

ÍNDICE

1. PREVISIÓN DE CARGAS	4
2. CÁLCULO DE LAS SECCIONES DEL LOS CONDUCTORES	7
2.2 LÍNEAS GENERALES DE ALIMENTACIÓN	9
2.3. DERIVACIONES INDIVIDUALES.....	14
2.4 CIRCUITOS INTERIORES	18
2.5 SERVICIOS GENERALES	19
2.6. PUESTA A TIERRA	22
3. SISTEMA DE VENTILACIÓN DEL APARCAMIENTO.....	25

1. PREVISIÓN DE CARGAS

VIVIENDAS:

Total viviendas	16
Grado de electrificación elevada	9.200 W
Coefficiente de simultaneidad	12,5 (Según el REBT)
Potencia de las viviendas	$9\ 200 \cdot 12,5 = 115\ 000\text{W}$

SERVICIOS GENERALES

Ascensor	7 500 W
Pasillo común (viviendas y parking)	
Lámparas incandescentes	15 W/m ²
Superficie total pasillo por planta	36.372 m ²
Potencia por planta	$15 \cdot 36,372 = 545,58\text{ W}$
Plantas viviendas + parking	5
Potencia total pasillos	$5 \cdot 545,58 = 2.727,9\text{ W}$

Entrada (planta baja)	
Lámparas incandescentes	15 W/m ²
Superficie total de la entrada	69.212 m ²
Potencia entrada	$15 \cdot 69,212 = 1.038,18\text{ W}$

Caja de escalera	
Lámparas incandescentes	7 W/m ²
Superficie caja escala de 1 planta	2.588 m ²
Potencia por planta	18,116 W
Plantas viviendas + parking + planta baja	6
Potencia total caja escalera	$6 \cdot 18,116 = 108,696\text{ W}$
Grupo de presión	2 500 W

LOCALES

Según el REBT 2002 la potencia prevista para locales tiene que ser de 100 W/m² con un mínimo de 3450 W.

Local 1

Superficie	119,54 m ²
Potencia por m ²	100 W
Potencia local 1	119,54·100= 11.954 W

Local 2

Superficie	119,54 m ²
Potencia por m ²	100 W
Potencia local 2	119,54·100= 11. 954 W

Local 3

Superficie	80,29 m ²
Potencia por m ²	100 W
Potencia local 3	80,29·100= 8.029 W

Local 4

Superficie	87,39 m ²
Potencia por m ²	100 W
Potencia local 4	87,39·100= 8.739 W

PARKING

El REBT nos dice que para parkings de ventilación forzada la potencia tiene que ser de 20 W/m² con un mínimo de 3.450 W. Superficie 497,04 m² Potencia por m² 20 W.

Potencia parking

9.940,8 W

POTENCIA TOTAL PREVISTA	179.491,6 W
--------------------------------	--------------------

2. CÁLCULO DE LAS SECCIONES DEL LOS CONDUCTORES

2.1 COMETIDA

DATOS

Tensión	400 V
Potencia total prevista	179.491,576 W
cosφ	0,85
ε	0,1%
Longitud	1,1 m

El cálculo de la sección se puede hacer por intensidad o por caída de tensión. Se realizará por los dos métodos y se escogerá el resultado que dé la sección más grande.

POR INTENSIDAD

La acometida es trifásica, por lo tanto:

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

$$I = \frac{P}{\sqrt{3} \cdot V \cdot \cos \varphi} = \frac{179491,576}{\sqrt{3} \cdot 400 \cdot 0,85} = 304,793$$

La intensidad calculada es la teórica, por lo tanto es necesario encontrar la intensidad normalizada inmediatamente superior: 335 A. Según la ITC-RBT-07 la sección para el cable de cobre unipolar con aislamiento de PVC dónde la intensidad es de 335 A, debe ser de 120 mm².

POR CAÍDA DE TENSIÓN

$$S = \frac{100 \cdot \rho \cdot L \cdot P}{\varepsilon \cdot V^2}$$

El tipo de aislamiento es de PVC.

Se sabe que ρ_{Cu} a $70^\circ C = 1/48$

Temperatura máxima del PVC = $70^\circ C$

$$S = \frac{100 \cdot \frac{1}{48} \cdot 1,1 \cdot 179491,576}{0,1 \cdot 400^2} = 30,953 mm^2$$

Esta es la sección teórica, por lo tanto la normalizada inmediatamente superior es $35 mm^2$. Ya que la sección escogida debe soportar la intensidad que circula y la caída de tensión debemos escoger la más grande de las dos para que pueda soportar ambos factores:

La sección del cable de cobre con aislamiento de PVC para la acometida será de $120 mm^2$.

Debemos comprobar que el cable soporte la caída de tensión que tendrá lugar cuando la sección sea de $120 mm^2$.

$$\varepsilon(\%) = \frac{100 \cdot \frac{1}{48} \cdot 1,1 \cdot 179491,576}{120 \cdot 400^2} = 0,026\%$$

Se puede confirmar que la sección de $120 mm^2$ es adecuada porque la caída de tensión es inferior al $0,1\%$.

Para conocer la sección del tubo por dónde han de ir los cables es necesario consultar la ITC-RBT-21:

La sección del tubo por dónde irán los cables de la acometida será de 160 mm².

Nota: Los conductores de la acometida son enterrados.

2.2 LÍNEAS GENERALES DE ALIMENTACIÓN

LGA 1

DATOS

Tensión	400 V
Potencia total prevista	115 000 W
cosφ	0.85
ε	0.5%
Longitud	4.7 m

El cálculo de la sección se puede hacer por intensidad o por caída de tensión. Se realizará por los dos métodos y se escogerá el resultado que dé la sección más grande.

POR INTENSIDAD

La LGA es trifásica

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

$$I = \frac{115000}{400 \cdot 0,85 \cdot \sqrt{3}} = 195,3A$$

La intensidad calculada es la teórica, por lo tanto es necesario encontrar la intensidad normalizada inmediatamente superior: 208 A. Según la ITC-RBT-19 la sección por el cable de conductores aislados en tubos en montaje superficial o empotrados en obra PVC dónde la intensidad es de 208A debe ser de 120 mm².

POR CAÍDA DE TENSIÓN

$$S = \frac{100 \cdot \rho \cdot L \cdot P}{\varepsilon \cdot V^2}$$

El tipo de aislamiento es de PVC.

Se sabe que ρ_{Cu} a 70°C = 1/48

Temperatura máxima del PVC = 70°C

$$S = \frac{100 \cdot \frac{1}{48} \cdot 1,1 \cdot 115000}{0,5 \cdot 400^2} = 16,95mm^2$$

Esta es la sección teórica, por lo tanto la normalizada inmediatamente superior es 25mm². Ya que la sección escogida debe soportar la intensidad que circula y la caída de tensión debemos escoger la más grande de las dos con tal de que pueda soportar ambos factores:

La sección del cable de cobre con aislamiento de PVC para la acometida será de 120 mm².

Debemos comprobar que el cable soporte la caída de tensión que tendrá lugar cuando la sección sea de 120 mm².

$$\varepsilon(\%) = \frac{100 \cdot \frac{1}{48} \cdot 4,7 \cdot 115000}{120 \cdot 400^2} = 0,071\%$$

Se puede confirmar que la sección de 120 mm² es adecuada porque la caída de tensión es inferior al 0.5%. Para conocer la sección del tubo por dónde deben ir los cables y la sección del conductor neutro y de protección es necesario consultar la ITC-RBT-14:

La sección del tubo por dónde irán los cables de la acometida será de 160 mm² y la del conductor neutro y de protección será de 70 mm².

LGA 2

DATOS

Tensión	400 V
Potencia total prevista	64 492 W
cosφ	0.85
ε	0.5%
Longitud	4.7 m

El cálculo de la sección se puede hacer por intensidad o por caída de tensión. Se realizará por los dos métodos y se escogerá el resultado que dé la sección más grande.

POR INTENSIDAD

La LGA es trifásica

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

$$I = \frac{64492}{400 \cdot 0,85 \cdot \sqrt{3}} = 109,51A$$

La intensidad calculada es la teórica, por lo tanto es necesario encontrar la intensidad normalizada inmediatamente superior: 117 A. Según la ITC-RBT-19 la sección por el cable de conductores aislados en tubos en montaje superficial o empotrados en obra PVC dónde la intensidad es de 117 A debe ser de 50 mm².

POR CAÍDA DE TENSIÓN

$$S = \frac{100 \cdot \rho \cdot L \cdot P}{\varepsilon \cdot V^2}$$

$$S = \frac{100 \cdot \frac{1}{48} \cdot 1,1 \cdot 64492}{0,5 \cdot 400^2} = 9,5mm^2$$

El tipo de aislamiento es de PVC.

Se sabe que ρ_{Cu} a 70°C = 1/48

Temperatura máxima del PVC = 70°C

Esta es la sección teórica, por lo tanto la normalizada inmediatamente superior es 10mm². Ya que la sección escogida debe soportar la intensidad que circula y la caída de tensión debemos escoger la más grande de las dos con tal de que pueda soportar ambos factores:

La sección del cable de cobre con aislamiento de PVC para la acometida será de 50 mm².

Debemos comprobar que el cable soporte la caída de tensión que tendrá lugar cuando la sección sea de 50 mm².

$$\varepsilon(\%) = \frac{100 \cdot \frac{1}{48} \cdot 4,7 \cdot 64492}{120 \cdot 400^2} = 0,095\%$$

Se puede confirmar que la sección de 50 mm² es adecuada porque la caída de tensión es inferior al 0.5%. Para conocer la sección del tubo por dónde deben ir los cables y la sección del conductor neutro y de protección es necesario consultar la ITC-RBT-14:

La sección del tubo por dónde irán los cables de la acometida será de 125 mm² y la del conductor neutro y de protección será de 25 mm².

Nota: Los conductores de la línea general de alimentación son aislados en el interior de tubos de montaje superficial.

2.3. DERIVACIONES INDIVIDUALES

En la tabla que se muestra seguidamente aparecen las secciones según caída de tensión e intensidad, la escogida y las secciones del conductor de protección y del neutro basándose en la ITC-RBT-19 y ITC-RBT-21:

Derivación	Tipo	P dem	f.d.p.	Long. (m)	Intensidad (A)	c.d.t	Sección por I	Sec.calc. por cdt
Vivienda 1	M	9200	0,85	20,49	47,059	0,93	16	4,949
Vivienda 2	M	9200	0,85	26,51	47,059	0,77	16	6,403
Vivienda 3	M	9200	0,85	26,51	47,059	0,77	16	6,403
Vivienda 4	M	9200	0,85	20,49	47,059	0,93	16	4,949
Vivienda 5	M	9200	0,85	23,79	47,059	0,69	16	5,746
Vivienda 6	M	9200	0,85	29,81	47,059	0,86	16	7,2
Vivienda 7	M	9200	0,85	29,81	47,059	0,86	16	7,2
Vivienda 8	M	9200	0,85	23,79	47,059	0,69	16	5,746
Vivienda 9	M	9200	0,85	27,09	47,059	0,79	16	6,543
Vivienda 10	M	9200	0,85	33,11	47,059	0,96	16	7,998
Vivienda 11	M	9200	0,85	33,11	47,059	0,96	16	7,998
Vivienda 12	M	9200	0,85	27,09	47,059	0,79	16	6,543
Vivienda 13	M	9200	0,85	30,39	47,059	0,88	16	7,341
Vivienda 14	M	9200	0,85	36,41	47,059	0,75	16	8,795
Vivienda 15	M	9200	0,85	36,41	47,059	0,75	16	8,795
Vivienda 16	M	9200	0,85	30,39	47,059	0,88	16	7,341
Local 1	M	11954	0,85	16,06	61,146	0,61	25	5,04
Local 2	M	11954	0,85	21,56	61,146	0,81	25	6,767
Local 3	M	8029	0,85	35,93	41,069	0,91	16	7,574
Local 4	M	8739	0,85	4	44,701	0,28	16	0,918
S.generales	T	13875	0,85	6,3	23,561	0,11	6	1,138
Garaje	T	9940,8	0,85	3,3	16,88	0,04	4	0,142

Los términos utilizados en la tabla anteriormente expuesta son los siguientes:

-Tipo: indica la clase de consumo (monofásico con M o trifásico con T).

- P dem: indica la potencia demandada para cada consumo.
- f.d.p: factor de potencia.
- Longitud: longitud de la línea de consumo.
- Intensidad: corriente calculada
- c.d.t: caída de tensión
- Sección por I: sección normalizada según corriente (ITC-19).
- Sección calculada por c.d.t: sección obtenida según la caída de tensión.

En la siguiente tabla se muestran las canalizaciones de cada vivienda:

CANALIZACIÓN					
Derivación	Sec.norm . por cdt	Sec. Elegida	Diámetro tubo	Secc.cond. Protección	Secc.neutr o
Vivienda 1	16	16	32	16	16
Vivienda 2	25	25	40	25	25
Vivienda 3	25	25	40	25	25
Vivienda 4	16	16	32	16	16
Vivienda 5	25	25	40	25	25
Vivienda 6	25	25	40	25	25
Vivienda 7	25	25	40	25	25
Vivienda 8	25	25	40	25	25
Vivienda 9	25	25	40	25	25
Vivienda 10	25	25	40	25	25
Vivienda 11	25	25	40	25	25
Vivienda 12	25	25	40	25	25
Vivienda 13	25	25	40	25	25
Vivienda 14	35	35	40	35	35
Vivienda 15	35	35	40	35	35
Vivienda 16	25	25	40	25	25
Local 1	16	25	40	25	25
Local 2	25	25	40	25	25
Local 3	25	25	40	25	25
Local 4	6	10	25	10	10
S.generales	6	10	32	10	10
Garaje	6	10	32	10	10

- Sección normalizada por c.d.t: sección normalizada según caída de tensión.
- Sección elegida: sección elegida entre la sección por corriente y por caída de tensión.
- Diámetro tubo: diámetro del tubo por dónde irán los conductores (ITC-21).
- Sección conductor de protección.
- Sección del neutro.

$$I = \frac{P}{\sqrt{3} \cdot V \cdot \cos \varphi} \quad \text{En el caso trifásico}$$

$$I = \frac{P}{V \cdot \cos \varphi} \quad \text{En el caso monofásico}$$

Considerando $V=400V$ cuando es trifásico y $V=230V$ cuando es monofásico.

-c.d.t : caída de tensión en % calculada.

$$S = \frac{100 \cdot \rho \cdot L \cdot P}{\varepsilon \cdot V^2} \quad \text{En el caso trifásico}$$

$$S = \frac{200 \cdot \rho \cdot L \cdot P}{\varepsilon \cdot V^2} \quad \text{En el caso monofásico}$$

Como datos tenemos $\rho=1/48$ y que $\varepsilon \leq 3\%$.

En algunos casos la sección calculada es bastante inferior a 10mm^2 , lo cual significa que se tendría que haber escogido una sección inferior, pero el Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión establece que la sección mínima de los conductores de cobre debe ser de 10mm^2 .

Se calcula la caída de tensión por cada caso y se puede apreciar que los cables pueden soportar esta tensión porque es inferior a 6,9V en el consumo monofásico y a 12V para el trifásico.

Según el REBT la sección del conductor neutro y la del de protección deben ser las mismas que la del conductor de fase correspondiente.

La sección mínima del tubo de canalización debe ser de 32mm² tanto por trifásico como por monofásico.

2.4 CIRCUITOS INTERIORES

Las secciones de los conductores de los circuitos interiores se pueden calcular mediante diferentes fórmulas, pero esto solamente es útil para distancias largas y no para las que pueden aparecer en un piso. Entonces, lo que se hace es asignar una sección a cada circuito que está estandarizada:

C1a y C1b	Iluminación	S=1,5mm²
C2a y C2b	Enchufes de uso general	S=2,5mm²
C3	Cocina y horno	S=6mm²
C4	Lavadora, lavaplatos y termo eléctrico	S=2,5mm²
C5	Baño, cuarto de cocina	S=2,5mm²
C6	Circuito adicional al C1	S=1,5mm²
C7	Circuito adicional al C2	S=2,5mm²
C8	Calefacción	S=6mm²
C9	Aire acondicionado	S=6mm²
C10	Secadora	S=2,5mm²
C11	Domótica	S=1,5mm²

Para todos los circuitos interiores, la sección del conductor neutro es de 10mm² y la del conductor de protección, 6mm². No son iguales a la sección de los circuitos correspondientes porque el REBT establece que la sección mínima del conductor neutro será de 10mm² si es de cobre, y la del conductor de protección de 6mm².

2.5 SERVICIOS GENERALES

En la tabla que se muestra seguidamente aparecen las secciones según caída de tensión e intensidad, la escogida y las secciones del conductor de protección y del neutro basándose en la ITC-RBT-19 y ITC-RBT-21:

	Tipo	P dem (W)	f.d.p.	Long.(m)	Intensidad (A)	c.d.t
Ascensor	T	7500	0,85	17,4	15,92	0,68
Grupo de presión	T	2500	0,85	5,8	5,31	0,13
Iluminación planta baja	M	1038	1	38,3	4,51	2,09
Iluminación zona común parking	M	546	1	2,17	4,27	1,12
Iluminación planta 1	M	546	1	21,7	4,27	1,12
Iluminación planta 2	M	546	1	25	4,27	1,29
Iluminación planta 3	M	546	1	28,3	4,27	1,46
Iluminación planta 4	M	546	1	31,6	4,27	1,63
Caja de escalera	M	109	1	31,6	0,85	0,33

Los términos utilizados en las tablas anteriormente expuestas son los siguientes:

- Tipo: indica la clase de consumo (monofásico con M o trifásico con T).
- P dem: indica la potencia demandada para cada consumo.
- f.d.p: factor de potencia.
- Longitud: longitud de la línea de consumo.

- Intensidad: corriente calculada
- c.d.t: caída de tensión en % calculada.

En la siguiente tabla se muestran las canalizaciones de cada vivienda:

CANALIZACIÓN						
Sección por I	Sec.calc. por cdt	Sec.norm. por cdt	Secc. elegida	Diámetro tubo	Secc. cond. Protección	Secc. neutro
2,5	0,34	1,5	2,5	20	2,5	2,5
1,5	0,04	1,5	1,5	20	1,5	1,5
1,5	1,04	1,5	1,5	20	1,5	1,5
1,5	0,31	1,5	1,5	20	1,5	1,5
1,5	0,31	1,5	1,5	20	1,5	1,5
1,5	0,36	1,5	1,5	20	1,5	1,5
1,5	0,41	1,5	1,5	20	1,5	1,5
1,5	0,45	1,5	1,5	20	1,5	1,5
1,5	0,09	1,5	1,5	20	1,5	1,5

- Sección por I: sección normalizada según corriente (ITC-19)
- Sección calculada por c.d.t: sección obtenida según la caída de tensión
- Sección normalizada por c.d.t: sección normalizada según caída de tensión.
- Sección elegida: sección elegida entre la sección por corriente y por caída de tensión.
- Diámetro tubo: diámetro del tubo por donde irán los conductores (ITC-21).
- Sección conductor de protección (ITC-19).
- Sección del neutro.

$$I = \frac{P}{\sqrt{3} \cdot V \cdot \cos \varphi} \quad \text{En el caso trifásico}$$

$$I = \frac{P}{V \cdot \cos \varphi} \quad \text{En el cas monofásico}$$

Considerando $V=400V$ cuando es trifásico y $V=230V$ cuando es monofásico.

Como datos se tiene $\rho = 1/48$ y que $\epsilon \leq 3\%$ en los circuitos de iluminación, y $\epsilon \leq 5\%$ en los circuitos de fuerza.

Se calcula la caída de tensión para cada caso y se puede apreciar que los cables pueden soportar esta tensión porque es inferior a $6,9V$ en el consumo monofásico y a $20V$ para el caso trifásico de fuerza.

Para receptores con lámparas de descarga, la carga mínima prevista en Voltampers será de 1,8 veces la potencia en Watios de las lámparas. En caso de distribución monofásica, el conductor neutro tendrá la misma sección que los de fase (ITC-44).

Los conductores que alimentan a un solo motor han de estar dimensionados para una intensidad del 125% de la intensidad a plena carga del motor (ITC-47).

Se escogen conductores aislados en tubos empotrados en paredes aislantes de PVC, y tubos y canales protectores en canalizaciones empotradas.

2.6. PUESTA A TIERRA

La puesta a tierra del edificio se calculará en base a la ITC-BT 18, del presente RBT.

La resistividad del terreno, es de $1000\Omega\text{m}$.

Dadas las características de la instalación y del tipo de protecciones que se colocarán (interruptores diferenciales, 40A/30mA), para evitar tensiones superiores a 50V, la resistencia máxima del conjunto de elementos totales será de 1667Ω .

$$R_a = \frac{50}{0,03} = 1667\Omega$$

Una vez obtenida la resistencia total (es la suma de la resistencia de la toma de tierra y de los conductores de las masas), pasaremos a calcular la resistencia del cable:

$$R_{\text{cable}} = \frac{2 \cdot \rho}{L}$$

Siendo:

ρ : Resistividad del terreno, hemos dicho anteriormente que era de $1000\Omega\text{m}$.

L : Perímetro del edificio expresado en (m), para nuestro caso hemos cogido 80m sobredimensionando para que la seguridad en el perímetro del edificio quede más que asegurada.

Aplicando la fórmula anterior, obtenemos la resistencia del cable.

$$R_{cable} = \frac{2 \cdot 1000}{80} = 25\Omega$$

Y ahora pasaremos a calcular el número de picas necesarias para nuestra instalación.

Primero calcularemos la resistencia total de las picas, teniendo en cuenta que para la naturaleza de nuestra instalación (instalación con pararrayos), la resistencia por pica tiene que ser de 15Ω . En el caso de no dispusiéramos de pararrayos sería de 37Ω .

Aplicando la fórmula siguiente, obtenemos la resistencia total de las picas.

$$R_{totaldepicas} = \frac{1}{\frac{1}{R_p} - \frac{1}{R_{cable}}}$$

Que según nuestros datos:

$$R_{totaldepicas} = \frac{1}{\frac{1}{15} - \frac{1}{25}} = 37,5\Omega$$

Una vez tenemos la resistencia total de las picas, podemos calcular las picas a instalar según la fórmula siguiente:

$$N^{\circ} \text{ picas} = \frac{\rho}{L_{pica} \cdot R_{totaldelaspicas}}$$

Siendo la longitud de la pica a instalar de 2m.

Aplicamos la fórmula y obtenemos el número de picas a instalar.

$$N^{\circ} \text{picas} = \frac{1000}{2 \cdot 37,5} = 13,33 \text{picas}$$

Por lo tanto habrá que instalar un total de 14 picas para ya que con 13 no llegaríamos a la norma establecida, distribuidas uniformemente por el perímetro del edificio, para que toda la superficie del mismo quede protegida.

3. SISTEMA DE VENTILACIÓN DEL APARCAMIENTO

DATOS

Superficie del parking: 497,04 m²

Longitud: 27,7748 m

Amplitud: 19,2976 m

Altura: 3 m

Cálculo del cabal de aire necesario:

La ventilación forzada del aparcamiento tendrá que asegurar una renovación mínima de aire de 15 m³/h por metro cuadrado de superficie:

$$\text{Cabal} = 15 \cdot 497,04 = 7455,6 \text{ m}^2/\text{h}$$

La ventilación forzada del aparcamiento tendrá que garantizar 6 renovaciones/hora de aire mínimas:

$$\begin{aligned} Q &= \text{Número renovaciones de aire por hora por volumen del local} \\ &\text{en m}^2 \text{ volumen parking} \\ h \times S &= 3 \cdot 497,04 = 1491,12 \text{ m}^2 \quad \text{Cabal} = 1491,12 \cdot 6 = 8946,72 \\ &\text{m}^2/\text{h} \end{aligned}$$

Escogemos el cabal de aire más grande: 8947 m²/h