

## **ÍNDICE**

### **1.- Memoria descriptiva**

- 1.1.- Objetivos del proyecto
- 1.2.- Promotor de la instalación y/o titular
- 1.3.- Emplazamiento de la instalación
- 1.4.- Descripción de la instalación
- 1.5.- Legislación aplicable
- 1.6.- Potencia total prevista para la instalación
- 1.7.- Descripción de la instalación
  - 1.7.1.- Caja general de protección
  - 1.7.2.- Derivaciones individuales
  - 1.7.3.- Instalaciones interiores o receptoras
  - 1.7.4.- Agua caliente sanitaria y climatización

### **2.- Memoria justificativa**

- 2.1.- Bases de cálculo
  - 2.1.1.- Sección de las líneas
    - 2.1.1.1.- Sección por intensidad máxima admisible o calentamiento
    - 2.1.1.2.- Sección por caída de tensión
    - 2.1.1.3.- Sección por intensidad de cortocircuito
  - 2.1.2.- Cálculo de las protecciones
    - 2.1.2.1.- Fusibles
    - 2.1.2.2.- Interruptores automáticos
    - 2.1.2.3.- Limitadores de sobretensión
    - 2.1.2.4.- Protección contra sobretensiones permanentes
  - 2.1.3.- Cálculo de la puesta a tierra
    - 2.1.3.1.- Diseño del sistema de puesta a tierra
    - 2.1.3.2.- Interruptores diferenciales
- 2.2.- Resultados de cálculo
  - 2.2.1.- Distribución de fases
  - 2.2.2.- Cálculos
  - 2.2.3.- Símbolos utilizados

## **1. MEMORIA DESCRIPTIVA**

## **1.- MEMORIA DESCRIPTIVA**

### **1.1.- Objetivos del proyecto**

El objeto de este proyecto técnico es especificar todos y cada uno de los elementos que componen la instalación eléctrica, así como justificar, mediante los correspondientes cálculos, el cumplimiento del Reglamento Electrotécnico para Baja Tensión e Instrucciones Técnicas Complementarias (ITC) BT01 a BT51.

### **1.2.- Promotor de la instalación y/o titular**

Nombre o Razón Social: AGENCIA DE LA VIVIENDA SOCIAL DE MADRID

CIF/NIF: Q2840001H

Dirección: Calle Basílica 23

Población: Madrid

CP: 28020

Teléfono: 915809100

Provincia: Madrid

Fax:

### **1.3.- Emplazamiento de la instalación**

El edificio 'VIVIENDA 2' se encuentra situado en .



### **1.4.- Descripción de la instalación**

El edificio 'VIVIENDA V3' se compone de:

– Viviendas

La obra cuenta con una vivienda situada en la planta 'Planta baja'.

– Servicios generales

– Garajes

– Zonas exteriores

### 1.5.- Legislación aplicable

En la realización del proyecto se han tenido en cuenta las siguientes normas y reglamentos:

- REBT-2002: Reglamento electrotécnico de baja tensión e Instrucciones técnicas complementarias.
- UNE 20460-5-523 2004: Intensidades admisibles en sistemas de conducción de cables.
- UNE 20-434-90: Sistema de designación de cables.
- UNE 20-435-90 Parte 2: Cables de transporte de energía aislados con dieléctricos secos extruidos para tensiones de 1 a 30 kV.
- UNE 20-460-90 Parte 4-43: Instalaciones eléctricas en edificios. Protección contra las sobreintensidades.
- UNE 20-460-90 Parte 5-54: Instalaciones eléctricas en edificios. Puesta a tierra y conductores de protección.
- EN-IEC 60 947-2:1996: Aparamenta de baja tensión. Interruptores automáticos.
- EN-IEC 60 947-2:1996 Anexo B: Interruptores automáticos con protección incorporada por intensidad diferencial residual.
- EN-IEC 60 947-3:1999: Aparamenta de baja tensión. Interruptores, seccionadores, interruptores-seccionadores y combinados fusibles.
- EN-IEC 60 269-1: Fusibles de baja tensión.
- EN 60 898: Interruptores automáticos para instalaciones domésticas y análogas para la protección contra sobreintensidades.
- 'Normas técnicas de diseño y calidad de las viviendas con protección pública de la comunidad de Madrid'.

### 1.6.- Potencia total prevista para la instalación

La potencia total prevista a considerar en el cálculo de los conductores de las instalaciones de enlace será:

Para viviendas:

La potencia total prevista en las viviendas se obtiene, de acuerdo a la ITC-BT-10, como producto de la potencia media aritmética por el coeficiente de simultaneidad obtenido de la tabla 1 de la citada ITC. La potencia media aritmética de las viviendas se obtiene como sigue:

$$P_m = \frac{\sum n_i \cdot P_{uni_i}}{N}$$

Dadas las características de la obra y los niveles de electrificación elegidos por el Promotor, puede establecerse la potencia total instalada y demandada por la instalación:

Potencia total prevista por instalación: CPM-1		
Concepto	P Unitaria (kW)	Número
Viviendas de electrificación elevada	9.200	1

Para el cálculo de la potencia de los cuadros y subcuadros de distribución se tiene en cuenta la acumulación de potencia de los diferentes circuitos alimentados aguas abajo, aplicando una simultaneidad a cada circuito en función de la naturaleza de las cargas y multiplicando finalmente por un factor de acumulación que varía en función del número de circuitos.

Para los circuitos que alimentan varias tomas de uso general, dado que en condiciones normales no se utilizan todas las tomas del circuito, la simultaneidad aplicada para el cálculo de la potencia acumulada aguas arriba se realiza aplicando la fórmula:

$$P_{acum} = \left( 0.1 + \frac{0.9}{N} \right) \cdot N \cdot P_{toma}$$

Finalmente, y teniendo en consideración que los circuitos de alumbrado y motores se acumulan directamente (coeficiente de simultaneidad 1), el factor de acumulación para el resto de circuitos varía en función de su número, aplicando la tabla:

Número de circuitos	Factor de simultaneidad
2 - 3	0.9
4 - 5	0.8
6 - 9	0.7
>= 10	0.6

## 1.7.- Descripción de la instalación

### 1.7.1.- Caja general de protección

Las cajas generales de protección (CGP) alojan los elementos de protección de las líneas generales de alimentación y marcan el principio de la propiedad de las instalaciones de los usuarios.

Se instalará una caja general de protección para cada esquema, con su correspondiente línea general de alimentación.

La caja general de protección se situará en zonas de acceso público.

Cuando las puertas de las CGP sean metálicas, deberán ponerse a tierra mediante un conductor de cobre.

Cuando el suministro sea para un único usuario o para dos usuarios alimentados desde el mismo lugar, conforme a la instrucción ITC-BT-12, al no existir línea general de alimentación, se simplifica la instalación colocando una caja de protección y medida (CPM).

### 1.7.2.- Derivaciones individuales

Las derivaciones individuales enlazan cada contador con su correspondiente cuadro general de mando y protección.

Para suministros monofásicos estarán formadas por un conductor de fase, un conductor de neutro y uno de protección, y para suministros trifásicos por tres conductores de fase, uno de neutro y uno de protección.

Los conductores de protección estarán integrados en sus derivaciones individuales y conectados a los embarrados de los módulos de protección de cada una de las centralizaciones de contadores de los edificios. Desde éstos, a través de los puntos de puesta a tierra, quedarán conectados a la red registrable de tierra del edificio.

A continuación se detallan los resultados obtenidos para cada derivación:

Derivaciones individuales				
Planta	Referencia	Longitud (m)	Línea	Tipo de instalación
0	(Cuadro de vivienda)	5.09	ES07Z1-K (AS) 3G10	Tubo empotrado D=40 mm

La ejecución de las canalizaciones y su tendido se hará de acuerdo con lo expresado en los documentos del presente proyecto.

Los tubos y canales protectoras que se destinen a contener las derivaciones individuales deberán ser de una sección nominal tal que permita ampliar la sección de los conductores inicialmente instalados en un 100%, siendo el diámetro exterior mínimo de 32 mm.

Se ha previsto la colocación de tubos de reserva desde la concentración de contadores hasta las viviendas o locales, para las posibles ampliaciones.

### 1.7.3.- Instalaciones interiores o receptoras

Viviendas

En la entrada de cada vivienda se instalará el cuadro general de mando y protección, que contará con los siguientes dispositivos de protección:

Interruptor general automático de corte omnipolar, que permita su accionamiento manual y que esté dotado de elementos de protección contra sobrecarga y cortocircuitos.

Interruptor diferencial general, destinado a la protección contra contactos indirectos de todos los circuitos, o varios interruptores diferenciales para la protección contra contactos indirectos de cada uno de los circuitos o grupos de circuitos en función del tipo o carácter de la instalación.

Interruptor automático de corte omnipolar, destinado a la protección contra sobrecargas y cortocircuitos de cada uno de los circuitos interiores.

La composición del cuadro y los circuitos interiores será la siguiente:

Circuitos interiores de la instalación			
Referencia	Longitud (m)	Línea	Tipo de instalación
(Cuadro de vivienda)	-		
Sub-grupo 1	-		
C1 (iluminación)	180.50	RV-K Multi 3G1.5	Tubo empotrado D=16 mm
C2 (tomas/extractor/frigorífico)	93.31	RV-K Multi 3G2.5	Tubo empotrado D=20 mm
C3 (cocina/horno)	8.42	RV-K Multi 3G6	Tubo empotrado D=25 mm
C4 (lavadora, lavavajillas y termo eléctrico) (interruptores automáticos 16A)	24.28	RV-K Multi 3G4	Tubo empotrado D=20 mm
C5 (baño y auxiliar de cocina)	29.45	RV-K Multi 3G2.5	Tubo empotrado D=20 mm
Sub-grupo 2	-		
C7 (tomas)	61.02	RV-K Multi 3G2.5	Tubo empotrado D=20 mm
C13 (Ventilación híbrida)	10.10	RV-K Multi 3G1.5	Tubo empotrado D=16 mm
C14 (Caldera de biomasa, monofásico)	9.67	RV-K Multi 3G2.5	Tubo empotrado D=20 mm
C15 (Sistema de alimentación, monofásico)	9.47	RV-K Multi 3G2.5	Tubo empotrado D=20 mm
C10 (secadora)	6.90	RV-K Multi 3G2.5	Tubo empotrado D=20 mm

#### 1.7.4.- Agua caliente sanitaria y climatización

La instalación incluye equipos para producción de A.C.S. y climatización, siendo su descripción, ubicación y potencia eléctrica la descrita en la siguiente tabla:

Equipos para producción de A.C.S. y climatización		
Descripción	Planta	P <sub>calc</sub> [W]
(Cuadro de vivienda)		
Termo eléctrico	0	1600.0(monof.)

## 2. MEMORIA JUSTIFICATIVA

## **2.- MEMORIA JUSTIFICATIVA**

### **2.1.- Bases de cálculo**

#### **2.1.1.- Sección de las líneas**

La determinación reglamentaria de la sección de un cable consiste en calcular la sección mínima normalizada que satisface simultáneamente las tres condiciones siguientes:

- a) Criterio de la intensidad máxima admisible o de calentamiento.

La temperatura del conductor del cable, trabajando a plena carga y en régimen permanente, no debe superar en ningún momento la temperatura máxima admisible asignada de los materiales que se utilizan para el aislamiento del cable. Esta temperatura se especifica en las normas particulares de los cables y es de 70°C para cables con aislamientos termoplásticos y de 90°C para cables con aislamientos termoestables.

- b) Criterio de la caída de tensión.

La circulación de corriente a través de los conductores ocasiona una pérdida de potencia transportada por el cable y una caída de tensión o diferencia entre las tensiones en el origen y extremo de la canalización. Esta caída de tensión debe ser inferior a los límites marcados por el Reglamento en cada parte de la instalación, con el objeto de garantizar el funcionamiento de los receptores alimentados por el cable.

- c) Criterio para la intensidad de cortocircuito.

La temperatura que puede alcanzar el conductor del cable, como consecuencia de un cortocircuito o sobreintensidad de corta duración, no debe sobrepasar la temperatura máxima admisible de corta duración (para menos de 5 segundos) asignada a los materiales utilizados para el aislamiento del cable. Esta temperatura se especifica en las normas particulares de los cables y es de 160°C para cables con aislamiento termoplásticos y de 250°C para cables con aislamientos termoestables.

##### **2.1.1.1.- Sección por intensidad máxima admisible o calentamiento**

En el cálculo de las instalaciones se ha comprobado que las intensidades de cálculo de las líneas son inferiores a las intensidades máximas admisibles de los conductores según la norma UNE 20460-5-523, teniendo en cuenta los factores de corrección según el tipo de instalación y sus condiciones particulares.

$$I_c < I_z$$

Intensidad de cálculo en servicio monofásico:

$$I_c = \frac{P_c}{U_f \cdot \cos \theta}$$

Intensidad de cálculo en servicio trifásico:

$$I_c = \frac{P_c}{\sqrt{3} \cdot U_l \cdot \cos \theta}$$

siendo:

I<sub>c</sub>: Intensidad de cálculo del circuito, en A

I<sub>z</sub>: Intensidad máxima admisible del conductor, en las condiciones de instalación, en A

P<sub>c</sub>: Potencia de cálculo, en W

U<sub>f</sub>: Tensión simple, en V

U<sub>l</sub>: Tensión compuesta, en V

cos θ: Factor de potencia

##### **2.1.1.2.- Sección por caída de tensión**

De acuerdo a las instrucciones ITC-BT-14, ITC-BT-15 y ITC-BT-19 del REBT se verifican las siguientes condiciones:



En las instalaciones de enlace, la caída de tensión no debe superar los siguientes valores:

- a) En el caso de contadores concentrados en un único lugar:
  - Línea general de alimentación: 0,5%
  - Derivaciones individuales: 1,0%
- b) En el caso de contadores concentrados en más de un lugar:
  - Línea general de alimentación: 1,0%
  - Derivaciones individuales: 0,5%

Para cualquier circuito interior de viviendas, la caída de tensión no debe superar el 3% de la tensión nominal.

Para el resto de circuitos interiores, la caída de tensión límite es de:

- Circuitos de alumbrado: 3,0%
- Resto de circuitos: 5,0%

Para receptores monofásicos la caída de tensión viene dada por:

Para receptores trifásicos la caída de tensión viene dada por:

$$\Delta U = \sqrt{3} \cdot L \cdot I_c \cdot (R \cos \varphi + X \sin \varphi)$$

siendo:

L: Longitud del cable, en m

X: Reactancia del cable, en  $\Omega/\text{km}$ . Se considera despreciable hasta un valor de sección del cable de 120 mm<sup>2</sup>. A partir de esta sección se considera un valor para la reactancia de 0,08  $\Omega/\text{km}$ .

R: Resistencia del cable, en  $\Omega/\text{m}$ . Viene dada por:

$$R = \rho \cdot \frac{1}{S}$$

siendo:

$\rho$ : Resistividad del material en  $\Omega \cdot \text{mm}^2/\text{m}$

S: Sección en mm<sup>2</sup>

Se comprueba la caída de tensión a la temperatura prevista de servicio del conductor, siendo ésta de:

$$T = T_0 + (T_{\text{max}} - T_0) \cdot \left( \frac{I_c}{I_z} \right)^2$$

siendo:

T: Temperatura real estimada en el conductor, en °C

T<sub>0</sub>: Temperatura ambiente para el conductor (40°C para cables al aire y 25°C para cables enterrados)

$T_{\max}$ : Temperatura máxima admisible del conductor según su tipo de aislamiento (90°C para conductores con aislamientos termoestables y 70°C para conductores con aislamientos termoplásticos, según la tabla 2 de la instrucción ITC-BT-07).

Con ello la resistividad a la temperatura prevista de servicio del conductor es de:

$$\rho_T = \rho_{20} \cdot [1 + \alpha \cdot (T - 20)]$$

para el cobre

$$\alpha = 0.00393^{\circ}\text{C}^{-1} \quad \rho_{20^{\circ}\text{C}} = \frac{1}{56} \Omega \cdot \text{mm}^2 / \text{m}$$

para el aluminio

$$\alpha = 0.00403^{\circ}\text{C}^{-1} \quad \rho_{20^{\circ}\text{C}} = \frac{1}{35} \Omega \cdot \text{mm}^2 / \text{m}$$

#### 2.1.1.3.- Sección por intensidad de cortocircuito

Se calculan las intensidades de cortocircuito máximas y mínimas, tanto en cabecera 'lccc' como en pie 'lccp', de cada una de las líneas que componen la instalación eléctrica, teniendo en cuenta que la máxima intensidad de cortocircuito se establece para un cortocircuito entre fases, y la mínima intensidad de cortocircuito para un cortocircuito fase-neutro.

Entre Fases:

$$I_{cc} = \frac{U_l}{\sqrt{3} \cdot Z_t}$$

Fase y Neutro:

$$I_{cc} = \frac{U_f}{2 \cdot Z_t}$$

siendo:

$U_l$ : Tensión compuesta, en V

$U_f$ : Tensión simple, en V

$Z_t$ : Impedancia total en el punto de cortocircuito, en  $\text{m}\Omega$

$I_{cc}$ : Intensidad de cortocircuito, en kA

La impedancia total en el punto de cortocircuito se obtiene a partir de la resistencia total y de la reactancia total de los elementos de la red aguas arriba del punto de cortocircuito:

$$Z_t = \sqrt{R_t^2 + X_t^2}$$

siendo:

$R_t$ : Resistencia total en el punto de cortocircuito.

Xt: Reactancia total en el punto de cortocircuito.

La impedancia total en cabecera se ha calculado teniendo en cuenta la ubicación del transformador y de la acometida.

En el caso de partir de un transformador se calcula la resistencia y reactancia del transformador aplicando la formulación siguiente:

$$R_{cc,T} = \frac{\varepsilon_{R_{cc,T}} \cdot U_l^2}{S_n}$$

$$X_{cc,T} = \frac{\varepsilon_{X_{cc,T}} \cdot U_l^2}{S_n}$$

siendo:

R<sub>cc,T</sub>: Resistencia de cortocircuito del transformador, en mΩ

X<sub>cc,T</sub>: Reactancia de cortocircuito del transformador, en mΩ

ε<sub>R<sub>cc,T</sub></sub>: Tensión resistiva de cortocircuito del transformador

ε<sub>X<sub>cc,T</sub></sub>: Tensión reactiva de cortocircuito del transformador

S<sub>n</sub>: Potencia aparente del transformador, en kVA

En el caso de introducir la intensidad de cortocircuito en cabecera, se estima la resistencia y reactancia de la acometida aguas arriba que genere la intensidad de cortocircuito indicada.

## 2.1.2.- Cálculo de las protecciones

### 2.1.2.1.- Fusibles

Los fusibles protegen a los conductores frente a sobrecargas y cortocircuitos.

Se comprueba que la protección frente a sobrecargas cumple que:

$$I_b \leq I_n \leq I_z$$

$$I_2 \leq 1.45 \cdot I_z$$

siendo:

I<sub>b</sub>: Intensidad que circula por el circuito, en A

I<sub>n</sub>: Intensidad nominal del dispositivo de protección, en A

I<sub>z</sub>: Intensidad máxima admisible del conductor, en las condiciones de instalación, en A

I<sub>2</sub>: Intensidad de funcionamiento de la protección, en A. En el caso de los fusibles de tipo gG se toma igual a 1,6 veces la intensidad nominal del fusible.

Frente a cortocircuito se verifica que los fusibles cumplen que:

- a) El poder de corte del fusible "Icu" es mayor que la máxima intensidad de cortocircuito que puede presentarse.

b) Cualquier intensidad de cortocircuito que puede presentarse se debe interrumpir en un tiempo inferior al que provocaría que el conductor alcanzase su temperatura límite (160°C para cables con aislamientos termoplásticos y 250°C para cables con aislamientos termoestables), comprobándose que:

$$b) \quad I_{cc,5s} > I_f$$

$$b) \quad I_{cc} > I_f$$

b) siendo:

$I_{cc}$ : Intensidad de cortocircuito en la línea que protege el fusible, en A

$I_f$ : Intensidad de fusión del fusible en 5 segundos, en A

$I_{cc,5s}$ : Intensidad de cortocircuito en el cable durante el tiempo máximo de 5 segundos, en A. Se calcula mediante la expresión:

$$b) \quad I_{cc} = \frac{k \cdot S}{\sqrt{t}}$$

b) siendo:

S: Sección del conductor, en mm<sup>2</sup>

t: tiempo de duración del cortocircuito, en s

k: constante que depende del material y aislamiento del conductor

PVC XLPE		
Cu	115	143
Al	76	94

La longitud máxima de cable protegida por un fusible frente a cortocircuito se calcula como sigue:

$$L_{\max} = \frac{U_f}{I_f \cdot \sqrt{(R_f + R_n)^2 + (X_f + X_n)^2}}$$

siendo:

$R_f$ : Resistencia del conductor de fase, en  $\Omega/\text{km}$

$R_n$ : Resistencia del conductor de neutro, en  $\Omega/\text{km}$

$X_f$ : Reactancia del conductor de fase, en  $\Omega/\text{km}$

$X_n$ : Reactancia del conductor de neutro, en  $\Omega/\text{km}$

### 2.1.2.2.- Interruptores automáticos

Al igual que los fusibles, los interruptores automáticos protegen frente a sobrecargas y cortocircuito.

Se comprueba que la protección frente a sobrecargas cumple que:

$$I_b \leq I_n \leq I_z$$

$$I_2 \leq 1.45 \cdot I_z$$

siendo:

$I_c$ : Intensidad que circula por el circuito, en A

$I_2$ : Intensidad de funcionamiento de la protección. En este caso, se toma igual a 1,45 veces la intensidad nominal del interruptor automático.

Frente a cortocircuito se verifica que los interruptores automáticos cumplen que:

- El poder de corte del interruptor automático 'Icu' es mayor que la máxima intensidad de cortocircuito que puede presentarse en cabecera del circuito.
- La intensidad de cortocircuito mínima en pie del circuito es superior a la intensidad de regulación del disparo electromagnético 'Imag' del interruptor automático según su tipo de curva.

	Imag
Curva B	5 x In
Curva C	10 x In
Curva D	20 x In

c) El tiempo de actuación del interruptor automático es inferior al que provocaría daños en el conductor por alcanzarse en el mismo la temperatura máxima admisible según su tipo de aislamiento. Para ello, se comparan los valores de energía específica pasante ( $I^2 \cdot t$ ) durante la duración del cortocircuito, expresados en  $A^2 \cdot s$ , que permite pasar el interruptor, y la que admite el conductor.

c) Para esta última comprobación se calcula el tiempo máximo en el que debería actuar la protección en caso de producirse el cortocircuito, tanto para la intensidad de cortocircuito máxima en cabecera de línea como para la intensidad de cortocircuito mínima en pie de línea, según la expresión ya reflejada anteriormente:

$$t = \frac{k^2 \cdot S^2}{I_{cc}^2}$$

c)

c) Los interruptores automáticos cortan en un tiempo inferior a 0,1 s, según la norma UNE 60898, por lo que si el tiempo anteriormente calculado estuviera por encima de dicho valor, el disparo del interruptor automático quedaría garantizado para cualquier intensidad de cortocircuito que se produjera a lo largo del cable. En caso contrario, se comprueba la curva  $I^2t$  del interruptor, de manera que el valor de la energía específica pasante del interruptor sea inferior a la energía específica pasante admisible por el cable.

$$I^2 \cdot t_{\text{interruptor}} \leq I^2 \cdot t_{\text{cable}}$$

c)

$$I^2 \cdot t_{\text{cable}} = k^2 \cdot S^2$$

c)

### 2.1.2.3.- Limitadores de sobretensión

Según ITC-BT-23, las instalaciones interiores se deben proteger contra sobretensiones transitorias siempre que la instalación no esté alimentada por una red de distribución subterránea en su totalidad, es decir, toda instalación que sea alimentada por algún tramo de línea de distribución aérea sin pantalla metálica unida a tierra en sus extremos deberá protegerse contra sobretensiones.

Los limitadores de sobretensión serán de clase C (tipo II) en los cuadros y, en el caso de que el edificio disponga de pararrayos, se añadirán limitadores de sobretensión de clase B (tipo I) en la centralización de contadores.

### 2.1.2.4.- Protección contra sobretensiones permanentes

La protección contra sobretensiones permanentes requiere un sistema de protección distinto del empleado en las sobretensiones transitorias. En vez de derivar a tierra para evitar el exceso de tensión, se necesita desconectar la instalación de la red eléctrica para evitar que la sobretensión llegue a los equipos.

El uso de la protección contra este tipo de sobretensiones es indispensable en áreas donde se puedan producir cortes continuos en el suministro de electricidad o donde existan fluctuaciones del valor de tensión suministrada por la compañía eléctrica.

En áreas donde se puedan producir cortes continuos en el suministro de electricidad o donde existan fluctuaciones del valor de tensión suministrada por la compañía eléctrica la instalación se protegerá contra sobretensiones permanentes, según se indica en el artículo 16.3 del REBT.

La protección consiste en una bobina asociada al interruptor automático que controla la tensión de la instalación y que, en caso de sobretensión permanente, provoca el disparo del interruptor asociado.

### 2.1.3.- Cálculo de la puesta a tierra

#### 2.1.3.1.- Diseño del sistema de puesta a tierra

Red de toma de tierra para estructura metálica compuesta por 32 m de cable conductor de cobre desnudo recocido de 35 mm<sup>2</sup> de sección para la línea principal de toma de tierra del edificio, enterrado a una profundidad mínima de 80 cm y 8 m de cable conductor de cobre desnudo recocido de 35 mm<sup>2</sup> de sección para la línea de enlace de toma de tierra de los pilares a conectar.

#### 2.1.3.2.- Interruptores diferenciales

Los interruptores diferenciales protegen frente a contactos directos e indirectos y deben cumplir los dos requisitos siguientes:

- a) Debe actuar correctamente para el valor de la intensidad de defecto calculada, de manera que la sensibilidad 'S' asignada al diferencial cumpla:

$$S \leq \frac{U_{seg}}{R_T}$$

a)

- a) siendo:

$U_{seg}$ : Tensión de seguridad, en V. De acuerdo a la instrucción ITC-BT-18 del reglamento REBT la tensión de seguridad es de 24 V para los locales húmedos y viviendas y 50 V para el resto.

$R_T$ : Resistencia de puesta a tierra, en ohm. Este valor debe ser inferior a 15 ohm para edificios con pararrayos y a 37 ohm en edificios sin pararrayos, de acuerdo con GUIA-BT-26.

- b) Debe desconectar en un tiempo compatible con el exigido por las curvas de seguridad.

Por otro lado, la sensibilidad del interruptor diferencial debe permitir la circulación de la intensidad de fugas de la instalación debida a las capacidades parásitas de los cables. Así, la intensidad de no disparo del diferencial debe tener un valor superior a la intensidad de fugas en el punto de instalación. La norma indica como intensidad mínima de no disparo la mitad de la sensibilidad.

## 2.2.- Resultados de cálculo

### 2.2.1.- Distribución de fases

La distribución de las fases se ha realizado de forma que la carga está lo más equilibrada posible.

CPM-1					
Planta	Esquema	$P_{calc}$ [W]	Potencia Eléctrica [W]		
			R	S	T
0	CPM-1	-	5773.3	5773.3	5773.3
0	(Cuadro de vivienda)	17320.0	5773.3	5773.3	5773.3

(Cuadro de vivienda)					
Nº de circuito	Tipo de circuito	Recinto	Potencia Eléctrica [W]		
			R	S	T
C13 (Caldera de biomasa, monofásico)	C13 (Caldera de biomasa, monofásico)	-	-	-	1100.0
C14 (Sistema de alimentación, monofásico)	C14 (Sistema de alimentación, monofásico)	-	-	-	62.5
C15 (Sistema adicional de llenado, trifásico)	C15 (Sistema adicional de llenado, trifásico)	-	2291.7	2291.7	2291.7

(Cuadro de vivienda)					
Nº de circuito	Tipo de circuito	Recinto	Potencia Eléctrica [W]		
			R	S	T
C16 (Ventilación híbrida)	C16 (Ventilación híbrida)	-	-	-	54.0
C1 (iluminación)	C1 (iluminación)	-	-	2300.0	-
C2 (tomas/extractor/frigorífico)	C2 (tomas)	-	-	-	2900.0
C7 (tomas)	C7 (tomas)	-	1000.0	-	-
C3 (cocina/horno)	C3 (cocina/extractor/horno)	-	5400.0	-	-
C4 (lavadora, lavavajillas y termo eléctrico)	C4 (lavadora, lavavajillas y termo eléctrico) (interruptores automáticos 16A)	-	-	3450.0	-
C5 (baño y auxiliar de cocina)	C5 (baño y auxiliar de cocina)	-	-	1400.0	-
C10 (secadora)	C10 (secadora)	-	-	-	3450.0

## 2.2.2.- Cálculos

### 2.2.1.- Distribución de fases

La distribución de las fases se ha realizado de forma que la carga está lo más equilibrada posible.

CPM-1					
Planta	Esquema	P <sub>calc</sub> [W]	Potencia Eléctrica [W]		
			R	S	T
0	CPM-1	-	5773.3	5773.3	5773.3
0	(Cuadro de vivienda)	17320.0	5773.3	5773.3	5773.3

(Cuadro de vivienda)					
Nº de circuito	Tipo de circuito	Recinto	Potencia Eléctrica [W]		
			R	S	T
C13 (Caldera de biomasa, monofásico)	C13 (Caldera de biomasa, monofásico)	-	-	-	1100.0
C14 (Sistema de alimentación, monofásico)	C14 (Sistema de alimentación, monofásico)	-	-	-	62.5
C15 (Sistema adicional de llenado, trifásico)	C15 (Sistema adicional de llenado, trifásico)	-	2291.7	2291.7	2291.7
C16 (Ventilación híbrida)	C16 (Ventilación híbrida)	-	-	-	54.0
C1 (iluminación)	C1 (iluminación)	-	-	2300.0	-
C2 (tomas/extractor/frigorífico)	C2 (tomas)	-	-	-	2900.0
C7 (tomas)	C7 (tomas)	-	1000.0	-	-
C3 (cocina/horno)	C3 (cocina/extractor/horno)	-	5400.0	-	-
C4 (lavadora, lavavajillas y termo eléctrico)	C4 (lavadora, lavavajillas y termo eléctrico) (interruptores automáticos 16A)	-	-	3450.0	-
C5 (baño y auxiliar de cocina)	C5 (baño y auxiliar de cocina)	-	-	1400.0	-
C10 (secadora)	C10 (secadora)	-	-	-	3450.0

## 2.2.2.- Cálculos

Los resultados obtenidos se resumen en las siguientes tablas:

### Derivaciones individuales

Datos de cálculo								
Planta	Esquema	P <sub>calc</sub> (kW)	Longitud (m)	Línea	I <sub>c</sub> (A)	I' <sub>z</sub> (A)	c.d.t (%)	c.d.t. <sub>ac</sub> (%)
0	(Cuadro de vivienda)	17.32	10.22	ES07Z1-K (AS) 5G6	25.00	32.00	0.38	0.38

Descripción de las instalaciones							
Esquema	Línea	Tipo de instalación	I <sub>z</sub> (A)	F <sub>Cagrup</sub>	R <sub>inc</sub> (%)	I' <sub>z</sub> (A)	

Descripción de las instalaciones						
Esquema	Línea	Tipo de instalación	I <sub>z</sub> (A)	F <sub>Cagrup</sub>	R <sub>inc</sub> (%)	I' <sub>z</sub> (A)
(Cuadro de vivienda)	ES07Z1-K (AS) 5G6	Tubo empotrado D=40 mm	32.00	1.00	-	32.00

Sobrecarga y cortocircuito											
Esquema	Línea	I <sub>c</sub> (A)	Protecciones Fusible (A)	I <sub>2</sub> (A)	I <sub>z</sub> (A)	I <sub>cu</sub> (kA)	I <sub>ccc</sub> (kA)	I <sub>ccp</sub> (kA)	t <sub>iccp</sub> (s)	t <sub>ficcp</sub> (s)	L <sub>max</sub> (m)
(Cuadro de vivienda)	ES07Z1-K (AS) 5G6	25.00	25	40.00	32.00	100	12.000	2.066	0.11	0.02	230.67

### Instalación interior

#### Viviendas

En la entrada de cada vivienda se instalará el cuadro general de mando y protección, que contará con los siguientes dispositivos de protección:

Interruptor general automático de corte omnipolar, que permita su accionamiento manual y que esté dotado de elementos de protección contra sobrecarga y cortocircuitos.

Interruptor diferencial general, destinado a la protección contra contactos indirectos de todos los circuitos, o varios interruptores diferenciales para la protección contra contactos indirectos de cada uno de los circuitos o grupos de circuitos en función del tipo o carácter de la instalación.

Interruptor automático de corte omnipolar, destinado a la protección contra sobrecargas y cortocircuitos de cada uno de los circuitos interiores.

Para cumplir con ITC-BT-47 en el caso particular de motores trifásicos, la protección contra sobrecargas y cortocircuitos se lleva a cabo mediante guardamotores, protección que cubre además el riesgo de la falta de tensión en una de sus fases.

La composición del cuadro y los circuitos interiores será la siguiente:

Datos de cálculo de (Cuadro de vivienda)							
Esquema	P <sub>calc</sub> (kW)	Longitud (m)	Línea	I <sub>c</sub> (A)	I' <sub>z</sub> (A)	c.d.t (%)	c.d.t <sub>ac</sub> (%)
<b>(Cuadro de vivienda)</b>							
<b>Sub-grupo 1</b>							
C15 (Sistema adicional de llenado, trifásico)	6.87	4.94	H07V-K 5G2.5	11.69	16.00	0.17	0.55
<b>Sub-grupo 2</b>							
C7 (tomas)	3.45	37.76	H07V-K 3G2.5	15.00	17.50	4.10	4.48
C3 (cocina/horno)	5.40	12.04	H07V-K 3G6	24.71	30.00	0.85	1.23
<b>Sub-grupo 3</b>							
C1 (iluminación)	2.30	183.66	H07V-K 3G1.5	10.00	13.00	1.67	2.05
C4 (lavadora, lavavajillas y termo eléctrico) (interruptores automáticos 16A)	3.45	29.65	H07V-K 3G4	15.79	23.00	0.78	1.16
C5 (baño y auxiliar de cocina)	3.45	46.97	H07V-K 3G2.5	15.00	17.50	1.30	1.67
<b>Sub-grupo 4</b>							
C2 (tomas/extractor/frigorífico)	3.45	124.77	H07V-K 3G2.5	15.00	17.50	1.28	1.66
C13 (Caldera de biomasa, monofásico)	1.10	4.57	H07V-K 3G2.5	5.63	17.50	0.15	0.53
C14 (Sistema de alimentación, monofásico)	0.06	4.75	H07V-K 3G2.5	0.32	17.50	-	0.39
C16 (Ventilación híbrida)	0.05	4.36	H07V-K 3G1.5	0.23	13.00	0.01	0.39
C10 (secadora)	3.45	11.56	H07V-K 3G2.5	15.79	17.50	1.26	1.64

Descripción de las instalaciones						
Esquema	Línea	Tipo de instalación	I <sub>z</sub> (A)	F <sub>Cagrup</sub>	R <sub>inc</sub> (%)	I' <sub>z</sub> (A)
C15 (Sistema adicional de llenado, trifásico)	H07V-K 5G2.5	Tubo empotrado D=20 mm	16.00	1.00	-	16.00
C7 (tomas)	H07V-K 3G2.5	Tubo empotrado D=20 mm	17.50	1.00	-	17.50
C3 (cocina/horno)	H07V-K 3G6	Tubo empotrado D=25 mm	30.00	1.00	-	30.00
C1 (iluminación)	H07V-K 3G1.5	Tubo empotrado D=16 mm	13.00	1.00	-	13.00



Descripción de las instalaciones						
Esquema	Línea	Tipo de instalación	$I_z$ (A)	$F_{Cagrup}$	$R_{inc}$ (%)	$I'_z$ (A)
C4 (lavadora, lavavajillas y termo eléctrico) (interruptores automáticos 16A)	H07V-K 3G4	Tubo empotrado D=20 mm	23.00	1.00	-	23.00
C5 (baño y auxiliar de cocina)	H07V-K 3G2.5	Tubo empotrado D=20 mm	17.50	1.00	-	17.50
C2 (tomas/extractor/frigorífico)	H07V-K 3G2.5	Tubo empotrado D=20 mm	17.50	1.00	-	17.50
C13 (Caldera de biomasa, monofásico)	H07V-K 3G2.5	Tubo empotrado D=20 mm	17.50	1.00	-	17.50
C14 (Sistema de alimentación, monofásico)	H07V-K 3G2.5	Tubo empotrado D=20 mm	17.50	1.00	-	17.50
C16 (Ventilación híbrida)	H07V-K 3G1.5	Tubo empotrado D=16 mm	13.00	1.00	-	13.00
C10 (secadora)	H07V-K 3G2.5	Tubo empotrado D=20 mm	17.50	1.00	-	17.50

Sobrecarga y cortocircuito ' (cuadro de vivienda)'										
Esquema	Línea	$I_c$ (A)	Protecciones ICP: In Guard: In Aut: In, curva Dif: In, sens, nº polos Telerruptor: In, nº polos	$I_2$ (A)	$I_z$ (A)	$I_{cu}$ (kA)	$I_{ccc}$ (kA)	$I_{ocp}$ (kA)	$t_{ccc}$ (s)	$t_{iccp}$ (s)
(Cuadro de vivienda)			ICP: 25 IGA: 25							
Sub-grupo 1			Dif: 25, 30, 4 polos							
C15 (Sistema adicional de llenado, trifásico)	H07V-K 5G2.5	11.69	Guard: 14	20.30	16.00	15	4.150	1.175	0.03	0.06
Sub-grupo 2			Dif: 25, 30, 2 polos							
C7 (tomas)	H07V-K 3G2.5	15.00	Aut: 16 {C',B'}	23.20	17.50	6	4.150	0.304	0.03	0.89
C3 (cocina/horno)	H07V-K 3G6	24.71	Aut: 25 {C',B',D'}	36.25	30.00	6	4.150	1.167	0.03	0.35
Sub-grupo 3			Dif: 25, 30, 2 polos							
C1 (iluminación)	H07V-K 3G1.5	10.00	Aut: 10 {C',B',D'}	14.50	13.00	6	4.150	0.449	0.03	0.15
C4 (lavadora, lavavajillas y termo eléctrico) (interruptores automáticos 16A)	H07V-K 3G4	15.79	Aut: 20 {C',B',D'}	29.00	23.00	6	4.150	0.968	0.03	0.23
C5 (baño y auxiliar de cocina)	H07V-K 3G2.5	15.00	Aut: 16 {C',B',D'}	23.20	17.50	6	4.150	0.730	0.03	0.16
Sub-grupo 4			Dif: 25, 30, 2 polos							
C2 (tomas/extractor/frigorífico)	H07V-K 3G2.5	15.00	Aut: 16 {C',B',D'}	23.20	17.50	6	4.150	0.735	0.03	0.15
C13 (Caldera de biomasa, monofásico)	H07V-K 3G2.5	5.63	Aut: 10 {C',B',D'}	14.50	17.50	6	4.150	1.215	0.03	0.06
C14 (Sistema de alimentación, monofásico)	H07V-K 3G2.5	0.32	Aut: 10 {C',B',D'}	14.50	17.50	6	4.150	1.195	0.03	0.06
C16 (Ventilación híbrida)	H07V-K 3G1.5	0.23	Aut: 10 {C',B',D'}	14.50	13.00	6	4.150	0.976	0.03	0.03
C10 (secadora)	H07V-K 3G2.5	15.79	Aut: 16 {C',B',D'}	23.20	17.50	6	4.150	0.745	0.03	0.15

#### Legenda

c.d.t	caída de tensión (%)
c.d.t <sub>ac</sub>	caída de tensión acumulada (%)
$I_c$	intensidad de cálculo del circuito (A)
$I_z$	intensidad máxima admisible del conductor en las condiciones de instalación (A)
$F_{Cagrup}$	factor de corrección por agrupamiento
$R_{inc}$	porcentaje de reducción de la intensidad admisible por conductor en zona de riesgo de incendio o explosión (%)
$I'_z$	intensidad máxima admisible corregida del conductor en las condiciones de instalación (A)
$I_2$	intensidad de funcionamiento de la protección (A)
$I_{cu}$	poder de corte de la protección (kA)
$I_{ccc}$	intensidad de cortocircuito al inicio de la línea (kA)
$I_{ocp}$	intensidad de cortocircuito al final de la línea (kA)

### Leyenda

$L_{max}$	longitud máxima de la línea protegida por el fusible a cortocircuito (A)
$P_{calc}$	potencia de cálculo (kW)
$t_{iccc}$	tiempo que el conductor soporta la intensidad de cortocircuito al inicio de la línea (s)
$t_{iccp}$	tiempo que el conductor soporta la intensidad de cortocircuito al final de la línea (s)
$t_{ficcp}$	tiempo de fusión del fusible para la intensidad de cortocircuito (s)

### 2.2.3.- Símbolos utilizados

A continuación se muestran los símbolos utilizados en los planos del proyecto:

	Servicio monofásico		Servicio trifásico
	Toma de termo eléctrico		Lavadora doméstica
	Lavavajillas doméstico		Toma de extractor
	Bomba de circulación		Caja de protección y medida (CPM)
	Cuadro individual		Posición de la toma de iluminación
	Toma de iluminación en la pared		Toma de uso general doble
	Toma de uso general triple		Toma de uso general
	Interruptor doble		Interruptor
	Zumbador		Toma de interfono
	Conmutador doble		Pulsador
	Toma de cocina		Toma de lavadora
	Toma de lavavajillas		Toma de baño / auxiliar de cocina
	Dispositivo de control centralizado para ventilación híbrida		Toma de secadora
	Registro para toma de cables de pares trenzados		Registro para toma de cables coaxiales para RTV
	Aspirador para ventilación híbrida		

En Madrid, Agosto de 2018

Fdo.: JOSE MANUEL GONZÁLEZ IZQUIERDO  
Arquitecto  
Nº Colegiado COAM: 12757