 \cdot 200\text{W}} = 166,63\text{m}$$

La caída de tensión que se obtiene debido a la elección del cable finalmente será:

$$e = \frac{2 \cdot P \cdot L}{\gamma \cdot S \cdot U} = \frac{2 \cdot 200\text{W} \cdot 2\text{m}}{56 \cdot 1,5\text{mm}^2 \cdot 230\text{V}} = 0,04\text{V}$$

$$e = e(\%) \cdot V \Rightarrow e(\%) = \frac{e}{V} = \frac{0,04}{230} = 1,8 \cdot 10^{-3} = 0,018\%$$



➤ Planta primera, segunda y tercera

- Piso Grande

La distribución de líneas en la planta primera, segundo y tercera será la siguiente:

Línea 1: Puntos fijos de luz y las tomas de corriente para alumbrado (800 W).

Línea 2: Máquinas de limpiar, calentador de agua y secadora (4400W).

Línea 3: Cocina (4400 W).

Línea 4: Tomas de corriente destinadas otras aplicaciones (2200 W).

Línea 5: Domótica (200 W).

Los cálculos pertinentes para el dimensionado de los cables de cada una de las líneas mostradas anteriormente se efectuarán a continuación.



Línea 1: Puntos fijos de luz y las tomas de corriente para alumbrado (800 W)

Mediante caída de tensión:

$$S = \frac{2 \cdot P \cdot L}{\gamma \cdot e \cdot U} = \frac{2 \cdot 800W \cdot 15m}{56 \cdot 0,015 \cdot 230 \cdot 230V} = 0,54mm^2$$

La caída máxima de tensión en las instalaciones eléctricas interiores será del 1,5% para que el funcionamiento de los aparatos será óptimo. Esta caída máxima de tensión viene reflejada en la instrucción ITC-BT-26.

El cable que permite que la caída de tensión no sea superior al 1,5% mediante la fórmula aplicada anteriormente será 3 unipolares de 0,75mm². (Table I. ITC-BT-19).

Mediante el cálculo de densidad de corriente en el cable:

$$I = \frac{P}{U \cdot \cos \varphi} = \frac{800W}{230V \cdot 1} = 3,48A$$

El cable que soporta estos 3,48 A son 3 unipolares de 0,5 mm². (Table I. ITC-BT-19).

Tanto la sección calculada mediante caída de tensión como densidad de corriente dan secciones de cables no permitidas, esto es, secciones por debajo de 1,5 mm², con lo que la resistencia a la tracción de éstos sería muy baja, por esto se escogerá cables de 1,5 mm².

Los tubos destinados a contener los conductores de la línea tendrán que tener un diámetro nominal el cual viene estipulado por la norma ITC-BT-21. Para la elección del tubo se utilizará la instrucción ITC-BT-15.

Elección del cable: 3 cables unipolares de 1,5 mm² de cobre aislados con policloruro de vinilo (PVC) bajo tubo de 16 mm de diámetro de PVC.



El cable escogido soporta una circulación de corriente de 13 A, por lo tanto el cable soportará una potencia máxima de 2990 W.

$$P = 13 \text{ A} \cdot 230 \text{ V} = 2990 \text{ W}$$

Para calcular la longitud máxima a la que puede colocarse la carga sin sobrepasar la caída máxima permitida se hará de la siguiente manera:

$$L_{\max} = \frac{S \cdot \gamma \cdot e \cdot U}{2 \cdot P} = \frac{1,5\text{mm}^2 \cdot 56 \cdot 0,015 \cdot 230 \cdot 230\text{V}}{2 \cdot 800\text{W}} = 41,66\text{m}$$

La caída de tensión que se obtiene debido a la elección del cable finalmente será:

$$e = \frac{2 \cdot P \cdot L}{\gamma \cdot S \cdot U} = \frac{2 \cdot 800\text{W} \cdot 15\text{m}}{56 \cdot 1,5\text{mm}^2 \cdot 230\text{V}} = 1,24\text{V}$$

$$e = e(\%) \cdot V \Rightarrow e(\%) = \frac{e}{V} = \frac{1,24}{230} = 5,4 \cdot 10^{-3} = 0,54\%$$

Línea 2: Máquinas de limpiar, calentador de agua y secadora (4400W)

Mediante caída de tensión:

$$S = \frac{2 \cdot P \cdot L}{\gamma \cdot e \cdot U} = \frac{2 \cdot 4400\text{W} \cdot 10\text{m}}{56 \cdot 0,015 \cdot 230 \cdot 230\text{V}} = 1,98\text{mm}^2$$

La caída máxima de tensión en las instalaciones eléctricas interiores será del 1,5% para que el funcionamiento de los aparatos será óptimo. Esta caída máxima de tensión viene reflejada en la instrucción ITC-BT-26.

El cable que permite que la caída de tensión no sea superior al 1,5% mediante la fórmula aplicada anteriormente será 3 unipolares de 2,5mm² de cobre. (Tabla I. ITC-BT-19).



Mediante el cálculo de densidad de corriente en el cable:

$$I = \frac{P}{U \cdot \cos\varphi} = \frac{4400W}{230V \cdot 1} = 19,13A$$

El cable que soporta estos 19,13 A son 3 unipolares de 4 mm² de cobre. (Tabla I. ITC-BT-19).

El cable elegido cumple con la normativa ITC-BT-26, la cual establece que la línea que suministra energía a máquinas de limpiar, calentador de agua y secadora tiene que tener una sección de 4 mm².

La sección calculada mediante densidad de corriente es superior a la calculada utilizando la caída de tensión máxima, por lo tanto si se escoge la sección obtenida con densidad de corriente se cumplirá implícitamente la caída máxima de tensión, esto es, 3 unipolares de 4 mm².

Los tubos destinados a contener los conductores de la línea tendrán que tener un diámetro nominal el cual viene estipulado por la norma ITC-BT-21. Para la elección del tubo se utilizará la instrucción ITC-BT-15.

Elección del cable: 3 cables unipolares de 4 mm² de cobre aislados con policloruro de vinilo (PVC) bajo tubo de 20 mm de diámetro de PVC.

El cable escogido soporta una circulación de corriente de 23 A, por lo tanto el cable soportará una potencia máxima de 5290 W.

$$P = 23A \cdot 230V = 5290W$$

Para calcular la longitud máxima a la que puede colocarse la carga sin sobrepasar la caída máxima permitida se hará de la siguiente manera:

$$L_{\max} = \frac{S \cdot \gamma \cdot e \cdot U}{2 \cdot P} = \frac{4\text{mm}^2 \cdot 56 \cdot 0,015 \cdot 230 \cdot 230V}{2 \cdot 4400W} = 20,2m$$



La caída de tensión que se obtiene debido a la elección del cable finalmente será:

$$e = \frac{2 \cdot P \cdot L}{\gamma \cdot S \cdot U} = \frac{2 \cdot 4400W \cdot 10m}{56 \cdot 4mm^2 \cdot 230V} = 1,71V$$

$$e = e(\%) \cdot V \Rightarrow e(\%) = \frac{e}{V} = \frac{1,71}{230} = 7,43 \cdot 10^{-3} = 0,74\%$$

Línea 3: Cocina (4400 W)

Mediante caída de tensión:

$$S = \frac{2 \cdot P \cdot L}{\gamma \cdot e \cdot U} = \frac{2 \cdot 4400W \cdot 9m}{56 \cdot 0,015 \cdot 230 \cdot 230V} = 1,78mm^2$$

La caída máxima de tensión en las instalaciones eléctricas interiores será del 1,5% para que el funcionamiento de los aparatos será óptimo. Esta caída máxima de tensión viene reflejada en la instrucción ITC-BT-26.

El cable que permite que la caída de tensión no sea superior al 1,5% mediante la fórmula aplicada anteriormente será 3 unipolares de 2,5mm². (Tabla I. ITC-BT-19).

Mediante el cálculo de densidad de corriente en el cable:

$$I = \frac{P}{U \cdot \cos \varphi} = \frac{4400W}{230V \cdot 1} = 19,13A$$

El cable que soporta estos 19,13 A son 3 unipolares de 4 mm². (Tabla I. ITC-BT-19).

La sección calculada mediante densidad de corriente es superior a la calculada utilizando la caída de tensión máxima, por lo tanto si se escoge la sección obtenida con densidad de corriente se cumplirá implícitamente la caída máxima de tensión, esto es, 3 unipolares de 4 mm².

La norma ITC-BT-26 obliga a que la sección destinada a la cocina sea de 6 mm². Por lo tanto finalmente el cable será 3 unipolares de 6 mm².



Los tubos destinados a contener los conductores de la línea tendrán que tener un diámetro nominal el cual viene estipulado por la norma ITC-BT-21. Para la elección del tubo se utilizará la instrucción ITC-BT-15.

Elección del cable: 3 cables unipolares de 6 mm² de cobre aislados con policloruro de vinilo (PVC) bajo tubo de 20 mm de diámetro de PVC.

El cable escogido soporta una circulación de corriente de 30 A, por lo tanto el cable soportará una potencia máxima de 6900 W.

$$P = 30A \cdot 230V = 6900W$$

Para calcular la longitud máxima a la que puede colocarse la carga sin sobrepasar la caída máxima permitida se hará de la siguiente manera:

$$L_{\max} = \frac{S \cdot \gamma \cdot e \cdot U}{2 \cdot P} = \frac{6\text{mm}^2 \cdot 56 \cdot 0,015 \cdot 230 \cdot 230V}{2 \cdot 4400W} = 30,29\text{m}$$

La caída de tensión que se obtiene debido a la elección del cable finalmente será:

$$e = \frac{2 \cdot P \cdot L}{\gamma \cdot S \cdot U} = \frac{2 \cdot 4400W \cdot 9\text{m}}{56 \cdot 6\text{mm}^2 \cdot 230V} = 1,02V$$

$$e = e(\%) \cdot V \Rightarrow e(\%) = \frac{e}{V} = \frac{1,02}{230} = 4,45 \cdot 10^{-3} = 0,44\%$$

Línea 4: Tomas de corriente destinadas otras aplicaciones (4400W)

Mediante caída de tensión:

$$S = \frac{2 \cdot P \cdot L}{\gamma \cdot e \cdot U} = \frac{2 \cdot 4400W \cdot 18\text{m}}{56 \cdot 0,015 \cdot 230 \cdot 230V} = 3,56\text{mm}^2$$



La caída máxima de tensión en las instalaciones eléctricas interiores será del 1,5% para que el funcionamiento de los aparatos será óptimo. Esta caída máxima de tensión viene reflejada en la instrucción ITC-BT-26.

El cable que permite que la caída de tensión no sea superior al 1,5% mediante la fórmula aplicada anteriormente será 3 unipolares de 4mm². (Tabla I. ITC-BT-19).

Mediante el cálculo de densidad de corriente en el cable:

$$I = \frac{P}{U \cdot \cos\phi} = \frac{4400W}{230V \cdot 1} = 19,13A$$

El cable que soporta estos 19,13 A son 3 unipolares de 4 mm². (Tabla I. ITC-BT-19).

La sección calculada mediante caída máxima de tensión es igual a la calculada utilizando densidad de corriente máxima, por lo tanto si se escoge un cable de sección 4mm².

Los tubos destinados a contener los conductores de la línea tendrán que tener un diámetro nominal el cual viene estipulado por la norma ITC-BT-21. Para la elección del tubo se utilizará la instrucción ITC-BT-15.

Elección del cable: 3 cables unipolares de 4 mm² de cobre aislados con policloruro de vinilo (PVC) bajo tubo de 20 mm de diámetro de PVC.

El cable escogido soporta una circulación de corriente de 23 A, por lo tanto el cable soportará una potencia máxima de 5290 W.

$$P = 23A \cdot 230V = 5290W$$

Para calcular la longitud máxima a la que puede colocarse la carga sin sobrepasar la caída máxima permitida se hará de la siguiente manera:

$$L_{max} = \frac{S \cdot \gamma \cdot e \cdot U}{2 \cdot P} = \frac{4mm^2 \cdot 56 \cdot 0,015 \cdot 230 \cdot 230V}{2 \cdot 4400W} = 20,2m$$



La caída de tensión que se obtiene debido a la elección del cable finalmente será:

$$e = \frac{2 \cdot P \cdot L}{\gamma \cdot S \cdot U} = \frac{2 \cdot 4400\text{W} \cdot 18\text{m}}{56 \cdot 4\text{mm}^2 \cdot 230\text{V}} = 3,07\text{V}$$

$$e = e(\%) \cdot V \Rightarrow e(\%) = \frac{e}{V} = \frac{3,07}{230} = 0,013 = 1,33\%$$

Línea 5: Domótica (200 W)

Mediante caída de tensión:

$$S = \frac{2 \cdot P \cdot L}{\gamma \cdot e \cdot U} = \frac{2 \cdot 200\text{W} \cdot 2\text{m}}{56 \cdot 0,015 \cdot 230 \cdot 230\text{V}} = 0,018\text{mm}^2$$

La caída máxima de tensión en las instalaciones eléctricas interiores será del 1,5% para que el funcionamiento de los aparatos será óptimo. Esta caída máxima de tensión viene reflejada en la instrucción ITC-BT-26.

El cable que permite que la caída de tensión no sea superior al 1,5% mediante la fórmula aplicada anteriormente será 2 unipolares de 0,5mm². (Tabla I. ITC-BT-19).

Mediante el cálculo de densidad de corriente en el cable:

$$I = \frac{P}{U \cdot \cos\varphi} = \frac{200\text{W}}{230\text{V} \cdot 1} = 0,87\text{A}$$

El cable que soporta estos 0,87 A son 2 unipolares de 0,5 mm². (Tabla I. ITC-BT-19).

Tanto la sección calculada mediante caída de tensión como densidad de corriente dan secciones de cables no permitidas, esto es, secciones por debajo de 1,5 mm², con lo que la resistencia a la tracción de éstos sería muy baja, por esto se escogerá cables de 1,5 mm².



En el caso de la línea para la domotización únicamente hay que alimentar la fuente de alimentación, que a su vez, ésta se comunica con los módulos ambientales descentralizados y repartidos por el habitáculo mediante un bus de comunicación, con lo que la línea calculada sólo hace referencia a la potencia suministrada al módulo de alimentación.

Debido a que el módulo de alimentación yace en el cuadro de mando no es necesario la instalación de tubos protectores. Los tubos protectores del bus de comunicación serán de 16mm² de PVC ya que la sección máxima de los cables del bus de comunicación (par trenzado) será de 0,75mm². El dimensionado de los tubos protectores viene estipulado por la norma ITC-BT-21.

El cable escogido para el suministro de potencia de la fuente de alimentación soporta una circulación de corriente de 13 A, por lo tanto el cable soportará una potencia máxima de 2990 W.

$$P = 13A \cdot 230V = 2990W$$

Para calcular la longitud máxima a la que puede colocarse la carga sin sobrepasar la caída máxima permitida se hará de la siguiente manera:

$$L_{\max} = \frac{S \cdot \gamma \cdot e \cdot U}{2 \cdot P} = \frac{1,5\text{mm}^2 \cdot 56 \cdot 0,015 \cdot 230 \cdot 230V}{2 \cdot 200W} = 166,63\text{m}$$

La caída de tensión que se obtiene debido a la elección del cable finalmente será:

$$e = \frac{2 \cdot P \cdot L}{\gamma \cdot S \cdot U} = \frac{2 \cdot 200W \cdot 2\text{m}}{56 \cdot 1,5\text{mm}^2 \cdot 230V} = 0,04V$$

$$e = e(\%) \cdot V \Rightarrow e(\%) = \frac{e}{V} = \frac{0,04}{230} = 1,8 \cdot 10^{-3} = 0,018\%$$



- Piso Pequeño

La distribución de líneas en la planta primera, segunda y tercera será la siguiente

Línea 1: Puntos fijos de luz y las tomas de corriente para alumbrado (400 W).

Línea 2: Máquinas de limpiar, calentador de agua y secadora (4400W).

Línea 3: Cocina (4400 W).

Línea 4: Tomas de corriente destinadas otras aplicaciones (2200 W).

Línea 5: Domótica (200 W).

Los cálculos pertinentes para el dimensionado de los cables de cada una de las líneas mostradas anteriormente se efectuarán a continuación.



Línea 1: Puntos fijos de luz y las tomas de corriente para alumbrado (400 W)

Mediante caída de tensión:

$$S = \frac{2 \cdot P \cdot L}{\gamma \cdot e \cdot U} = \frac{2 \cdot 400W \cdot 13m}{56 \cdot 0,015 \cdot 230 \cdot 230V} = 0,23mm^2$$

La caída máxima de tensión en las instalaciones eléctricas interiores será del 1,5% para que el funcionamiento de los aparatos será óptimo. Esta caída máxima de tensión viene reflejada en la instrucción ITC-BT-26.

El cable que permite que la caída de tensión no sea superior al 1,5% mediante la fórmula aplicada anteriormente será 3 unipolares de 0,5mm². (Table I. ITC-BT-19).

Mediante el cálculo de densidad de corriente en el cable:

$$I = \frac{P}{U \cdot \cos\phi} = \frac{400W}{230V \cdot 1} = 1,74A$$

El cable que soporta estos 1,74 A son 3 unipolares de 0,5 mm². (Table I. ITC-BT-19).

Tanto la sección calculada mediante caída de tensión como densidad de corriente dan secciones de cables no permitidas, esto es, secciones por debajo de 1,5 mm², con lo que la resistencia a la tracción de éstos sería muy baja, por esto se escogerá cables de 1,5 mm².

Los tubos destinados a contener los conductores de la línea tendrán que tener un diámetro nominal el cual viene estipulado por la norma ITC-BT-21. Para la elección del tubo se utilizará la instrucción ITC-BT-15.

Elección del cable: 3 cables unipolares de 1,5 mm² de cobre aislados con policloruro de vinilo (PVC) bajo tubo de 16 mm de diámetro de PVC.

El cable escogido soporta una circulación de corriente de 11 A, por lo tanto el cable soportará una potencia máxima de 2990 W.



$$P = 13 \text{ A} \cdot 230 \text{ V} = 2990 \text{ W}$$

Para calcular la longitud máxima a la que puede colocarse la carga sin sobrepasar la caída máxima permitida se hará de la siguiente manera:

$$L_{\max} = \frac{S \cdot \gamma \cdot e \cdot U}{2 \cdot P} = \frac{1,5\text{mm}^2 \cdot 56 \cdot 0,015 \cdot 230 \cdot 230\text{V}}{2 \cdot 400\text{W}} = 83,32\text{m}$$

La caída de tensión que se obtiene debido a la elección del cable finalmente será:

$$e = \frac{2 \cdot P \cdot L}{\gamma \cdot S \cdot U} = \frac{2 \cdot 400\text{W} \cdot 13\text{m}}{56 \cdot 1,5\text{mm}^2 \cdot 230\text{V}} = 0,54\text{V}$$

$$e = e(\%) \cdot V \Rightarrow e(\%) = \frac{e}{V} = \frac{0,54}{230} = 2,34 \cdot 10^{-3} = 0,23\%$$

Línea 2: Máquinas de limpiar, calentador de agua y secadora (4400W)

Mediante caída de tensión:

$$S = \frac{2 \cdot P \cdot L}{\gamma \cdot e \cdot U} = \frac{2 \cdot 4400\text{W} \cdot 8\text{m}}{56 \cdot 0,015 \cdot 230 \cdot 230\text{V}} = 1,58\text{mm}^2$$

La caída máxima de tensión en las instalaciones eléctricas interiores será del 1,5% para que el funcionamiento de los aparatos será óptimo. Esta caída máxima de tensión viene reflejada en la instrucción ITC-BT-26.

El cable que permite que la caída de tensión no sea superior al 1,5% mediante la fórmula aplicada anteriormente será 3 unipolares de 1,5mm² de cobre. (Tabla I. ITC-BT-19).

Mediante el cálculo de densidad de corriente en el cable:

$$I = \frac{P}{U \cdot \cos\phi} = \frac{4400\text{W}}{230\text{V} \cdot 1} = 19,13\text{A}$$



El cable que soporta estos 19,13 A son 3 unipolares de 4 mm² de cobre. (Tabla I. ITC-BT-19).

El cable elegido cumple con la normativa ITC-BT-26, la cual establece que la línea que suministra energía a máquinas de limpiar, calentador de agua y secadora tiene que tener una sección de 4 mm².

La sección calculada mediante densidad de corriente es superior a la calculada utilizando la caída de tensión máxima, por lo tanto si se escoge la sección obtenida con densidad de corriente se cumplirá implícitamente la caída máxima de tensión, esto es, 3 unipolares de 4 mm² de cobre.

Los tubos destinados a contener los conductores de la línea tendrán que tener un diámetro nominal el cual viene estipulado por la norma ITC-BT-21. Para la elección del tubo se utilizará la instrucción ITC-BT-15.

Elección del cable: 3 cables unipolares de 4 mm² de cobre aislados con policloruro de vinilo (PVC) bajo tubo de 20 mm de diámetro de PVC.

El cable escogido soporta una circulación de corriente de 23 A, por lo tanto el cable soportará una potencia máxima de 5290 W.

$$P = 23A \cdot 230V = 5290W$$

Para calcular la longitud máxima a la que puede colocarse la carga sin sobrepasar la caída máxima permitida se hará de la siguiente manera:

$$L_{\max} = \frac{S \cdot \gamma \cdot e \cdot U}{2 \cdot P} = \frac{4\text{mm}^2 \cdot 56 \cdot 0,015 \cdot 230 \cdot 230V}{2 \cdot 4400W} = 20,2\text{m}$$

La caída de tensión que se obtiene debido a la elección del cable finalmente será:

$$e = \frac{2 \cdot P \cdot L}{\gamma \cdot S \cdot U} = \frac{2 \cdot 4400W \cdot 8\text{m}}{56 \cdot 4\text{mm}^2 \cdot 230V} = 1,37V$$



$$e = e(\%) \cdot V \Rightarrow e(\%) = \frac{e}{V} = \frac{1,37}{230} = 5,94 \cdot 10^{-3} = 0,59\%$$

Línea 3: Cocina (4400 W)

Mediante caída de tensión:

$$S = \frac{2 \cdot P \cdot L}{\gamma \cdot e \cdot U} = \frac{2 \cdot 4400W \cdot 8m}{56 \cdot 0,015 \cdot 230 \cdot 230V} = 1,58\text{mm}^2$$

La caída máxima de tensión en las instalaciones eléctricas interiores será del 1,5% para que el funcionamiento de los aparatos será óptimo. Esta caída máxima de tensión viene reflejada en la instrucción ITC-BT-26.

El cable que permite que la caída de tensión no sea superior al 1,5% mediante la fórmula aplicada anteriormente será 3 unipolares de 2,5mm² de cobre. (Tabla I. ITC-BT-19).

Mediante el cálculo de densidad de corriente en el cable:

$$I = \frac{P}{U \cdot \cos\varphi} = \frac{4400W}{230V \cdot 1} = 19,13A$$

El cable que soporta estos 19,13 A son 3 unipolares de 4 mm² de cobre. (Tabla I. ITC-BT-19).

La sección calculada mediante densidad de corriente es superior a la calculada utilizando la caída de tensión máxima, por lo tanto si se escoge la sección obtenida con densidad de corriente se cumplirá implícitamente la caída máxima de tensión, esto es, 3 unipolares de 4 mm² de cobre.

La norma ITC-BT-26 obliga a que la sección destinada a la cocina sea de 6 mm². Por lo tanto finalmente el cable será 3 unipolares de 6 mm² de cobre.



Los tubos destinados a contener los conductores de la línea tendrán que tener un diámetro nominal el cual viene estipulado por la norma ITC-BT-21. Para la elección del tubo se utilizará la instrucción ITC-BT-15.

Elección del cable: 3 cables unipolares de 6 mm² de cobre aislados con policloruro de vinilo (PVC) bajo tubo de 20 mm de diámetro de PVC.

El cable escogido soporta una circulación de corriente de 30 A, por lo tanto el cable soportará una potencia máxima de 6900 W.

$$P = 30A \cdot 230V = 6900W$$

Para calcular la longitud máxima a la que puede colocarse la carga sin sobrepasar la caída máxima permitida se hará de la siguiente manera:

$$L_{\max} = \frac{S \cdot \gamma \cdot e \cdot U}{2 \cdot P} = \frac{6\text{mm}^2 \cdot 56 \cdot 0,015 \cdot 230 \cdot 230V}{2 \cdot 4400W} = 30,3\text{m}$$

La caída de tensión que se obtiene debido a la elección del cable finalmente será:

$$e = \frac{2 \cdot P \cdot L}{\gamma \cdot S \cdot U} = \frac{2 \cdot 4400W \cdot 8\text{m}}{56 \cdot 6\text{mm}^2 \cdot 230V} = 0,91V$$

$$e = e(\%) \cdot V \Rightarrow e(\%) = \frac{e}{V} = \frac{0,91}{230} = 3,96 \cdot 10^{-3} = 0,39\%$$

Línea 4: Tomas de corriente destinadas otras aplicaciones (2200 W)

Mediante caída de tensión:

$$S = \frac{2 \cdot P \cdot L}{\gamma \cdot e \cdot U} = \frac{2 \cdot 2200W \cdot 13\text{m}}{56 \cdot 0,015 \cdot 230 \cdot 230V} = 1,29\text{mm}^2$$



La caída máxima de tensión en las instalaciones eléctricas interiores será del 1,5% para que el funcionamiento de los aparatos será óptimo. Esta caída máxima de tensión viene reflejada en la instrucción ITC-BT-26.

El cable que permite que la caída de tensión no sea superior al 1,5% mediante la fórmula aplicada anteriormente será 3 unipolares de 1,5mm² de cobre. (Tabla I. ITC-BT-19).

Mediante el cálculo de densidad de corriente en el cable:

$$I = \frac{P}{U \cdot \cos\phi} = \frac{2200W}{230V \cdot 1} = 9,56A$$

El cable que soporta estos 9,56 A son 3 unipolares de 1,5 mm². (Tabla I. ITC-BT-19).

La sección calculada mediante caída máxima de tensión y densidad de corriente máxima soportada por el cable escogido coinciden en 1,5 mm² de sección de cobre, pero se elegirá un cable de 2,5 mm² de cobre ya que puede ser que en tiempos futuros se pueda colocar una carga que la instalación sufra mucho debido al escaso dimensionado de dicha sección, de aquí la elección de 2,5 mm².

La norma ITC-BT-26 obliga a que la sección destinada a las tomas de corriente sean de 2,5mm². Por lo tanto finalmente el cable será 3 unipolares de 2,5 mm².

Los tubos destinados a contener los conductores de la línea tendrán que tener un diámetro nominal el cual viene estipulado por la norma ITC-BT-21. Para la elección del tubo se utilizará la instrucción ITC-BT-15.

Elección del cable: 3 cables unipolares de 2,5 mm² de cobre aislados con policloruro de vinilo (PVC) bajo tubo de 16 mm de diámetro de PVC.

El cable escogido soporta una circulación de corriente de 17,5 A, por lo tanto el cable soportará una potencia máxima de 4025 W.

$$P = 17,5A \cdot 230V = 4025W$$



Para calcular la longitud máxima a la que puede colocarse la carga sin sobrepasar la caída máxima permitida se hará de la siguiente manera:

$$L_{\max} = \frac{S \cdot \gamma \cdot e \cdot U}{2 \cdot P} = \frac{2,5\text{mm}^2 \cdot 56 \cdot 0,015 \cdot 230 \cdot 230\text{V}}{2 \cdot 2200\text{W}} = 25,25\text{m}$$

La caída de tensión que se obtiene debido a la elección del cable finalmente será:

$$e = \frac{2 \cdot P \cdot L}{\gamma \cdot S \cdot U} = \frac{2 \cdot 2200\text{W} \cdot 13\text{m}}{56 \cdot 2,5\text{mm}^2 \cdot 230\text{V}} = 1,78\text{V}$$

$$e = e(\%) \cdot V \Rightarrow e(\%) = \frac{e}{V} = \frac{1,78}{230} = 7,72 \cdot 10^{-3} = 0,77\%$$

Línea 5: Domótica (200 W)

Mediante caída de tensión:

$$S = \frac{2 \cdot P \cdot L}{\gamma \cdot e \cdot U} = \frac{2 \cdot 200\text{W} \cdot 2\text{m}}{56 \cdot 0,015 \cdot 230 \cdot 230\text{V}} = 0,02\text{mm}^2$$

La caída máxima de tensión en las instalaciones eléctricas interiores será del 1,5% para que el funcionamiento de los aparatos será óptimo. Esta caída máxima de tensión viene reflejada en la instrucción ITC-BT-26.

El cable que permite que la caída de tensión no sea superior al 1,5% mediante la fórmula aplicada anteriormente será 2 unipolares de 0,5mm². (Tabla I. ITC-BT-19).

Mediante el cálculo de densidad de corriente en el cable:

$$I = \frac{P}{U \cdot \cos \varphi} = \frac{200\text{W}}{230\text{V} \cdot 1} = 0,9\text{A}$$

El cable que soporta estos 0,9 A son 2 unipolares de 0,5 mm². (Tabla I. ITC-BT-19).



Tanto la sección calculada mediante caída de tensión como densidad de corriente dan secciones de cables no permitidas, esto es, secciones por debajo de $1,5 \text{ mm}^2$, con lo que la resistencia a la tracción de éstos sería muy baja, por esto se escogerá cables de $1,5 \text{ mm}^2$.

En el caso de la línea para la domotización únicamente hay que alimentar la fuente de alimentación, que a su vez, ésta se comunica con los módulos ambientales descentralizados y repartidos por el habitáculo mediante un bus de comunicación, con lo que la línea calculada sólo hace referencia a la potencia suministrada al módulo de alimentación.

Debido a que el módulo de alimentación yace en el cuadro de mando no es necesario la instalación de tubos protectores. Los tubos protectores del bus de comunicación serán de 16 mm^2 de PVC ya que la sección máxima de los cables del bus de comunicación (par trenzado) será de $0,75 \text{ mm}^2$. El dimensionado de los tubos protectores viene estipulado por la norma ITC-BT-21.

El cable escogido para el suministro de potencia de la fuente de alimentación soporta una circulación de corriente de 13 A , por lo tanto el cable soportará una potencia máxima de 2990 W .

$$P = 13 \text{ A} \cdot 230 \text{ V} = 2990 \text{ W}$$

Para calcular la longitud máxima a la que puede colocarse la carga sin sobrepasar la caída máxima permitida se hará de la siguiente manera:

$$L_{\text{max}} = \frac{S \cdot \gamma \cdot e \cdot U}{2 \cdot P} = \frac{1,5 \text{ mm}^2 \cdot 56 \cdot 0,015 \cdot 230 \cdot 230 \text{ V}}{2 \cdot 200 \text{ W}} = 166,63 \text{ m}$$

La caída de tensión que se obtiene debido a la elección del cable finalmente será:

$$e = \frac{2 \cdot P \cdot L}{\gamma \cdot S \cdot U} = \frac{2 \cdot 200 \text{ W} \cdot 2 \text{ m}}{56 \cdot 1,5 \text{ mm}^2 \cdot 230 \text{ V}} = 0,04 \text{ V}$$

$$e = e(\%) \cdot V \Rightarrow e(\%) = \frac{e}{V} = \frac{0,04}{230} = 1,97 \cdot 10^{-3} = 0,02\%$$



➤ Planta Cuarta

La distribución de líneas en la planta baja será la siguiente

Línea 1: Puntos fijos de luz y las tomas de corriente para alumbrado (800 W).

Línea 2: Máquinas de limpiar, calentador de agua y secadora (4400W).

Línea 3: Cocina (4400 W).

Línea 4: Tomas de corriente destinadas otras aplicaciones (4400 W).

Línea 5: Domótica (200 W).

Los cálculos pertinentes para el dimensionado de los cables de cada una de las líneas mostradas anteriormente se efectuarán a continuación.



Línea 1: Puntos fijos de luz y las tomas de corriente para alumbrado (800 W)

Mediante caída de tensión:

$$S = \frac{2 \cdot P \cdot L}{\gamma \cdot e \cdot U} = \frac{2 \cdot 800W \cdot 15m}{56 \cdot 0,015 \cdot 230 \cdot 230V} = 0,54mm^2$$

La caída máxima de tensión en las instalaciones eléctricas interiores será del 1,5% para que el funcionamiento de los aparatos será óptimo. Esta caída máxima de tensión viene reflejada en la instrucción ITC-BT-26.

El cable que permite que la caída de tensión no sea superior al 1,5% mediante la fórmula aplicada anteriormente será 3 unipolares de 0,75mm². (Tabla I. ITC-BT-19).

Mediante el cálculo de densidad de corriente en el cable:

$$I = \frac{P}{U \cdot \cos \varphi} = \frac{800W}{230V \cdot 1} = 3,48A$$

El cable que soporta estos 3,48 A son 3 unipolares de 0,5 mm². (Table I. ITC-BT-19).

Tanto la sección calculada mediante caída de tensión como densidad de corriente dan secciones de cables no permitidas, esto es, secciones por debajo de 1,5 mm², con lo que la resistencia a la tracción de éstos sería muy baja, por esto se escogerá cables de 1,5 mm².

Los tubos destinados a contener los conductores de la línea tendrán que tener un diámetro nominal el cual viene estipulado por la norma ITC-BT-21. Para la elección del tubo se utilizará la instrucción ITC-BT-15.

Elección del cable: 3 cables unipolares de 1,5 mm² de cobre aislados con policloruro de vinilo (PVC) bajo tubo de 16 mm de diámetro de PVC.

El cable escogido soporta una circulación de corriente de 13 A, por lo tanto el cable soportará una potencia máxima de 2990 W.



$$P = 13A \cdot 230V = 2990W$$

Para calcular la longitud máxima a la que puede colocarse la carga sin sobrepasar la caída máxima permitida se hará de la siguiente manera:

$$L_{\max} = \frac{S \cdot \gamma \cdot e \cdot U}{2 \cdot P} = \frac{1,5\text{mm}^2 \cdot 56 \cdot 0,015 \cdot 230 \cdot 230V}{2 \cdot 800W} = 41,66\text{m}$$

La caída de tensión que se obtiene debido a la elección del cable finalmente será:

$$e = \frac{2 \cdot P \cdot L}{\gamma \cdot S \cdot U} = \frac{2 \cdot 800W \cdot 15\text{m}}{56 \cdot 1,5\text{mm}^2 \cdot 230V} = 1,24V$$

$$e = e(\%) \cdot V \Rightarrow e(\%) = \frac{e}{V} = \frac{1,24}{230} = 5,4 \cdot 10^{-3} = 0,54\%$$

Línea 2: Máquinas de limpiar, calentador de agua y secadora (4400W)

Mediante caída de tensión:

$$S = \frac{2 \cdot P \cdot L}{\gamma \cdot e \cdot U} = \frac{2 \cdot 4400W \cdot 10\text{m}}{56 \cdot 0,015 \cdot 230 \cdot 230V} = 1,98\text{mm}^2$$

La caída máxima de tensión en las instalaciones eléctricas interiores será del 1,5% para que el funcionamiento de los aparatos será óptimo. Esta caída máxima de tensión viene reflejada en la instrucción ITC-BT-26.

El cable que permite que la caída de tensión no sea superior al 1,5% mediante la fórmula aplicada anteriormente será 3 unipolares de 2,5mm². (Tabla I. ITC-BT-19).

Mediante el cálculo de densidad de corriente en el cable:

$$I = \frac{P}{U \cdot \cos \varphi} = \frac{4400W}{230V \cdot 1} = 19,13A$$



El cable que soporta estos 19,13 A son 3 unipolares de 4 mm². (Tabla I. ITC-BT-19).

El cable elegido cumple con la normativa ITC-BT-26, la cual establece que la línea que suministra energía a máquinas de limpiar, calentador de agua y secadora tiene que tener una sección de 4 mm².

La sección calculada mediante densidad de corriente es superior a la calculada utilizando la caída de tensión máxima, por lo tanto si se escoge la sección obtenida con densidad de corriente se cumplirá implícitamente la caída máxima de tensión, esto es, 3 unipolares de 4 mm².

Los tubos destinados a contener los conductores de la línea tendrán que tener un diámetro nominal el cual viene estipulado por la norma ITC-BT-21. Para la elección del tubo se utilizará la instrucción ITC-BT-15.

Elección del cable: 3 cables unipolares de 4 mm² de cobre aislados con policloruro de vinilo (PVC) bajo tubo de 20 mm de diámetro de PVC.

El cable escogido soporta una circulación de corriente de 23 A, por lo tanto el cable soportará una potencia máxima de 5290 W.

$$P = 23A \cdot 230V = 5290W$$

Para calcular la longitud máxima a la que puede colocarse la carga sin sobrepasar la caída máxima permitida se hará de la siguiente manera:

$$L_{\max} = \frac{S \cdot \gamma \cdot e \cdot U}{2 \cdot P} = \frac{4\text{mm}^2 \cdot 56 \cdot 0,015 \cdot 230 \cdot 230V}{2 \cdot 4400W} = 20,2\text{m}$$

La caída de tensión que se obtiene debido a la elección del cable finalmente será:

$$e = \frac{2 \cdot P \cdot L}{\gamma \cdot S \cdot U} = \frac{2 \cdot 4400W \cdot 10\text{m}}{56 \cdot 4\text{mm}^2 \cdot 230V} = 1,71V$$

$$e = e(\%) \cdot V \Rightarrow e(\%) = \frac{e}{V} = \frac{1,71}{230} = 7,43 \cdot 10^{-3} = 0,74\%$$



Línea 3: Cocina (4400 W)

Mediante caída de tensión:

$$S = \frac{2 \cdot P \cdot L}{\gamma \cdot e \cdot U} = \frac{2 \cdot 4400W \cdot 9m}{56 \cdot 0,015 \cdot 230 \cdot 230V} = 1,78mm^2$$

La caída máxima de tensión en las instalaciones eléctricas interiores será del 1,5% para que el funcionamiento de los aparatos será óptimo. Esta caída máxima de tensión viene reflejada en la instrucción ITC-BT-26.

El cable que permite que la caída de tensión no sea superior al 1,5% mediante la fórmula aplicada anteriormente será 3 unipolares de 2,5mm². (Tabla I. ITC-BT-19).

Mediante el cálculo de densidad de corriente en el cable:

$$I = \frac{P}{U \cdot \cos\phi} = \frac{4400W}{230V \cdot 1} = 19,13A$$

El cable que soporta estos 19,13 A son 3 unipolares de 4 mm². (Tabla I. ITC-BT-19).

La sección calculada mediante densidad de corriente es superior a la calculada utilizando la caída de tensión máxima, por lo tanto si se escoge la sección obtenida con densidad de corriente se cumplirá implícitamente la caída máxima de tensión, esto es, 3 unipolares de 4 mm².

La norma ITC-BT-26 obliga a que la sección destinada a la cocina sea de 6 mm². Por lo tanto finalmente el cable será 3 unipolares de 6 mm².

Los tubos destinados a contener los conductores de la línea tendrán que tener un diámetro nominal el cual viene estipulado por la norma ITC-BT-21. Para la elección del tubo se utilizará la instrucción ITC-BT-15.

Elección del cable: 3 cables unipolares de 6 mm² de cobre aislados con policloruro de vinilo (PVC) bajo tubo de 20 mm de diámetro de PVC.



El cable escogido soporta una circulación de corriente de 30 A, por lo tanto el cable soportará una potencia máxima de 6900 W.

$$P = 30A \cdot 230V = 6900W$$

Para calcular la longitud máxima a la que puede colocarse la carga sin sobrepasar la caída máxima permitida se hará de la siguiente manera:

$$L_{\max} = \frac{S \cdot \gamma \cdot e \cdot U}{2 \cdot P} = \frac{6\text{mm}^2 \cdot 56 \cdot 0,015 \cdot 230 \cdot 230V}{2 \cdot 4400W} = 30,3\text{m}$$

La caída de tensión que se obtiene debido a la elección del cable finalmente será:

$$e = \frac{2 \cdot P \cdot L}{\gamma \cdot S \cdot U} = \frac{2 \cdot 4400W \cdot 9\text{m}}{56 \cdot 6\text{mm}^2 \cdot 230V} = 1,02V$$

$$e = e(\%) \cdot V \Rightarrow e(\%) = \frac{e}{V} = \frac{1,02}{230} = 4,45 \cdot 10^{-3} = 0,44\%$$

Línea 4: Tomas de corriente destinadas otras aplicaciones (4400W)

Mediante caída de tensión:

$$S = \frac{2 \cdot P \cdot L}{\gamma \cdot e \cdot U} = \frac{2 \cdot 4400W \cdot 18\text{m}}{56 \cdot 0,015 \cdot 230 \cdot 230V} = 3,56\text{mm}^2$$

La caída máxima de tensión en las instalaciones eléctricas interiores será del 1,5% para que el funcionamiento de los aparatos será óptimo. Esta caída máxima de tensión viene reflejada en la instrucción ITC-BT-26.

El cable que permite que la caída de tensión no sea superior al 1,5% mediante la fórmula aplicada anteriormente será 3 unipolares de 4mm². (Tabla I. ITC-BT-19).

Mediante el cálculo de densidad de corriente en el cable:



$$I = \frac{P}{U \cdot \cos \varphi} = \frac{4400W}{230V \cdot 1} = 19,13A$$

El cable que soporta estos 19,13 A son 3 unipolares de 4 mm². (Tabla I. ITC-BT-19).

La sección calculada mediante caída máxima de tensión es igual a la calculada utilizando densidad de corriente máxima, por lo tanto si se escoge un cable de sección 4mm².

Los tubos destinados a contener los conductores de la línea tendrán que tener un diámetro nominal el cual viene estipulado por la norma ITC-BT-21. Para la elección del tubo se utilizará la instrucción ITC-BT-15.

Elección del cable: 3 cables unipolares de 4 mm² de cobre aislados con policloruro de vinilo (PVC) bajo tubo de 20 mm de diámetro de PVC.

El cable escogido soporta una circulación de corriente de 23 A, por lo tanto el cable soportará una potencia máxima de 5290 W.

$$P = 23A \cdot 230V = 5290W$$

Para calcular la longitud máxima a la que puede colocarse la carga sin sobrepasar la caída máxima permitida se hará de la siguiente manera:

$$L_{\max} = \frac{S \cdot \gamma \cdot e \cdot U}{2 \cdot P} = \frac{4\text{mm}^2 \cdot 56 \cdot 0,015 \cdot 230 \cdot 230V}{2 \cdot 4400W} = 20,2\text{m}$$

La caída de tensión que se obtiene debido a la elección del cable finalmente será:

$$e = \frac{2 \cdot P \cdot L}{\gamma \cdot S \cdot U} = \frac{2 \cdot 4400W \cdot 18\text{m}}{56 \cdot 4\text{mm}^2 \cdot 230V} = 3,07V$$

$$e = e(\%) \cdot V \Rightarrow e(\%) = \frac{e}{V} = \frac{3,07}{230} = 0,0133 = 1,33\%$$



Línea 5: Domótica (200 W)

Mediante caída de tensión:

$$S = \frac{2 \cdot P \cdot L}{\gamma \cdot e \cdot U} = \frac{2 \cdot 200W \cdot 2m}{56 \cdot 0,015 \cdot 230 \cdot 230V} = 0,02mm^2$$

La caída máxima de tensión en las instalaciones eléctricas interiores será del 1,5% para que el funcionamiento de los aparatos será óptimo. Esta caída máxima de tensión viene reflejada en la instrucción ITC-BT-26.

El cable que permite que la caída de tensión no sea superior al 1,5% mediante la fórmula aplicada anteriormente será 2 unipolares de 0,5mm². (Tabla I. ITC-BT-19).

Mediante el cálculo de densidad de corriente en el cable:

$$I = \frac{P}{U \cdot \cos \varphi} = \frac{200W}{230V \cdot 1} = 0,9A$$

El cable que soporta estos 0,9 A son 2 unipolares de 0,5 mm². (Tabla I. ITC-BT-19).

Tanto la sección calculada mediante caída de tensión como densidad de corriente dan secciones de cables no permitidas, esto es, secciones por debajo de 1,5 mm², con lo que la resistencia a la tracción de éstos sería muy baja, por esto se escogerá cables de 1,5 mm².

En el caso de la línea para la domotización únicamente hay que alimentar la fuente de alimentación, que a su vez, ésta se comunica con los módulos ambientales descentralizados y repartidos por el habitáculo mediante un bus de comunicación, con lo que la línea calculada sólo hace referencia a la potencia suministrada al módulo de alimentación.

Debido a que el módulo de alimentación yace en el cuadro de mando no es necesario la instalación de tubos protectores. Los tubos protectores del bus de comunicación serán de 16mm² de PVC ya que la sección máxima de los cables del bus de comunicación (par trenzado) será de 0,75mm². El dimensionado de los tubos protectores viene estipulado por la norma ITC-BT-21.



El cable escogido para el suministro de potencia de la fuente de alimentación soporta una circulación de corriente de 13 A, por lo tanto el cable soportará una potencia máxima de 2990 W.

$$P = 13A \cdot 230V = 2990W$$

Para calcular la longitud máxima a la que puede colocarse la carga sin sobrepasar la caída máxima permitida se hará de la siguiente manera:

$$L_{\max} = \frac{S \cdot \gamma \cdot e \cdot U}{2 \cdot P} = \frac{1,5\text{mm}^2 \cdot 56 \cdot 0,015 \cdot 230 \cdot 230V}{2 \cdot 200W} = 166,63\text{m}$$

La caída de tensión que se obtiene debido a la elección del cable finalmente será:

$$e = \frac{2 \cdot P \cdot L}{\gamma \cdot S \cdot U} = \frac{2 \cdot 200W \cdot 2\text{m}}{56 \cdot 1,5\text{mm}^2 \cdot 230V} = 0,04V$$

$$e = e(\%) \cdot V \Rightarrow e(\%) = \frac{e}{V} = \frac{0,04}{230} = 1,97 \cdot 10^{-3} = 0,02\%$$

A.1.11. Derivación servicios comunitarios

Para calcular la sección de cable desde la centralización de los contadores hasta el ICP correspondiente y la posterior bifurcación la cual suministra por una parte de servicios generales propiamente dichos y por otro lado el suministro eléctrico para el correcto funcionamiento del ascensor, se actuará de la siguiente manera:

Mediante caída de tensión:

$$S = \frac{L \cdot P}{\gamma \cdot e \cdot U} = \frac{2 \cdot 7350W}{56 \cdot 0,01 \cdot 400 \cdot 400V} = 0,164\text{mm}^2$$

Debido a la centralización de los contadores se opta por una caída máxima de tensión del 1% en este tramo (ITC-BT-15).



El cable inmediatamente superior a 0,164 mm² es el de 1,5 mm². Por lo tanto la elección del cable según este criterio será de 4 unipolares de 1,5 mm² de cobre (Tabla I, ITC-BT-19).

Mediante el cálculo de densidad de corriente en el cable:

$$I = \frac{P}{\sqrt{3} \cdot U \cdot \cos \varphi} = \frac{7350W}{\sqrt{3} \cdot 400V \cdot 0,85} = 12,48A$$

El cable que soporta estos 12,48 A son 4 unipolares de 2,5 mm². (Table I. ITC-BT-19).

Como el cable calculado mediante la densidad de corriente es superior a la sección calculada mediante caída de tensión si se escoge el que hemos obtenido por densidad de corriente implícitamente se cumple la densidad de corriente soportada por el cable. Por lo tanto se escogerá el cable obtenido mediante densidad de corriente.

Los tubos destinados a contener los conductores de la derivación individual tendrán que tener un diámetro nominal que permita ampliar la sección de los conductores inicialmente instalados en un 50 por 100 (ITC-BT-15).

Para la elección del tubo protector se utilizara la norma ITC-BT-21.

Elección del cable: 5 cables unipolares de 10 mm² de cobre aislados con policloruro de vinilo (PVC) bajo tubo de 32 mm de diámetro. Dicho cable es superior al mínimo necesario de la instalación propia, pero se opta por éste ya que así conseguiremos una selectividad, mediante los elementos de corte, de todos los servicios correspondientes a la comunidad.

El cable escogido soporta una circulación de corriente de 37 A, por lo tanto el cable soportará una potencia máxima de 21789,2 W.

$$P = \sqrt{3} \cdot 37A \cdot 400V \cdot 0,85 = 21789,2W$$

Para calcular la longitud máxima a la que puede colocarse la carga sin sobrepasar la caída máxima permitida se hará de la siguiente manera:



$$L_{\max} = \frac{S \cdot \gamma \cdot e \cdot U}{P} = \frac{10\text{mm}^2 \cdot 56 \cdot 0,01 \cdot 400 \cdot 400\text{V}}{7350\text{W}} = 121,9\text{m}$$

La caída de tensión que se obtiene debido a la elección del cable finalmente será:

$$e = \frac{P \cdot L}{\gamma \cdot S \cdot U} = \frac{7350\text{W} \cdot 2\text{m}}{56 \cdot 10\text{mm}^2 \cdot 400\text{V}} = 0,065\text{V}$$

$$e = e(\%) \cdot V \Rightarrow e(\%) = \frac{e}{V} = \frac{0,065}{400} = 1,6 \cdot 10^{-4} = 0,016\%$$



➤ Línea servicios generales propios

La distribución de circuitos de la línea de servicios generales será la que se muestra a continuación:

Línea 1: Alumbrado del portal y rellanos permanente temporizado. (450W)

Línea 2: Alumbrado de escalera retardado a la desconexión. (400W)

Línea 3: Alumbrado de emergencia. (200W)

Línea 4: Tomas de corriente de zonas comunes. (1000W)

Línea 5: Instalación Antena de TV. (300W)

Línea 6: Vídeo portero automático. (300 W)

Los cálculos pertinentes para el dimensionado de los cables de cada una de las líneas mostradas anteriormente se efectuarán a continuación.



Línea 1: Alumbrado del portal y rellanos permanente temporizado. (450 W)

Ya que en esta línea habrá luces fluorescentes se aplicará un factor multiplicativo del 180% por lo tanto quedará:

$$450W \cdot 1,8 = 810W$$

Mediante caída de tensión:

$$S = \frac{2 \cdot P \cdot L}{\gamma \cdot e \cdot U} = \frac{2 \cdot 810W \cdot 30m}{56 \cdot 0,0286 \cdot 230 \cdot 230V} = 0,57mm^2$$

La caída máxima de tensión en las instalaciones eléctricas para alumbrado es de 3% desde el origen de la instalación, por lo tanto como en la línea general de alimentación se ha calculado que ha habido una caída de tensión de 0,1% y en la línea de servicios generales un 0,04% para el cálculo de la sección del cable quedará 3% - 0,1% - 0,04% = 2,86%.

El cable que permite que la caída de tensión no sea superior al 2,86% mediante la fórmula aplicada anteriormente será 3 unipolares de 1mm². (Tabla I. ITC-BT-19).

Mediante el cálculo de densidad de corriente en el cable:

$$I = \frac{P}{U \cdot \cos\phi} = \frac{810W}{230V \cdot 1} = 3,52A$$

El cable que soporta estos 3,68 A son 3 unipolares de 0,5 mm². (Table I. ITC-BT-19).

Tanto la sección calculada mediante caída de tensión como densidad de corriente dan secciones de cables no permitidas, esto es, secciones por debajo de 1,5 mm², con lo que la resistencia a la tracción de éstos sería muy baja, por esto se escogerá cables de 1,5 mm².

Los tubos destinados a contener los conductores de la línea tendrán que tener un diámetro nominal el cual viene estipulado por la norma ITC-BT-21. Para la elección del tubo se utilizará la instrucción ITC-BT-15.



Elección del cable: 3 cables unipolares de 1,5 mm² de cobre aislados con policloruro de vinilo (PVC) bajo tubo de 16 mm de diámetro de PVC.

El cable escogido soporta una circulación de corriente de 13 A, por lo tanto el cable soportará una potencia máxima de 2990 W.

$$P = 13A \cdot 230V = 2990W$$

Para calcular la longitud máxima a la que puede colocarse la carga sin sobrepasar la caída máxima permitida se hará de la siguiente manera:

$$L_{\max} = \frac{S \cdot \gamma \cdot e \cdot U}{2 \cdot P} = \frac{1,5\text{mm}^2 \cdot 56 \cdot 0,0287 \cdot 230 \cdot 230V}{2 \cdot 810W} = 78,72\text{m}$$

La caída de tensión que se obtiene debido a la elección del cable finalmente será:

$$e = \frac{2 \cdot P \cdot L}{\gamma \cdot S \cdot U} = \frac{2 \cdot 810W \cdot 30\text{m}}{56 \cdot 1,5\text{mm}^2 \cdot 230V} = 2,51V$$

$$e = e(\%) \cdot V \Rightarrow e(\%) = \frac{e}{V} = \frac{2,51}{230} = 10,9 \cdot 10^{-3} = 1,09\%$$

Línea 2: Alumbrado de escalera retardado a la desconexión. 400W

Mediante caída de tensión:

$$S = \frac{2 \cdot P \cdot L}{\gamma \cdot e \cdot U} = \frac{2 \cdot 400W \cdot 30\text{m}}{56 \cdot 0,0287 \cdot 230 \cdot 230V} = 0,282\text{mm}^2$$

La caída máxima de tensión en las instalaciones eléctricas para alumbrado es de 3% desde el origen de la instalación, por lo tanto como en la línea repartidora se ha calculado que ha habido una caída de tensión de 0,1% y en la línea de servicios generales un 0,04% para el cálculo de la sección del cable quedará 3% - 0,1% - 0,04% = 2,86%.



El cable que permite que la caída de tensión no sea superior al 2,86% mediante la fórmula aplicada anteriormente será 3 unipolares de 0,5mm². (Tabla I. ITC-BT-19).

Mediante el cálculo de densidad de corriente en el cable:

$$I = \frac{P}{U \cdot \cos \varphi} = \frac{400W}{230V \cdot 1} = 1,74A$$

El cable que soporta estos 1,74 A son 3 unipolares de 0,5 mm². (Table I. ITC-BT-19).

Tanto la sección calculada mediante caída de tensión como densidad de corriente dan secciones de cables no permitidas, esto es, secciones por debajo de 1,5 mm², con lo que la resistencia a la tracción de éstos sería muy baja, por esto se escogerá cables de 1,5 mm².

Los tubos destinados a contener los conductores de la línea tendrán que tener un diámetro nominal el cual viene estipulado por la norma ITC-BT-21. Para la elección del tubo se utilizará la instrucción ITC-BT-15.

Elección del cable: 3 cables unipolares de 1,5 mm² de cobre aislados con policloruro de vinilo (PVC) bajo tubo de 16 mm de diámetro de PVC.

El cable escogido soporta una circulación de corriente de 13 A, por lo tanto el cable soportará una potencia máxima de 2990 W.

$$P = 13A \cdot 230V = 2990W$$

Para calcular la longitud máxima a la que puede colocarse la carga sin sobrepasar la caída máxima permitida se hará de la siguiente manera:

$$L_{\max} = \frac{S \cdot \gamma \cdot e \cdot U}{2 \cdot P} = \frac{1,5\text{mm}^2 \cdot 56 \cdot 0,0287 \cdot 230 \cdot 230V}{2 \cdot 400W} = 159,41\text{m}$$

La caída de tensión que se obtiene debido a la elección del cable finalmente será:



$$e = \frac{2 \cdot P \cdot L}{\gamma \cdot S \cdot U} = \frac{2 \cdot 400W \cdot 30m}{56 \cdot 1,5mm^2 \cdot 230V} = 1,24V$$

$$e = e(\%) \cdot V \Rightarrow e(\%) = \frac{e}{V} = \frac{1,24}{230} = 5,4 \cdot 10^{-3} = 0,54\%$$

Línea 3: Alumbrado de emergencia.200W

Mediante caída de tensión:

$$S = \frac{2 \cdot P \cdot L}{\gamma \cdot e \cdot U} = \frac{2 \cdot 200W \cdot 30m}{56 \cdot 0,0287 \cdot 230 \cdot 230V} = 0,14mm^2$$

La caída máxima de tensión en las instalaciones eléctricas para alumbrado es de 3% desde el origen de la instalación, por lo tanto como en la línea repartidora se ha calculado que ha habido una caída de tensión de 0,1% y en la línea de servicios generales un 0,04% para el cálculo de la sección del cable quedará 3% - 0,1% - 0,04% = 2,86%.

El cable que permite que la caída de tensión no sea superior al 2,86% mediante la fórmula aplicada anteriormente será 3 unipolares de 0,5mm². (Tabla I. ITC-BT-19).

Mediante el cálculo de densidad de corriente en el cable:

$$I = \frac{P}{U \cdot \cos \varphi} = \frac{200W}{230V \cdot 1} = 0,87A$$

El cable que soporta estos 0,87 A son 3 unipolares de 0,5 mm². (Tabla I. ITC-BT-19).

Tanto la sección calculada mediante caída de tensión como densidad de corriente dan secciones de cables no permitidas, esto es, secciones por debajo de 1,5 mm², con lo que la resistencia a la tracción de éstos sería muy baja, por esto se escogerá cables de 1,5 mm².



Los tubos destinados a contener los conductores de la línea tendrán que tener un diámetro nominal el cual viene estipulado por la norma ITC-BT-21. Para la elección del tubo se utilizará la instrucción ITC-BT-15.

Elección del cable: 3 cables unipolares de 1,5 mm² de cobre aislados con policloruro de vinilo (PVC) bajo tubo de 16 mm de diámetro de PVC.

El cable escogido soporta una circulación de corriente de 13 A, por lo tanto el cable soportará una potencia máxima de 2990 W.

$$P = 13A \cdot 230V = 2990W$$

Para calcular la longitud máxima a la que puede colocarse la carga sin sobrepasar la caída máxima permitida se hará de la siguiente manera:

$$L_{\max} = \frac{S \cdot \gamma \cdot e \cdot U}{2 \cdot P} = \frac{1,5\text{mm}^2 \cdot 56 \cdot 0,0287 \cdot 230 \cdot 230V}{2 \cdot 200W} = 318,82\text{m}$$

La caída de tensión que se obtiene debido a la elección del cable finalmente será:

$$e = \frac{2 \cdot P \cdot L}{\gamma \cdot S \cdot U} = \frac{2 \cdot 200W \cdot 30\text{m}}{56 \cdot 1,5\text{mm}^2 \cdot 230V} = 0,62V$$

$$e = e(\%) \cdot V \Rightarrow e(\%) = \frac{e}{V} = \frac{0,62}{230} = 2,7 \cdot 10^{-3} = 0,27\%$$

Línea 4: Tomas de corriente de zonas comunes.1000W

Mediante caída de tensión:

$$S = \frac{2 \cdot P \cdot L}{\gamma \cdot e \cdot U} = \frac{2 \cdot 1000W \cdot 3\text{m}}{56 \cdot 0,0287 \cdot 230 \cdot 230V} = 0,07\text{mm}^2$$

La caída máxima de tensión en las instalaciones eléctricas para alumbrado es de 3% desde el origen de la instalación, por lo tanto como en la línea repartidora se ha calculado que ha



habido una caída de tensión de 0,1% y en la línea de servicios generales un 0,04% para el cálculo de la sección del cable quedará $3\% - 0,1\% - 0,04\% = 2,86\%$.

El cable que permite que la caída de tensión no sea superior al 2,5% mediante la fórmula aplicada anteriormente será 3 unipolares de $0,5\text{mm}^2$. (Tabla I. ITC-BT-19).

Mediante el cálculo de densidad de corriente en el cable:

$$I = \frac{P}{U \cdot \cos\varphi} = \frac{1000\text{W}}{230\text{V} \cdot 1} = 4,35\text{A}$$

El cable que soporta estos 4,35 A son 3 unipolares de $0,5\text{ mm}^2$. (Tabla I. ITC-BT-19).

Tanto la sección calculada mediante caída de tensión como densidad de corriente dan secciones de cables no permitidas, esto es, secciones por debajo de $1,5\text{ mm}^2$, con lo que la resistencia a la tracción de éstos sería muy baja, por esto se escogerá cables de $1,5\text{ mm}^2$.

Los tubos destinados a contener los conductores de la línea tendrán que tener un diámetro nominal el cual viene estipulado por la norma ITC-BT-21. Para la elección del tubo se utilizará la instrucción ITC-BT-15.

Elección del cable: 3 cables unipolares de $1,5\text{ mm}^2$ de cobre aislados con policloruro de vinilo (PVC) bajo tubo de 16 mm de diámetro de PVC.

El cable escogido soporta una circulación de corriente de 13 A, por lo tanto el cable soportará una potencia máxima de 2990 W.

$$P = 13\text{A} \cdot 230\text{V} = 2990\text{W}$$

Para calcular la longitud máxima a la que puede colocarse la carga sin sobrepasar la caída máxima permitida se hará de la siguiente manera:

$$L_{\max} = \frac{S \cdot \gamma \cdot e \cdot U}{2 \cdot P} = \frac{1,5\text{mm}^2 \cdot 56 \cdot 0,0287 \cdot 230 \cdot 230\text{V}}{2 \cdot 1000\text{W}} = 63,76\text{m}$$



La caída de tensión que se obtiene debido a la elección del cable finalmente será:

$$e = \frac{2 \cdot P \cdot L}{\gamma \cdot S \cdot U} = \frac{2 \cdot 1000W \cdot 3m}{56 \cdot 1,5mm^2 \cdot 230V} = 0,62V$$

$$e = e(\%) \cdot V \Rightarrow e(\%) = \frac{e}{V} = \frac{0,62}{230} = 2,7 \cdot 10^{-3} = 0,27\%$$

Línea 5: Instalación Antena de TV. (300W)

Mediante caída de tensión:

$$S = \frac{2 \cdot P \cdot L}{\gamma \cdot e \cdot U} = \frac{2 \cdot 300W \cdot 30m}{56 \cdot 0,0287 \cdot 230 \cdot 230V} = 0,21mm^2$$

La caída máxima de tensión en las instalaciones eléctricas para alumbrado es de 3% desde el origen de la instalación, por lo tanto como en la línea repartidora se ha calculado que ha habido una caída de tensión de 0,1% y en la línea de servicios generales un 0,04% para el cálculo de la sección del cable quedará 3% - 0,1% - 0,04% = 2,86%.

El cable que permite que la caída de tensión no sea superior al 2,5% mediante la fórmula aplicada anteriormente será 3 unipolares de 0,5mm². (Tabla I. ITC-BT-19).

Mediante el cálculo de densidad de corriente en el cable:

$$I = \frac{P}{U \cdot \cos \varphi} = \frac{300W}{230V \cdot 1} = 1,3A$$

El cable que soporta estos 1,3 A son 3 unipolares de 0,5 mm². (Tabla I. ITC-BT-19).

Tanto la sección calculada mediante caída de tensión como densidad de corriente dan secciones de cables no permitidas, esto es, secciones por debajo de 1,5 mm², con lo que la resistencia a la tracción de éstos sería muy baja, por esto se escogerá cables de 1,5 mm².



Los tubos destinados a contener los conductores de la línea tendrán que tener un diámetro nominal el cual viene estipulado por la norma ITC-BT-21. Para la elección del tubo se utilizará la instrucción ITC-BT-15.

Elección del cable: 3 cables unipolares de 1,5 mm² de cobre aislados con policloruro de vinilo (PVC) bajo tubo de 16 mm de diámetro de PVC.

El cable escogido soporta una circulación de corriente de 13 A, por lo tanto el cable soportará una potencia máxima de 2990 W.

$$P = 13A \cdot 230V = 2990W$$

Para calcular la longitud máxima a la que puede colocarse la carga sin sobrepasar la caída máxima permitida se hará de la siguiente manera:

$$L_{\max} = \frac{S \cdot \gamma \cdot e \cdot U}{2 \cdot P} = \frac{1,5\text{mm}^2 \cdot 56 \cdot 0,0287 \cdot 230 \cdot 230V}{2 \cdot 300W} = 212,55\text{m}$$

La caída de tensión que se obtiene debido a la elección del cable finalmente será:

$$e = \frac{2 \cdot P \cdot L}{\gamma \cdot S \cdot U} = \frac{2 \cdot 300W \cdot 30\text{m}}{56 \cdot 1,5\text{mm}^2 \cdot 230V} = 0,93V$$

$$e = e(\%) \cdot V \Rightarrow e(\%) = \frac{e}{V} = \frac{0,93}{230} = 4,05 \cdot 10^{-3} = 0,405\%$$

Línea 6: Vídeo portero automático. (300 W)

Mediante caída de tensión:

$$S = \frac{2 \cdot P \cdot L}{\gamma \cdot e \cdot U} = \frac{2 \cdot 300W \cdot 10\text{m}}{56 \cdot 0,0287 \cdot 230 \cdot 230V} = 0,07\text{mm}^2$$



La caída máxima de tensión en las instalaciones eléctricas para alumbrado es de 3% desde el origen de la instalación, por lo tanto como en la línea repartidora se ha calculado que ha habido una caída de tensión de 0,1% y en la línea de servicios generales un 0,04% para el cálculo de la sección del cable quedará $3\% - 0,1\% - 0,04\% = 2,86\%$.

El cable que permite que la caída de tensión no sea superior al 2,5% mediante la fórmula aplicada anteriormente será 3 unipolares de $0,5\text{mm}^2$. (Tabla I. ITC-BT-19).

Mediante el cálculo de densidad de corriente en el cable:

$$I = \frac{P}{U \cdot \cos\phi} = \frac{300\text{W}}{230\text{V} \cdot 1} = 1,3\text{A}$$

El cable que soporta estos 1,3 A son 3 unipolares de $0,5\text{ mm}^2$. (Tabla I. ITC-BT-19).

Tanto la sección calculada mediante caída de tensión como densidad de corriente dan secciones de cables no permitidas, esto es, secciones por debajo de $1,5\text{ mm}^2$, con lo que la resistencia a la tracción de éstos sería muy baja, por esto se escogerá cables de $1,5\text{ mm}^2$.

Los tubos destinados a contener los conductores de la línea tendrán que tener un diámetro nominal el cual viene estipulado por la norma ITC-BT-21. Para la elección del tubo se utilizará la instrucción ITC-BT-15.

Elección del cable: 3 cables unipolares de $1,5\text{ mm}^2$ de cobre aislados con policloruro de vinilo (PVC) bajo tubo de 16 mm de diámetro de PVC.

El cable escogido soporta una circulación de corriente de 13 A, por lo tanto el cable soportará una potencia máxima de 2990 W.

$$P = 13\text{A} \cdot 230\text{V} = 2990\text{W}$$

Para calcular la longitud máxima a la que puede colocarse la carga sin sobrepasar la caída máxima permitida se hará de la siguiente manera:



$$L_{\max} = \frac{S \cdot \gamma \cdot e \cdot U}{2 \cdot P} = \frac{1,5\text{mm}^2 \cdot 56 \cdot 0,0287 \cdot 230 \cdot 230\text{V}}{2 \cdot 300\text{W}} = 212,55\text{m}$$

La caída de tensión que se obtiene debido a la elección del cable finalmente será:

$$e = \frac{2 \cdot P \cdot L}{\gamma \cdot S \cdot U} = \frac{2 \cdot 300\text{W} \cdot 10\text{m}}{56 \cdot 1,5\text{mm}^2 \cdot 230\text{V}} = 0,31\text{V}$$

$$e = e(\%) \cdot V \Rightarrow e(\%) = \frac{e}{V} = \frac{0,31}{230} = 1,35 \cdot 10^{-3} = 0,13\%$$

➤ Línea cuarto de máquinas

Como el cuadro de distribución está en el cuarto de máquinas hay que calcular los parámetros de la línea para poder dimensionar los cables de alimentación.

Como el consumo del motor hay que multiplicarlo por el 125% la potencia que tiene que suministrar esta línea ser:

$$4500\text{W} \cdot 1,25 + 200\text{W} + 1000\text{W} = 6825\text{W}$$

Mediante caída de tensión:

$$S = \frac{P \cdot L}{\gamma \cdot e \cdot U} = \frac{6825 \cdot 30\text{m}}{56 \cdot 0,01 \cdot 380 \cdot 400} = 2,28\text{mm}^2$$

Esta línea se asemeja a las líneas de las derivaciones individuales de las viviendas las cuales permitirán una caída máxima de tensión del 1%, por lo tanto se aplicará ahora el mismo criterio.

El cable que permite que la caída de tensión no sea superior al 1% mediante la fórmula aplicada anteriormente será 5 unipolares de 2,5mm². (Tabla I. ITC-BT-19).

Mediante el cálculo de densidad de corriente en el cable:



$$I = \frac{P}{\sqrt{3} \cdot U \cdot \cos\phi} = \frac{6825W}{\sqrt{3} \cdot 400V \cdot 0,8} = 12,31A$$

El cable que soporta estos 12,31 A son 5 unipolares de 2,5 mm². (Table I. ITC-BT-19).

La sección calculada mediante caída máxima de tensión es igual a la calculada utilizando densidad de corriente máxima, por lo tanto se podrá escoger una sección de 2,5mm² pero se opta por un cable de 5 conductores unipolares de 4 mm² de cobre para asegurarse que la instalación quedará en perfecto estado aunque esta línea sufra un aumento de consumo.

Los tubos destinados a contener los conductores de la línea tendrán que tener un diámetro nominal el cual viene estipulado por la norma ITC-BT-21. Para la elección del tubo se utilizará la instrucción ITC-BT-15.

Elección del cable: 5 cables unipolares de 4 mm² de cobre aislados con policloruro de vinilo (PVC) bajo tubo de 20 mm de diámetro de PVC.

El cable escogido soporta una circulación de corriente de 23 A, por lo tanto el cable soportará una potencia máxima de 15934,86 W.

$$P = \sqrt{3} \cdot 23A \cdot 400V = 15934,86W$$

Para calcular la longitud máxima a la que puede colocarse la carga sin sobrepasar la caída máxima permitida se hará de la siguiente manera:

$$L_{\max} = \frac{S \cdot \gamma \cdot e \cdot U}{P} = \frac{4\text{mm}^2 \cdot 56 \cdot 0,01 \cdot 400 \cdot 400V}{6825W} = 52,51\text{m}$$

La caída de tensión que se obtiene debido a la elección del cable finalmente será:

$$e = \frac{P \cdot L}{\gamma \cdot S \cdot U} = \frac{6825W \cdot 30\text{m}}{56 \cdot 4\text{mm}^2 \cdot 400V} = 2,28V$$



$$e = e(\%) \cdot V \Rightarrow e(\%) = \frac{e}{V} = \frac{2,28}{400} = 5,7 \cdot 10^{-3} = 0,57\%$$

La distribución de circuitos de la línea de servicios del cuarto de máquinas se dividirán en los siguiente circuitos:

Línea 1: Motor Ascensor. (4500 W)

Línea 2: Alumbrado cuarto de máquinas. (200 W)

Línea 3: Toma de corriente (cuarto máquinas). (1000W)

Los cálculos pertinentes para el dimensionado de los cables de cada una de las líneas mostradas anteriormente se efectuarán a continuación.

Línea 1: Motor Ascensor. (4500 W)

Como el consumo del motor hay que multiplicarlo por el 125% la potencia que tiene que suministrar esta línea ser:

$$4500W \cdot 1,25 = 5625W$$

Mediante caída de tensión:

$$S = \frac{P \cdot L}{\gamma \cdot e \cdot U} = \frac{5625 \cdot 3m}{56 \cdot 0,0431 \cdot 400 \cdot 400} = 0,043mm^2$$

La caída máxima de tensión en las instalaciones eléctricas para fuerza es de 5% desde el origen de la instalación, por lo tanto como en la línea repartidora se ha calculado que ha habido una caída de tensión de 0,1%, en la derivación individual de servicios comunitarios 0,016% y en la línea de servicios del cuarto de máquinas un 0,57% para el cálculo de la sección del cable para el ascensor quedará una caída de tensión de 5% - 0,1% - 0,016% - 0,57% = 4,31%.



El cable que permite que la caída de tensión no sea superior al 4,31% mediante la fórmula aplicada anteriormente será 5 unipolares de 0,5mm². (Tabla I. ITC-BT-19).

Mediante el cálculo de densidad de corriente en el cable:

$$I = \frac{P}{\sqrt{3} \cdot U \cdot \cos\varphi} = \frac{5625W}{\sqrt{3} \cdot 400V \cdot 0,8} = 10,14A$$

El cable que soporta estos 10,14 A son 5 unipolares de 1,5 mm². (Table I. ITC-BT-19).

Se opta por un cable de 5 conductores unipolares de 2,5mm² de cobre para asegurarse que la instalación quedará en perfecto estado aunque esta línea sufra un aumento de consumo.

Los tubos destinados a contener los conductores de la línea tendrán que tener un diámetro nominal el cual viene estipulado por la norma ITC-BT-21. Para la elección del tubo se utilizará la instrucción ITC-BT-15.

Elección del cable: 5 cables unipolares de 2,5 mm² de cobre aislados con policloruro de vinilo (PVC) bajo tubo de 20 mm de diámetro de PVC.

El cable escogido soporta una circulación de corriente de 17,5 A, por lo tanto el cable soportará una potencia máxima de 12124,35 W.

$$P = \sqrt{3} \cdot 17,5A \cdot 400V = 12124,35W$$

Para calcular la longitud máxima a la que puede colocarse la carga sin sobrepasar la caída máxima permitida se hará de la siguiente manera:

$$L_{\max} = \frac{S \cdot \gamma \cdot e \cdot U}{P} = \frac{2,5\text{mm}^2 \cdot 56 \cdot 0,0431 \cdot 400 \cdot 400V}{5625W} = 171,63m$$

La caída de tensión que se obtiene debido a la elección del cable finalmente será:



$$e = \frac{P \cdot L}{\gamma \cdot S \cdot U} = \frac{5625 \text{ W} \cdot 4 \text{ m}}{56 \cdot 2,5 \text{ mm}^2 \cdot 400 \text{ V}} = 0,4 \text{ V}$$

$$e = e(\%) \cdot V \Rightarrow e(\%) = \frac{e}{V} = \frac{0,4}{400} = 1 \cdot 10^{-3} = 0,1\%$$

Línea 2: Alumbrado cuarto de máquinas. (200 W)

Mediante caída de tensión:

$$S = \frac{2 \cdot P \cdot L}{\gamma \cdot e \cdot U} = \frac{2 \cdot 200 \text{ W} \cdot 3 \text{ m}}{56 \cdot 0,0231 \cdot 230 \cdot 230 \text{ V}} = 0,017 \text{ mm}^2$$

La caída máxima de tensión en las instalaciones eléctricas para alumbrado es de 3% desde el origen de la instalación, por lo tanto como en la línea repartidora se ha calculado que ha habido una caída de tensión de 0,1%, en la derivación individual de servicios comunitarios 0,016% y en la línea de servicios del cuarto de máquinas un 0,57% para el cálculo de la sección del cable quedará 3% - 0,1% - 0,016% - 0,57% = 2,31%.

El cable que permite que la caída de tensión no sea superior al 2,34% mediante la fórmula aplicada anteriormente será 3 unipolares de 0,5 mm². (Tabla I. ITC-BT-19).

Mediante el cálculo de densidad de corriente en el cable:

$$I = \frac{P}{U \cdot \cos \varphi} = \frac{200 \text{ W}}{230 \text{ V} \cdot 1} = 0,87 \text{ A}$$

El cable que soporta estos 0,87 A son 3 unipolares de 0,5 mm². (Tabla I. ITC-BT-19).

Tanto la sección calculada mediante caída de tensión como densidad de corriente dan secciones de cables no permitidas, esto es, secciones por debajo de 1,5 mm², con lo que la resistencia a la tracción de éstos sería muy baja, por esto se escogerá cables de 1,5 mm².



Los tubos destinados a contener los conductores de la línea tendrán que tener un diámetro nominal el cual viene estipulado por la norma ITC-BT-21. Para la elección del tubo se utilizará la instrucción ITC-BT-15.

Elección del cable: 3 cables unipolares de 1,5 mm² de cobre aislados con policloruro de vinilo (PVC) bajo tubo de 16 mm de diámetro de PVC.

El cable escogido soporta una circulación de corriente de 13 A, por lo tanto el cable soportará una potencia máxima de 2990 W.

$$P = 13A \cdot 230V = 2990W$$

Para calcular la longitud máxima a la que puede colocarse la carga sin sobrepasar la caída máxima permitida se hará de la siguiente manera:

$$L_{\max} = \frac{S \cdot \gamma \cdot e \cdot U}{2 \cdot P} = \frac{1,5\text{mm}^2 \cdot 56 \cdot 0,0231 \cdot 230 \cdot 230V}{2 \cdot 200W} = 256,62\text{m}$$

La caída de tensión que se obtiene debido a la elección del cable finalmente será:

$$e = \frac{2 \cdot P \cdot L}{\gamma \cdot S \cdot U} = \frac{2 \cdot 200W \cdot 3\text{m}}{56 \cdot 1,5\text{mm}^2 \cdot 230V} = 0,06V$$

$$e = e(\%) \cdot V \Rightarrow e(\%) = \frac{e}{V} = \frac{0,06}{230} = 2,7 \cdot 10^{-3} = 0,003$$

Línea 3: Toma de corriente (cuarto máquinas). (1000W)

Mediante caída de tensión:

$$S = \frac{2 \cdot P \cdot L}{\gamma \cdot e \cdot U} = \frac{2 \cdot 1000W \cdot 4\text{m}}{56 \cdot 0,0231 \cdot 230 \cdot 230V} = 0,11\text{mm}^2$$



La caída máxima de tensión en las instalaciones eléctricas para alumbrado es de 3% desde el origen de la instalación, por lo tanto como en la línea repartidora se ha calculado que ha habido una caída de tensión de 0,1%, en la derivación individual de servicios comunitarios 0,016% y en la línea de servicios del cuarto de máquinas un 0,57% para el cálculo de la sección del cable quedará $3\% - 0,1\% - 0,016\% - 0,57\% = 2,31\%$.

El cable que permite que la caída de tensión no sea superior al 2,31% mediante la fórmula aplicada anteriormente será 3 unipolares de $0,5\text{mm}^2$. (Tabla I. ITC-BT-19).

Mediante el cálculo de densidad de corriente en el cable:

$$I = \frac{P}{U \cdot \cos \varphi} = \frac{1000\text{W}}{230\text{V} \cdot 1} = 4,34\text{A}$$

El cable que soporta estos 4,34 A son 3 unipolares de $0,5\text{ mm}^2$. (Table I. ITC-BT-19).

Tanto la sección calculada mediante caída de tensión como densidad de corriente dan secciones de cables no permitidas, esto es, secciones por debajo de $1,5\text{ mm}^2$, con lo que la resistencia a la tracción de éstos sería muy baja, por esto se escogerá cables de $1,5\text{ mm}^2$.

Los tubos destinados a contener los conductores de la línea tendrán que tener un diámetro nominal el cual viene estipulado por la norma ITC-BT-21. Para la elección del tubo se utilizará la instrucción ITC-BT-15.

Elección del cable: 3 cables unipolares de $1,5\text{ mm}^2$ de cobre aislados con policloruro de vinilo (PVC) bajo tubo de 16 mm de diámetro de PVC.

El cable escogido soporta una circulación de corriente de 13 A, por lo tanto el cable soportará una potencia máxima de 2990 W.

$$P = 13\text{A} \cdot 230\text{V} = 2990\text{W}$$

Para calcular la longitud máxima a la que puede colocarse la carga sin sobrepasar la caída máxima permitida se hará de la siguiente manera:



$$L_{\max} = \frac{S \cdot \gamma \cdot e \cdot U}{2 \cdot P} = \frac{1,5\text{mm}^2 \cdot 56 \cdot 0,0231 \cdot 230 \cdot 230\text{V}}{2 \cdot 1000\text{W}} = 51,32\text{m}$$

La caída de tensión que se obtiene debido a la elección del cable finalmente será:

$$e = \frac{2 \cdot P \cdot L}{\gamma \cdot S \cdot U} = \frac{2 \cdot 1000\text{W} \cdot 4\text{m}}{56 \cdot 1,5\text{mm}^2 \cdot 230\text{V}} = 0,41\text{V}$$

$$e = e(\%) \cdot V \Rightarrow e(\%) = \frac{e}{V} = \frac{0,41}{220} = 1,8 \cdot 10^{-3} = 0,2\%$$



A.1.12. Puesta a tierra

Para realizar los cálculos se ha tomado una resistividad del terreno correspondiente a una tierra arcillosa cuyo valor corresponderá a $250 \Omega\text{m}$. (ITC-BT-18).

La resistencia de tierra se procurará que no sea superior a 37Ω . (ITC-BT-26).

El desarrollo del cálculo será el mostrado a continuación:

$$R = \frac{\rho}{L} \Rightarrow L = \frac{\rho}{R}$$

$$L = \frac{250\Omega\text{m}}{37\Omega} = 6,75\text{m}$$

Esta longitud hay que dividirla por 2 ya que se utilizarán picas verticales con una longitud de 2 metros cada una.

$$\frac{6,25\text{m}}{2\text{m}} = 3,37$$

Se necesita 3,37 picas, por lo tanto se tendrá que hacer uso de 4 picas verticales de 2 metros cada una de ellas.

Entre 1 pica y otra hay que dejar como mínimo el doble de la longitud de la pica, esto es, 4 metros entre pica y pica.





ANEXO B

PRESUPUESTO





B.1. Presupuesto

Cantidad	Unidad	Designación	Precio unidad	Precio total
1	Ud.	Caja general de Protección 100 A	300€	300€
1	Ud.	Centralización de Contadores	1370€	1370€
4	m	Repartidora 4x25 mm ² General Cable	15,99€	63,96€
4	m	Tubo protector PVC coarrugado 36 mm	1,16€	4,64€
8	Ud.	Fusibles 35 A Serie Simon 14	9,13€	73,04€
1	Ud.	Fusible de 16 A Serie Simon 14	4,88€	4,88€
8	Ud.	ICP-M 30 A I+N Serie Simon 68	31,78€	254,24€
8	Ud.	Interruptor Diferencial I+N 40 A sensibilidad 30mA Serie Simon N	31,03€	248,24€
1	Ud.	Interruptor Diferencial trifásico 10A sensibilidad 300 mA.	136,52€	136,52€



2	Ud.	Interruptor diferencial servicios generales 16 A sensibilidad 30mA	43€	86€
5	Ud.	Interruptor magnetotérmico 4A F+N Serie Simon 68	40,06€	200,3€
8	Ud.	Interruptor magnetotérmico 16 A F+N Serie Simon 68	9,86€	78,88€
8	Ud.	Interruptor magnetotérmico 25 A F+N Serie Simon N	10,33€	82,64€
5	Ud.	Interruptor magnetotérmico 20 A F+N Serie Simon N	10,12€	50,6€
8	Ud.	Interruptor magnetotérmico 1,6 A F+N Serie Simon 68	40,51€	324,08€
3	Ud.	Interruptor magnetotérmico 3A F+N Serie Simon 68	40,51€	121,53€
3	Ud.	Interruptor magnetotérmico 10A F+N Serie Simon N	9,67€	29,01€



85	m	Derivación 3×10 mm ² General Cable	4,49€	381,65€
73	m	Derivación 3×16 mm ² General Cable	7,07€	516,11€
160	m	Tubo protector PVC coarrugado 23 mm	0,91€	145,6€
69	m	Tubo protector PVC coarrugado 16 mm	0,19	13,11€
317	m	Tubo protector PVC coarrugado 13 mm	0,17	53,89€
8	Ud.	Cajas de mando y Protección para viviendas Serie Simon 68	26,14€	209,12€
8	Ud.	Reloj programador semanal 3 canales ABB i bus EIB	207,41€	1659,28€
1	Ud.	Caja para ICP Servicios comunitarios	8,02€	8,02€
2	Ud.	Cajas de mando y Protección sevicios comunitarios	26,14€	52,28€



120	m	Interior 3×6 mm ² General Cable	2,75€	330€
830	m	Interior 3×4 mm ² General Cable	1,98€	1643,4€
340	m	Interior 3×2,5 mm ² General Cable	1,28€	435,2€
950	m	Interior 3×1,5 mm ² General Cable	0,90€	855€
158	Ud.	Lámpara incandescente 60W	60€	9480€
15	Ud.	Iluminaria Fluorescente 36W	75,30€	1129,5€
190	Ud.	Tomas de corriente 16 A	2,07€	393,3€
71	Ud.	Interruptores	4,80€	340,8€
46	Ud.	Conmutador	5,31€	244,26€
12	Ud.	Cruzamiento	8,99€	107,88€
8	Ud.	Toma de corriente 25 A	4,06€	32,48€
65	Ud.	Caja de derivación estanca 160×120×74 con 10 conos PG 16 Merlin Gerin	4,85€	315,25€
10	Ud.	Iluminación de emergencia	45,12€	451,2€



8	Ud.	Modulo alimentación 75mA Sistema Amigo Merlin Gerin	59,64€	477,12€
39	Ud.	Módulo al aire 2E / 2S Sistema Amigo Merlin Gerin	119,88€	4675,32€
16	Ud.	Detector de movimiento 500W Sistema Amigo Merlin Gerin	52,26€	836,16€
21	Ud.	Detector de inundación Sistema Amigo Merlin Gerin	99,40€	2087,4€
8	Ud.	Detector de humo Sistema Amigo Merlin Gerin	57,50€	460€
4	Ud.	Detector de rotura de cristales superinventos.com	61,95€	247,8€
21	Ud.	Señalización acustica Sistema Amigo Merlin Gerin	11,32€	237,72€
8	Ud.	Electroválvula de agua Sistema Amigo Merlin Gerin	1549,97€	12399,76€
21	Ud.	Pulsador Serie Simon	3,90€	81,9€
15	Ud.	Conductor desnudo 1×35mm ²	8,50€	127,5€
4	Ud.	Pica vertical	96,20€	384,8€



El total del presupuesto por lo que respecta a material será de 44286,37 €, de los cuales 21503 € corresponden a la instalación de elementos domóticos.

A este valor habrá que sumarle el 20% debido a la mano de obra empleada en la instalación de todos los elementos nombrados. Esto aumentará el presupuesto inicial a 53143,64 €.

De igual manera habrá que adicionar a esta cantidad anteriormente nombrada los honorarios correspondientes al diseño y realización del presente proyecto, el cual supondrá un coste de 1500 €.

Finalmente se añadirá el impuesto del valor añadido (I.V.A) que será del 16% con lo que el presupuesto final ascenderá a 63386,62 €.

Presupuesto Total: 63.386 €



ANEXO C

PLIEGO DE CONDICIONES





Sumario

C.1.- Pliego de condiciones.	97
C.1.1.- Objetivo.	97
C.1.2.- Disposiciones generales.	97
C.2.- Pliego de Condiciones Generales y económicas.	99
C.2.1.- Descripción de las obras.	99
C.2.2.- Condiciones administrativas.	100
C.2.3.- Condiciones de contratación.	101
C.2.4.- Medición y abono de las obras.	104
C.3.- Descripción de las obras.	109
C.3.1.- Normas de aplicación y condiciones que deben cumplir los materiales.	109
C.4.- Ejecución de las obras.	113
C.4.1.- Condiciones generales.	113
C.4.2.- Planteamiento del trabajo.	113
C.4.3.- Instalaciones eléctricas.	114
C.4.4.- Varios.	118
C.5.- Disposiciones generales.	119
C.5.1.- Disposiciones que, además de la legislación general , regirán durante la vigencia del contrato.	119
C.5.2.- Autoridad del director de la obra.	119
C.5.3.- Contradicciones, omisiones y modificaciones del proyecto.	119
C.5.4.- Plaza de ejecución de las obras.	120
C.5.5.- Precauciones a adoptar durante la ejecución de las obras.	120
C.5.6.- Condiciones de seguridad e higiene en el trabajo.	121





C.1. Pliego de condiciones

C.1.1. Objeto

Este Pliego de Condiciones determina los resultados necesarios para la ejecución de las instalaciones eléctricas de un edificio destinado a viviendas y su suministro mediante línea de Baja Tensión, cuyas características técnicas están especificadas en el presente proyecto.

Afectará a todas las obras que comprende el proyecto, señalarán las normas a seguir para la ejecución de las obras, los criterios a aplicar, las pruebas a realizar en las recepciones, el plazo de garantía y abono de las obras, etc...

Así pues son objeto del presente Pliego de Condiciones todas las obras que para los distintos oficios de la construcción con inclusión de materiales y medios auxiliares sean necesarias para llevar a término la obra proyectada que se detalla en los planos y demás documentación, así como todas otras que por el carácter de reforma surjan durante el transcurso de las mismas, y aquellas que en el momento de la redacción del proyecto se pudiesen omitir y fuesen necesarias para la completa terminación de la obra.

C.1.2. Disposiciones generales

El contratista o persona que lleve a cabo la ejecución de las obras está obligado al cumplimiento de la reglamentación del trabajo correspondiente, contratación de seguro obligatorio, seguro de enfermedad, subsidio familiar y otras disposiciones de carácter social vigentes.





C.2. Pliego de condiciones generales y económicas

C.2.1. Descripción de las obras

- Datos generales de la obra.

Se entregará al contratista una copia de los planos y pliegos de condiciones del proyecto, así como cuantos datos necesite para la completa ejecución de la obra.

El contratista podrá sacar copias a su costa de la Memoria, Presupuesto y Anexos del Proyecto, así como segundas copias de todos los documentos.

Los originales serán devueltos al Director de Obra después de la utilización, responsabilizándose el contratista de su conservación.

El contratista no hará alteraciones, correcciones, omisiones, adiciones o variaciones sustanciales en los datos fijados en el proyecto, salvo aprobación previa por escrito del Director de Obra.

Tras la terminación de la obra, el contratista actualizará los documentos y planos existentes, entregando al Director de Obra los expedientes completos relativos a los trabajos realmente ejecutados en un plazo máximo de dos meses.

- **Ámbito de aplicación.**

Las condiciones aquí establecidas se exigen para proporcionar las garantías suficientes de buen funcionamiento de todos los elementos integrantes en las instalaciones eléctricas en general, asignando asimismo, las normas de seguridad y duración, tanto a los componentes del proyecto, como de su ejecución o montaje, admitiendo para los mencionados elementos el uso normal en este tipo de instalaciones.

Se indican en este pliego la colocación de los materiales pertinentes, así como los ensayos oficiales o pruebas que la dirección facultativa de la obra estime convenientes a realizar con los



materiales suministrados para comprobar que la calidad de los mismos corresponde con la avalada por los certificados oficiales facilitados.

También se recogen las verificaciones a realizar, referentes al funcionamiento de las instalaciones con los resultados consignados en acta firmada por el ingeniero director de la obra, requisito previo a la recepción provisional y liquidación de obra.

Los gastos de toda índole originados por la realización de ensayos, pruebas, etc. serán a cargo del contratista hasta la cuantía correspondiente al 1% del presupuesto.

C.2.2. Condiciones administrativas

- Licencia de obras.

Una vez solicitada la reglamentaria licencia de obras y pagados al municipio los derechos reglamentarios, no se dará comienzo a las obras hasta tanto no haya recibido el propietario las licencias correspondientes, o hubiesen transcurrido los dos meses reglamentarios desde la fecha de la solicitud sin haber recibido contestación alguna.

La licencia de obras se entiende que se refiere única y exclusivamente a las obras que se reseñan en el presente proyecto; toda obra o parte no considerada en el mismo y que se llevase a efecto se entiende que es por cuenta y riesgo y responsabilidad del propietario no responsabilizándose el autor del proyecto ni civil ni criminalmente ni ante la administración de la ejecución de las mismas ni de los accidentes o daños que sucediesen en esas obras o partes de obra. Lo mismo se entiende para obras o modificaciones que se llevasen a efecto con posterioridad a las inspecciones oficiales.

- Documentación de la obra.

Cuando se dé comienzo a las obras y durante el transcurso de las mismas deberá estar en la obra la documentación completa de la misma o en su defecto, fotocopia de todos los documentos que pudieran ser solicitados por los representantes de la autoridad.

- Responsabilidades administrativas.



Cuando el técnico director reciba la comunicación del propietario indicando que se da comienzo a las obras, éste tiene derecho a suponer, y así supondrá, que el propietario se encuentra en posesión de la licencia de obras u otras autorizaciones que fuesen necesarias, no siendo obligación suya el pedir que le sean mostradas, toda vez que para ello están los Agentes de la Autoridad.

Se entiende, por tanto, que la responsabilidad total por el comienzo de las obras sin licencias y autorizaciones del reglamento recaen totalmente sobre el propietario, no teniendo, por tanto, derecho a reclamar de la Dirección Facultativa gestión alguna ante la administración para mitigar o anular las sanciones que por causa le fueran impuestas.

C.2.3. Condiciones de contratación

➤ Del contratista.

El contratista se compromete a ejecutar las obras ajustándose en todo momento al presente proyecto, a las instrucciones que le serán facilitadas por la Dirección Facultativa y a la legislación vigente sobre este particular.

Se entiende en este Pliego de Condiciones que el contratista, constructor o albañil que se hiciese cargo de las obras conoce perfectamente su oficio y se compromete a construir dentro de las buenas normas de la edificación. Debiendo recurrir en caso de duda a la Dirección Facultativa o bien al técnico titular de la obra para que verbalmente o por escrito le den las instrucciones necesarias para la buena ejecución de la misma.

El contratista cuidará de tener operarios expertos y el material adecuado. Siendo facultativo de la Dirección de Obras el pedirle el historial de los trabajos realizados por el contratista y su equipo e incluso indicar al propietario la conveniencia de no firmar contrato, si a la vista de los trabajos no pareciese capacitado para la realización del presente proyecto.

➤ Del contrato.

Para la ejecución de la obra, deberá existir un contrato entre el propietario y el contratista. En dicho contrato deberán figurar: nombre y dirección de ambos (propietario y contratista), debiendo acreditar este último su capacidad legal para realizar el trabajo, nombre y dirección de los técnicos que intervienen en la instalación, pliego de condiciones por el que se rige la instalación, revisión de precios



aplicables, fianza establecida, trabajos especiales no contratados, beneficio industrial, forma de pago y plazos de ejecución y recepción.

El contratista, salvo aprobación por escrito del Director de Obra, no podrá hacer ninguna alteración o modificación de cualquier naturaleza, tanto en la ejecución de la obra en relación con el proyecto como en las Condiciones Técnicas especificadas.

Es obligación del propietario facilitar al contratista la lectura total del presupuesto, de los planos y del presente Pliego.

➤ Del presupuesto.

Se entiende en este Pliego, que el presupuesto base para la obra es el que figura en el presente proyecto, redactado por el Técnico autor del mismo.

Sobre el coste de ejecución del material el proyectista puede cargar su beneficio industrial autorizado.

Si el contratista se comprometiese a hacer las obras en precio menor al fijado, se entiende que reduce su beneficio, sin mengua de la calidad de la obra no pudiendo en este caso reclamar al autor del proyecto gestión alguna ante el propietario si este se mostrase disconforme por ser la calidad de la obra inferior a la proyectada.

Si en la redacción del proyecto, con su presupuesto base correspondiente, y la firma del contrato de construcción hubiese transcurrido largo tiempo, o el nivel de precios medios hubiese sufrido notables alteraciones, tanto el propietario como el contratista podrán solicitar al autor del proyecto la redacción de nuevo presupuesto base.

➤ Recisión de contrato.

El contrato puede ser rescindido por cualquiera de las causas reconocidas como válidas en las cláusulas del mismo o en la vigente legislación. Toda diferencia o falta de acuerdo en el cumplimiento del contrato será resuelta por vía judicial, pudiendo no obstante, si ambas partes convienen en ello, acatar el fallo dictado por un tercer perito o tribunal nombrado a tal efecto.



Podrán ser causas de resolución del contrato unilateralmente por parte del propietario, sin que medie indemnización ninguna a la Empresa contratista cuando se cometa reincidencia alguna de las faltas que a continuación se exponen:

- Si la empresa contratista no respetase las prescripciones de la oferta.
- Si la Empresa contratista no mantuviera sus compromisos en realización de las obras.
- En general, si la Empresa Contratista no cumpliera cualquiera de las restantes especificaciones acordadas.
- La no observancia de las medidas de seguridad en el trabajo.
- Causar daños o perjuicios a las instalaciones o servicios de la sociedad.
- El incumplimiento de las leyes laborales vigentes, en especial, el impago de impuestos y seguros sociales.

➤ Subcontrataciones de obras.

Salvo que el contrato disponga lo contrario, que de su naturaleza y condiciones se deduzca que la obra ha de ser ejecutada directamente por el adjudicatario, podrá éste concertar con terceros la realización de determinadas unidades de obra.

Estas subcontrataciones estarán sometidas al cumplimiento de los siguientes requisitos:

- Que se de conocimiento por escrito al Director de Obra del subcontrato a celebrar, con indicación de las partes de obra a realizar y sus condiciones económicas, a fin de que aquel lo autorice previamente.
- Que las unidades de obra que el adjudicatario contrate con terceros no exceda del 50% del presupuesto total de la obra principal.
- En cualquier caso el contratista no quedará vinculado en absoluto ni recogerá ninguna obligación contractual entre él y el subcontratista y cualquier subcontratación de obra no eximirá al contratista de ninguna de sus obligaciones respecto al contratante.

Cuando las contratas sean parciales o por oficios, se entiende que cada contrato parcial estará sujeto a las condiciones estipuladas en este Pliego, y lo mismo se entiende para los subcontratistas.

Los contratistas parciales (de partes de obra) y los subcontratistas se consideran como contratistas a todos los efectos y obligaciones previstas en los diversos apartados del presente Pliego de Condiciones.



➤ Fianza.

El propietario puede exigir del contratista una fianza o aval bancario del 5% del valor de las obras como máximo.

Si el contratista se negara a efectuar los trabajos necesarios para ultimar las condiciones contratadas o con las deficiencias habidas en la recepción provisional, podrá ordenarse la ejecución a un tercero, abonando en su nombre la fianza sin perjuicio de las acciones legales a que tenga derecho el propietario.

La fianza deberá ser abonada al contratista en un plazo no superior a 15 días, contada desde la fecha del acto de recepción definitiva, devengando a partir de ese momento un interés del 1% mensual.

C.2.4. Medición y abono de las obras

➤ Condiciones generales.

Todas las unidades de obra se abonarán a los precios ofertados en el presupuesto.

Para aquellos materiales cuya medición se haya de realizar en peso, el contratista deberá situar en los puntos que indique el director de la obra, las básculas o instalaciones necesarias cuyo empleo deberá ser precedido de la correspondiente aprobación del citado director de obra.

Cuando se autorice la conversión de peso a volumen o viceversa, los factores de conversión serán definidos por el director de la obra.

Las dosificaciones que se indican en el presente proyecto se dan tan solo a título de orientación, y podrán ser modificadas por el director de la obra.

Se entenderá que todos los precios contratados son independiente de las dosificaciones definitivas adoptadas y que cualquier variación de las mismas no dará derecho al contratista a reclamar abono complementario alguno.

➤ Indemnización por daños que se originen con motivo de ejecución de las obras.



El contratista deberá adoptar en cada momento todas las medidas que estime necesarias para la debida seguridad de las obras, solicitando la aprobación del ingeniero director, en el caso de no estar previstas en el proyecto. En consecuencia, cuando por motivo de la ejecución de los trabajos o durante el plazo de garantía, a pesar de las precauciones adoptadas en la construcción, se originasen averías o perjuicios en instalaciones o edificios, públicos o privados, el contratista abonará el importe de los mismos.

➤ Medios auxiliares.

Se entenderá que todos los medios auxiliares están englobados en los precios de las unidades de obra correspondientes así como el consumo de energía eléctrica, etc.

Los medios auxiliares que garanticen la seguridad del personal operario son de la única exclusiva responsabilidad del contratista.

➤ Medición y abono de las obras terminadas.

La medición será realizada por la dirección de la obra y tendrá lugar en presencia y con intervención del contratista o de aquel a quien delegue, entendiéndose en éste renuncia a tal derecho si, avisado oportunamente no compareciese a tiempo. En tal caso será válido el resultado que la dirección de obra consigne.

El pago de obras se hará sobre certificaciones parciales que se practicarán mensualmente. Dichas certificaciones contendrán solamente las unidades de obra totalmente terminadas que se hubiesen ejecutado en el plazo a que se refieran. La relación valorada que figura en las certificaciones se hará con arreglo a los precios establecidos, reducidos en un 10%, con los planos y referencias necesarios para su comprobación.

Los precios a que se abonarán serán los correspondientes a los precios unitarios del presupuesto o cuadro de precios del proyecto o precios unitarios contratados, resultantes en caso de haberse aplicado la baja de la licitación. Se entenderá que dichos precios incluyen siempre el suministro, manipulación y empleo de todos los materiales necesarios para la realización de las unidades de obra correspondientes. Asimismo, se entenderá que todos los precios comprenden los gastos de maquinaria, mano de obra, elementos accesorios, transportes, herramientas y toda clase de operaciones directas o incidentales necesarias para dejar las unidades de obra total y correctamente terminadas. También se entienden incluidas cualquier norma de seguridad, señalización, desvío de



tráfico, mantenimiento de conducciones de servicio, desvíos y reparaciones provisionales y definitivas de los mismos. seguros de accidentes, responsabilidades civiles, etc.

La comprobación, aceptación o reparos deberán quedar determinados por ambas partes en un plazo máximo de quince días.

- Modo de abonar las obras defectuosas pero admisibles.

Si alguna obra no se hallara ejecutada con arreglo a las condiciones del contrato y fuese sin embargo admisible a juicio de la administración, podrá ser recibida provisionalmente y definitivamente en su caso, pero el contratista quedará obligado a conformarse con la rebaja que la administración apruebe, salvo en caso en que el contratista prefiera demolerla a su coste y rehacerla con arreglo a las condiciones del contrato.

- Modo de abonar las obras incompletas.

Cuando por consecuencia de rescisión o por otra causa fuese preciso valorar obras incompletas, se aplicarán los precios sin que pueda pretenderse la valoración de cada unidad de obra fraccionada en otra forma que la establecida.

En ningún caso tendrá derecho el contratista a reclamación deduciendo la baja de subasta, aunque el abono de las diversas unidades de obra certificadas no presuponga la recepción de dichas unidades en la de los materiales que la constituyen, que no tendrá lugar hasta la recepción definitiva de las obras.

- Abono de obras accesorias.

El adjudicatario adquiere la obligación de ejecutar todos los trabajos que se le ordenen, aún cuando no se hallen expresamente estipulados en el proyecto, siempre que los disponga así la dirección de obra, sin que ello de lugar a reclamación alguna por parte del contratista. Estas obras se ejecutarán con arreglo a los proyectos de detalle caso de que su importancia lo exija, o con arreglo a las instrucciones de la dirección de obra.

No tendrá derecho el contratista al abono de obras ejecutadas sin orden concreta comunicada por escrito.



Las obras accesorias y auxiliares ordenadas al contratista se abonarán a los precios contratados si fueran aplicables. Si contienen materiales o unidades no previstas en el proyecto y que por tanto, no tienen señalado preciso en el presupuesto, la dirección de obra determinará previamente a la ejecución el correspondiente precio contradictorio.

➤ Vicios y defectos de construcción.

Cuando la administración o dirección de obra presumiesen la existencia de vicio o defectos de construcción, sea en el curso de la ejecución de las obras o antes de su recepción definitiva se podrá ordenar la demolición y reconstrucción en la parte o extensión necesaria siendo los gastos de estas operaciones por cuenta del contratista.

➤ Reclamaciones.

En el caso de que el contratista formule reclamaciones contra las valoraciones efectuadas por la dirección de obra, esta pasará dichas reclamaciones con su informe correspondiente, a la administración quien posteriormente a los asesoramientos que estime oportunos, resolverá como considere conveniente. Contra esta resolución caben recursos propios de la vía administrativa.

➤ Disposición final.

El presente pliego de condiciones generales, presupone la plena aceptación de todas y cada una de sus cláusulas.





C.3. Descripción de las obras

C.3.1. Normas de aplicación y condiciones que deben cumplir los materiales

- Examen de los materiales antes de su empleo.

Para garantizar las calidades exigidas, la Dirección Facultativa podrá exigir certificado de calidad en origen de todo el material empleado en la construcción.

La Dirección Facultativa se reserva el derecho de obtener cuantas muestras estime oportunas para realizar cuantos análisis o pruebas considere necesario, tanto en Taller como "in situ".

La toma de muestras se extenderá al 5% de los elementos a examinar; caso de que no se encuentre defecto inadmisibles según las normas reseñadas, se dará el lote por bueno. Si se hallase un defecto, la revisión se extenderá a otro 10% dándose por bueno el lote si no se encontrase defecto inadmisibles.

En caso de hallarse un nuevo defecto, la toma de muestras podría extenderse al total de los materiales. Todos los lotes defectuosos deberán ser sustituidos por el suministrador, lo cual no representará ninguna modificación de las condiciones de contratación (precio, plaza de entrega, etc.).

Solamente el primer muestreo será con cargo a la propiedad, siempre que el resultado sea satisfactorio, siendo los otros por cuenta del suministrador.

Tanto en Taller como en montaje, el adjudicatario deberá disponer de los medios que la Dirección Facultativa considere como más adecuados para realizar las comprobaciones geométricas (teodolito, nivel, cinta métrica, plomada, plantillas, etc.).

- Caso de que los materiales no satisfagan las condiciones.



Cuando los materiales no satisfagan a los que para cada caso particular se determine en los artículos anteriores, el contratista se atenderá a lo que sobre este punto ordene por escrito el ingeniero director para el cumplimiento de lo preceptuado en los respectivos artículos del presente pliego.

- Responsabilidad del contratista.

El empleo de los materiales no excluye la responsabilidad del contratista por la calidad de ellos, y quedará subsistente hasta que se reciban definitivamente los obras en que dichos materiales se hayan empleado.

Asimismo la vigilancia y conservación del material suministrado será por cuenta del contratista.

- Condiciones específicas de los materiales y conductores de baja tensión.

Conductores, hilos y cables sencillos para instalaciones.

Serán de cobre las tolerancias admitidas en la sección serán del 3% en mas y 1.5% en menos entendiéndose por sección la media de la medida en varios puntos y en un rollo.

Si en un solo punto la sección es 3% menor que la norma el conductor no será admitido.

Las secciones mínimas serán de 1,5 mm².

Los hilos y cables sencillos serán de cobre estañado, con un aislamiento que cumpla las condiciones del apartado siguiente.

Serán todos directamente procedentes de fábrica, desechándose los que acusen deterioro por mal trato, picaduras, u otros defectos en su envoltura exterior.

Los cables e hilos aislados tendrán las secciones que indican los planos, o las que designe el ingeniero encargado de las obras.

Tubos.

Los tubos para alojar conductores eléctricos serán de PVC circulares con tolerancia del 5% en el diámetro.



El diámetro de los tubos será tal que los conductores no ocupen más de la mitad de la sección del tubo y puedan sustituirse con facilidad, estos vendrán indicados en los planos adjuntos al proyecto.

El contratista presentará modelos del tipo de tubos que vaya a emplear, para su aprobación por el ingeniero de la obra.

Asimismo, se deberán cumplir todas las prescripciones del R.B.T, y deberán soportar 60°C sin deformación.





C.4. Ejecución de las obras

C.4.1. Condiciones generales

Todas las obras comprendidas en el proyecto se efectuarán de acuerdo con las especificaciones del presente pliego, los planos del proyecto y las instrucciones del ingeniero director, quien resolverá además, las cuestiones que se planteen referentes a la interpretación de aquellos y a las condiciones de ejecución.

El ingeniero director suministrará al contratista cuanta información se precise para que las obras puedan ser realizadas.

El orden de ejecución de los trabajos deberá ser aprobado por el ingeniero director y será compatible con los plazos programados.

Antes de iniciar cualquier trabajo deberá el contratista ponerlo en conocimiento del ingeniero director y recabar su autorización.

Los materiales a utilizar en estas obras cumplirán las prescripciones que para ellos se fijen en los planos del proyecto y en el presente pliego de prescripciones, o las que en su defecto, indique el ingeniero director.

C.4.2. Planteamiento del trabajo

El contratista organizará los trabajos en la forma más eficaz para la perfecta ejecución de los mismos, y las obras se realizarán siempre siguiendo las indicaciones del Director de Obra.

Interrupción de los trabajos.

Cuando las obras iniciadas hayan de quedar interrumpidas se le comunicará al Director de Obra en la forma que se le comunicó el comienzo de las mismas.



Es obligación del contratista el retirar todos aquellos andamios o elementos de construcción que supongan un peligro o estorbo a terceras personas.

Es obligación del propietario, una vez interrumpidas las obras, el vigilar periódicamente elementos de atado o apoyo (cuerdas, nudos, grapas, etc.), que con el tiempo pudieran deteriorarse.

Si la Dirección Facultativa en dos visitas sucesivas a las obras, en días y horas de labor encontrase éstas paradas y sin personal en las mismas, entenderá que las obras han quedado interrumpidas por tiempo indefinido; así comunicará a su Colegio, entendiéndose que desde este momento declina la responsabilidad por deterioro natural de la obra, así como los daños que a terceras personas pudieran derivar del abandono de materiales y andamiaje.

Reanudación de los trabajos.

Al reanudarse los trabajos en la obra, esta circunstancia deberá ser puesta en conocimiento de la Dirección Facultativa en forma fehaciente, pues se comprende que no se hará responsable de las obras o parte de las mismas que se ejecutasen sin su conocimiento.

Terminación de las obras.

Cuando las obras estén totalmente terminadas el director de obra certificará tal extremo a reserva de aquello que las inspecciones reglamentarias indicasen que se ha de reformar, entendiéndose que la obra no está en disposición de uso hasta que las inspecciones de reglamento emitan su dictamen favorable, siendo obligación del contratista dar cumplimiento a lo que los inspectores mandasen.

Uso de la construcción.

Todo usuario de la construcción tiene derecho a consultar al técnico creador del proyecto, sobre las cargas que puede colocar sobre los elementos de la misma, entendiéndose que el usuario es responsable de los daños que pudieran derivarse por mal uso de la construcción, y el propietario lo es de los daños que pudieran derivarse por mala conservación de la misma o falta de las reparaciones y cuidados que sean normales o de reglamento.

C.4.3. Instalaciones eléctricas



El trabajo eléctrico estará de acuerdo, en general, con las prácticas establecidas en las instalaciones eléctricas, deberá seguir todos los requerimientos del reglamento electrotécnico español y/o de las autoridades que tengan jurisdicción sobre el mismo y estará de acuerdo con lo establecido en esta especificación.

El contratista eléctrico empleará herramientas y equipos, requeridos para la ejecución del trabajo, de la mayor calidad existente en el mercado.

Conductores.

Todos los conductores serán de una tensión nominal no inferior a 750 V, con aislamiento de PVC, de secciones adecuadas a la carga a transportar según proyecto, siendo todos ellos de cobre.

Los colores de PVC que recubran los conductores serán:

Fase Marrón, gris o negro.

Neutro Azul claro.

Protección amarillo y verde.

Las conexiones se realizarán en cajas de derivación de plástico, estancas al polvo, y de dimensiones adecuadas, mediante regletas de conexión.

Conductores de fuerza.

Los conductores serán de cobre, de la sección indicada en el proyecto para cada caso; su aislamiento será de PVC para una tensión nominal no inferior a 750 V.

Las conexiones se realizaran mediante regletas de conexión de dimensiones adecuadas, en caja de derivación metálicas de las dimensiones correspondientes a los conductores que en ellas se alojen.

El diámetro de los tubos será el necesario para alojar los cables que vayan a pasar, siguiendo las recomendaciones de la Inst. MIBT 019.

Tendido y conexionado de los conductores eléctricos.

La instalación eléctrica cumplirá en todos sus aspectos con lo dispuesto en el reglamento electrotécnico para baja tensión con sus instrucciones complementarias.



Todos los cables eléctricos deberán ser cuidadosamente examinados antes de ser instalados, comprobando si presentan algún defecto visible. Durante su transporte y manipulación se cuidará de no dañar la cubierta, así como la no formación de nudos, torsiones o tracciones exageradas, y nunca se les someterá en su tendido a curvaturas de radio inferior a seis veces el diámetro exterior del cable.

Interruptor automático.

Deberá ser de corte omnipolar. Su intensidad admisible será la necesaria según proyecto, y su capacidad de corte suficiente para las corrientes de cortocircuito que puedan producirse en el circuito donde están instalados.

Interruptor diferencial (o toroidal).

Será de corte omnipolar. Su intensidad admisible será mayor que la del circuito que proteja. La intensidad de cortocircuito admisible por el aparato será mayor que las que pudiesen presentarse en el circuito.

La intensidad de defecto será de 30 mA para alumbrado y viviendas y de 300 mA para los circuitos de fuerza.

Interruptores.

Se colocarán en cajas empotradas. Estará lo más cercano a las puertas y en lugares de fácil localización.

Tomas de corriente.

Su colocación será en cajas empotradas y su correspondiente toma de tierra.

Puntos de luz.

La instalación deberá quedar terminada con un portalámparas, tipo baquelita o semejante, por cada punto de luz. Todos llevarán toma de tierra.



Las pantallas de fluorescentes, interruptores, etc, serán estancas al polvo del tipo especificado en el proyecto, así mismo, en este, vendrá dado el grado de protección de los elementos.

La iluminación será la adecuada para no producir zonas de sombras ni deslumbramientos, y su distribución puede observarse en plano adjunto del proyecto.

Las lámparas fluorescentes, irán provistas del equipo necesario para su encendido y para corregir el factor de potencia hasta un 0,85 mínimo. Esto se realizara de forma individual, a partir de condensadores en cada uno de las lámparas fuorescentes.

Alumbrado de emergencia.

Los conductores serán de cobre, de sección indicada en el proyecto para cada caso, su aislamiento será de PVC para una tensión nominal mínima de 750 V.

La instalación de los aparatos se realizará sobre las puertas de salida y en aquellas zonas princip ales de paso.

Deberá proporcionar una iluminación adecuada durante al menos una hora, de forma automática y autónoma.

Tomas de tierra.

Se utilizarán los electrodos en forma de pica vertical. Su instalación se realizará según se indica en el plano adjunto, buscando el recorrido más corto posible con la máxima eficacia, estarán protegidas contra la corrosión.

El punto de puesta a tierra que permite la unión de los conductores de la linea de enlace con la principal, el elemento de unión será una pletina de cobre recubierta de cadmio con apoyos aislantes; alojado el conjunto en una arqueta de ladrillo, con tapa de hormigón.

La unión entre electrodos se realizará mediante un conductor de cobre desnudo de sección mínima 35 mm² y grapas de conexión dispuesta en una caja en la que se señalará la medida de la toma de tierra y fecha de la medida.

Acometida.

Será subterránea, a tres fases y neutro.



El conductor será de cobre, de sección indicada en el proyecto, su aislamiento será de polietileno reticulado para una tensión nominal de aislamiento de 1000 V.

Se colocará un tubo de reserva junto al otro, según especifica la instrucción MIBT 019. Ambos tubos irán embebidos en hormigón en masa.

C.4.4. Varios

Además de todas las obras detalladas se obligará por el mero hecho de presentar su proposición, a ejecutar todas aquellas obras que sean necesarias para completar la terminación de los trabajos, no pudiendo servir de excusa el que no figuren en el presente pliego, siempre que obliguen al contratista con arreglo a la legislación general de las obras publicas.

Una vez realizado los trabajos, la empresa suministradora de energía eléctrica realizará unas verificaciones de las instalaciones para determinar la posibilidad de conexión.



C.5. Disposiciones generales

C.5.1. Disposiciones que, además de la legislación general, regirán durante la vigencia del contrato

Además de lo señalado en el presente pliego de prescripciones técnicas particulares del proyecto, durante la vigencia del contrato regirá el pliego de cláusulas administrativas generales para la contratación de obras del Estado, así como las disposiciones que lo complementen o modifiquen.

La contrata queda obligada a cumplimentar cuantas disposiciones oficiales sean de aplicación a las obras de este proyecto, aunque no hayan sido mencionadas en los artículos de este pliego y aceptar cualquier instrucción, reglamento o norma que pueda dictarse por el ministerio de obras publicas durante la ejecución de los trabajos.

C.5.2. Autoridad del director de la obra

El director de la obra resolverá, en general, todos los problemas que se plantean durante la ejecución de los trabajos del presente proyecto, de acuerdo con las atribuciones que le concede la legislación vigente. De forma especial el contratista deberá seguir sus instrucciones en cuanto se refiere a la calidad y acopio de materiales, ejecución de las unidades de obra, interpretación de planos y especificaciones, modificaciones del proyecto, programa de ejecución de los trabajos y precauciones a adoptar en el desarrollo de los mismos, así como en lo relacionado con la conservación de la estética del paisaje que pueda ser afectado por las instalaciones o por la ejecución del paisaje que pueda ser afectado por las instalaciones o por la ejecución de préstamos, caballeros, vertederos, acopios o cualquier otro tipo de trabajo.

C.5.3. Contradicciones, omisiones y modificaciones de proyecto

Lo mencionado en el presente pliego y omitido en los planos, o viceversa, habrá de ser ejecutado como si estuviese desarrollado en ambos documentos. En caso de contradicción entre los planos y el pliego de prescripciones particulares prevalecerá lo prescrito en este último.

El contratista estará obligado a poner cuanto antes en conocimiento del ingeniero director de las obras cualquier discrepancia que observe entre los distintos planos del proyecto o cualquier otra



circunstancia surgida durante la ejecución de los trabajos, que diese lugar a posibles modificaciones del proyecto.

Como consecuencia de la información recibida por el contratista, o por propia iniciativa a la vista de las necesidades de la obra, el director de la misma podrá ordenar y proponer las modificaciones que considere necesarias de acuerdo con el presente pliego y la legislación vigente sobre la materia.

C.5.4. Plazo de ejecución de las obras

El plazo de ejecución de la totalidad de las obras objeto de este proyecto será el que se fije en pliego de cláusulas administrativas particulares, a contar del día siguiente al levantamiento del acta de comprobación del replanteo. Dicho plazo de ejecución incluye el montaje de las instalaciones precisas para la realización de todos los trabajos.

El contratista estará obligado a cumplir con los plazos que se señalizan en el contrato para la ejecución de las obras y que serán improrrogables.

Los plazos podrán ser objeto de modificaciones cuando así resulte por cambios determinados por el director de obra, debido a exigencias de la realización de las obras y siempre que tales cambios influyan realmente en los plazos señalados en el contrato.

C.5.5. Precauciones a adoptar durante la ejecución de las obras

Todas las obras proyectadas deben ejecutarse sin interrumpir el tránsito, y el contratista propondrá, con tal fin las medidas pertinentes. La ejecución se programará y realizará de manera que las molestias que se deriven sean mínimas.

Cuando tengan que efectuarse modificaciones o reformas de caminos o calles, la parte de plataforma por la que se canalice el tráfico ha de conservarse en perfectas condiciones de rodadura. En iguales condiciones deberán mantenerse los desvíos precisos. La señalización de las obras durante su ejecución se efectuará de acuerdo con la orden ministerial de 14 de marzo de 1960, con las aclaraciones complementarias que se recogen en la orden circular 67-1960 de la Dirección General de carreteras y caminos vecinales y cualquier otra posterior ordenada por la superioridad.



El contratista adoptará, asimismo, bajo su entera responsabilidad, todas las medidas necesarias para el cumplimiento de las disposiciones vigentes referentes al empleo de explosivos y a la prevención de accidentes, incendios y daños a terceros, y seguirá las instrucciones complementarias que el director de la obra dicte a este respecto, así como para el acopio de materiales.

El contratista queda obligado a no alterar con sus trabajos la seguridad de cualquier empresa a que pudieran afectar las obras. Deberá para ello dar previo aviso y ponerse de acuerdo con las empresas para fijar el orden y detalle de ejecución de cuantos trabajos pudieran afectarles.

C.5.6. Condiciones de seguridad e higiene en el trabajo

Reglamentaciones.

El contratista antes de dar comienzo a las obras deberá proveerse de la legislación vigente en cuanto se refiera a seguridad en el trabajo, y dar cumplimiento a todos y cada uno de los artículos de dicha reglamentación.

Inspecciones.

A la Delegación Provincial del Ministerio de Trabajo corresponde la inspección de los andamios, material móvil y elementos de seguridad.

Al comienzo de las obras el contratista deberá solicitar en dicha Delegación Provincial del Ministerio de Trabajo la inspección periódica de la obra. Se entenderá que aun sin mediar dicha solicitud, dicha Delegación Provincial tiene derecho a personarse en la obra en cualquier momento.

Horarios, jornales y seguros.

Es obligación del contratista dar cumplimiento a lo legislado y vigente, respecto de horarios, jornales y seguros, siendo sólo el responsable de las sanciones que de su incumplimiento pudieran derivarse.

Del personal de la obra.

Todo operario que en razón de su oficio haya de intervenir en la obra tiene derecho a reclamar del contratista todos aquellos elementos que de acuerdo con la legislación vigente garanticen su



seguridad personal durante la preparación y ejecución de los trabajos que le fueran encomendados. Y es obligación del contratista tenerlos siempre a mano en la obra y facilitarlos en condiciones aptas para su uso.

El contratista pondrá en conocimiento del personal que haya de intervenir en la obra, exigiendo de los operarios el empleo de los elementos de seguridad, cuando estos no quisieran usarlos.

El personal de la contrata estará obligado a usar todos los dispositivos y medios de protección personal, herramientas y prendas de seguridad exigidos para eliminar o reducir los riesgos profesionales, pudiendo el Director de Obra suspender los trabajos si estima que el personal de la contrata está expuesto a peligros innecesarios.

Del contratista.

El contratista está obligado al cumplimiento de lo dispuesto en el Reglamento de Seguridad e Higiene en el Trabajo.

El contratista deberá adoptar las máximas precauciones y medidas de seguridad en el acopio de materiales y en la ejecución, conservación y reparación de las obras, para proteger a los obreros, público, vehículos, animales y propiedades ajenas, de posibles daños y corriendo con la responsabilidad de todo ello.

Deberá proveer de cuanto fuese preciso para el mantenimiento de las máquinas, herramientas, materiales y útiles de trabajo en debidas condiciones de seguridad.

El Director de Obra podrá exigir del contratista, ordenándole por escrito, el cese de cualquier empleado u obrero, que por imprudencia temeraria fuera capaz de producir accidentes que hiciesen peligrar la integridad física del propio trabajador o de sus compañeros.

El Director de Obra podrá exigir del contratista en cualquier momento, antes o después de la iniciación de los trabajos, que presente los documentos acreditativos de haber formalizado los regímenes de Seguridad Social de los trabajadores en la forma legalmente establecida.

Sobre el contratista recaerá la responsabilidad de las desgracias que pudieran ocurrir si por negligencia dejase de cumplir las condiciones tan importantes que en este Pliego se especifican, así como si deja de tomar cualquier clase de precaución necesaria para la seguridad en el trabajo.



Del propietario.

El propietario tiene obligación de facilitar al contratista un ejemplar completo del presente proyecto, a fin de que pueda hacerse cargo de todas y cada una de las obligaciones en cuanto a seguridad que aquí se especifican. En los casos de contratas parciales bastará con que le entregue al contratista el pliego de condiciones completo en todos sus apartados, solicitando del técnico director los ejemplares necesarios.

Del presente pliego.

El presente Pliego de Condiciones de Seguridad tiene carácter de órdenes fehacientes comunicadas al contratista, el cual antes de dar comienzo a sus trabajos debe reclamar del propietario por lo menos un ejemplar completo, no pudiendo luego alegarse ignorancia por ser parte importante del proyecto.





ANEXO D

PLANOS





Sumario

D.1.- Lista de planos.	129
D.2.- Planos.	131





D.1.- Lista de planos

El presente documento consta de los planos pertinentes para realizar con fin óptimo y correcto el proyecto en cuestión.

A continuación se muestra la relación entre número de plano y la situación a la cual se refiere.

<u>Plano</u>	<u>Descripción</u>
1	Situación: Lugar donde se llevará a fin el proyecto.
2	Vista en planta de la planta baja: Visualización de la planta baja y acotada.
3	Vista en planta de los pisos tipo: Visualización de la 1ª, 2ª y 3ª planta y acotada.
4	Vista en planta de la planta 4ª: Visualización de la 4ª planta y acotada.
5	Vista en planta del terrado: Visualización del terrado y acotado.
6	Vista del alzado del edificio: Visualización del alzado y acotado.
7	Puntos de consumo planta baja: Distribución de los puntos de consumo.
8	Puntos de consumo de los pisos tipo: Distribución de los puntos de consumo.
9	Puntos de consumo de la planta 4ª: Distribución de los puntos de consumo.
11	Esquema eléctrico de la centralización de contadores y servicios comunitarios.
12	Esquema eléctrico de los pisos tipo, planta 1ª, 2ª y 3ª.
13	Esquema eléctrico de los pisos de la planta baja y 4ª.
14	Esquema del sistema domótico de la planta baja.
15	Esquema del sistema domótico de los pisos tipo grande.
16	Esquema del sistema domótico de los pisos tipo pequeño.
17	Esquema del sistema domótico de la planta 4ª.





D.2.- Planos

