



**Universidad**  
Zaragoza

# **Trabajo Fin de Grado**

**ELECTRICAL INSTALLATION PROJECT AS A  
RESIDENTIAL AREA LOCATED IN ZARAGOZA**

**PROYECTO DE INSTALACIÓN ELÉCTRICA DE UNA  
URBANIZACIÓN UBICADA EN ZARAGOZA**

**DOC. 1. Memoria**

Autor:

**Daniel Ceresuela Arrazola**

Director:

**Rafael Segui Lahoz**

**EINA UNIZAR  
Diciembre 2016**



## ÍNDICE

<b>1. Antecedentes.</b>	<b>5</b>
<b>2. Objeto del Proyecto.</b>	<b>5</b>
<b>3. Peticionario</b>	<b>5</b>
<b>4. Normativa Aplicable.</b>	<b>5</b>
<b>5. Clasificación del local según REBT.</b>	<b>6</b>
<b>6. Características Generales de la Instalación Eléctrica</b>	<b>6</b>
<b>7. Potencia real instalada</b>	<b>6</b>
<b>8. Descripción General y Superficies.</b>	<b>7</b>
<b>9. Consideraciones de la instalación eléctrica</b>	<b>8</b>
<b>9.1. Conductores</b>	<b>8</b>
<b>9.2. Identificación de conductores</b>	<b>9</b>
<b>9.3. Subdivisión de las instalaciones</b>	<b>9</b>
<b>9.4. Equilibrado de cargas</b>	<b>10</b>
<b>9.5. Resistencia de aislamiento y rigidez dieléctrica</b>	<b>10</b>
<b>9.6. Conexiones</b>	<b>10</b>
<b>9.7. Sistemas de instalación</b>	<b>10</b>
<b>9.7.1. Prescripciones Generales</b>	<b>10</b>
<b>9.7.2. Conductores aislados bajo tubo protectores</b>	<b>11</b>
<b>9.7.3. Conductores aislados fijados directamente sobre las paredes</b>	<b>13</b>
<b>9.7.4. Conductores aislados enterrados</b>	<b>13</b>
<b>9.7.5. Conductores aislados directamente empotrados en estructuras</b>	<b>14</b>
<b>9.7.6. Conductores aislados en el interior de huecos de la construcción</b>	<b>14</b>
<b>9.7.7. Conductores aislados bajo canales protectoras</b>	<b>14</b>
<b>10. Centro de transformación.</b>	<b>15</b>
<b>10.1. Descripción de la instalación.</b>	<b>15</b>
<b>10.2. Instalación Eléctrica.</b>	<b>15</b>
<b>10.2.1 Características de la Red de Alimentación.</b>	<b>15</b>
<b>10.2.2 Características de la Aparamenta de Alta Tensión.</b>	<b>16</b>
<b>11. Acometida e Interruptores General de Baja Tensión.</b>	<b>18</b>



DOC.1.MEMORIA

<b>11.1. Acometida</b>	<b>18</b>
<b>11.2. Interruptor General de Baja Tensión.</b>	<b>19</b>
<b>12. Línea General de Alimentación, Centralización de contadores y Derivaciones individuales.</b>	<b>19</b>
<b>12.1. Línea General de Alimentación.</b>	<b>19</b>
<b>12.2. Centralización de Contadores.</b>	<b>21</b>
<b>12.2.1 Generalidades.</b>	<b>21</b>
<b>12.2.2 Formas de colocación.</b>	<b>21</b>
<b>12.3. Derivaciones Individuales.</b>	<b>23</b>
<b>13. Descripción de circuitos y líneas de distribución en vivienda</b>	<b>24</b>
<b>14. Receptores y sus características: Fuerza motriz en Viviendas</b>	<b>25</b>
<b>15. Receptores y sus características: Alumbrado Vivienda</b>	<b>27</b>
<b>16. Descripción de circuitos y líneas de distribución de S. Generales</b>	<b>27</b>
<b>16.1. Cuadro de Servicios generales</b>	<b>27</b>
<b>16.2. Cuadro Pista de Tenis.</b>	<b>28</b>
<b>16.3. Cuadro Cuarto Técnico.</b>	<b>28</b>
<b>16.4. Cuadro Gimnasio.</b>	<b>28</b>
<b>16.5. Cuadro Caseta Seguridad.</b>	<b>28</b>
<b>17. Receptores y sus características: Fuerza motriz en S. Generales.</b>	<b>29</b>
<b>18. Receptores y sus características: Alumbrado Servicios Generales</b>	<b>30</b>
<b>18.1. Alumbrado Interior</b>	<b>30</b>
<b>18.2. Alumbrado Exterior.</b>	<b>31</b>
<b>18.3. Alumbrado de emergencia.</b>	<b>38</b>
<b>18.3.1 Prescripciones de los aparatos para alumbrado de emergencia</b>	<b>38</b>
<b>19. Toma de tierra</b>	<b>38</b>
<b>19.1. Uniones a tierra</b>	<b>39</b>
<b>19.2. Conductores de equipotenciales</b>	<b>41</b>
<b>19.3. Resistencia de las tomas de tierra</b>	<b>41</b>
<b>19.4. Tomas de tierra independientes</b>	<b>41</b>
<b>19.5. Separación entre las tomas de tierra de las masas de las instalaciones de utilización y de las masas de un centro de transformación</b>	<b>41</b>
<b>19.6. Revisión de las tomas de tierra</b>	<b>42</b>
<b>20. Revisión del Presupuesto</b>	<b>43</b>



DOC.1.MEMORIA

<b>Zaragoza, 21 Noviembre del 2016</b>	<b>43</b>
<b>21. Conclusión: Lugar, fecha y firma del proyectista.</b>	<b>44</b>
<b>22. Anexo de Cálculos justificativos Eléctricos.</b>	<b>45</b>
<b>22.1. Formulario empleado</b>	<b>45</b>
<b>22.2. Cálculos Justificativos.</b>	<b>49</b>
<b>23. Anexo Estudio de Seguridad y Salud</b>	<b>87</b>
<b>23.1. Prevención de Riesgos Laborales.</b>	<b>87</b>
<b>23.1.1. Introducción</b>	<b>87</b>
<b>23.1.2 Derechos y obligaciones</b>	<b>87</b>
<b>23.1.3. Servicios de Prevención.</b>	<b>92</b>
<b>23.1.4. Consulta y participación de los trabajadores.</b>	<b>93</b>
<b>23.2. Disposiciones mínimas de seguridad y salud en los lugares de trabajo</b>	<b>94</b>
<b>23.2.1. Introducción.</b>	<b>94</b>
<b>23.2.2. Obligaciones del empresario.</b>	<b>94</b>
<b>23.3. Disposiciones mínimas de seguridad y salud para la utilización por los trabajadores de los equipos de trabajo</b>	<b>98</b>
<b>23.3.1 Introducción</b>	<b>98</b>
<b>23.3.2 Obligación general del empresario</b>	<b>98</b>
<b>23.4 Disposiciones mínimas de seguridad y salud en obras de construcción</b>	<b>103</b>
<b>23.4.1 Introducción</b>	<b>103</b>
<b>23.4.2 Estudio básico de seguridad y salud</b>	<b>104</b>
<b>23.4.3 Disposiciones específicas de seguridad y salud durante la ejecución de las obras</b>	<b>115</b>
<b>23.5 Disposiciones mínimas de seguridad y salud relativas a la utilización por los trabajadores de equipos de protección individual</b>	<b>116</b>
<b>23.5.1 Introducción</b>	<b>116</b>
<b>23.5.2 Obligaciones generales del empresario</b>	<b>116</b>

DOC.1.MEMORIA

## **1. Antecedentes.**

Se redacta el presente proyecto de edificio de pública concurrencia a petición de la Universidad de Zaragoza, con C.I.F.: XXXXXXXXX y domicilio social en calle Pedro Cerbuna nº 12, de Zaragoza, y a instancia de la Consejería de Trabajo e Industria, Delegación Provincial de Zaragoza y del Excmo. Ayuntamiento de Zaragoza.

## **2. Objeto del Proyecto.**

El objeto del presente proyecto corresponde al diseño de una instalación eléctrica para una urbanización, de acuerdo a las condiciones del reglamento vigente, con el fin de obtener la Autorización Administrativa y la de Ejecución de la instalación, así como servir de base a la hora de proceder a la ejecución de dicho proyecto.

La instalación está ubicada en Zaragoza y consta de 24 viviendas unifamiliares y los servicios generales que constituyen dicha urbanización.

## **3. Peticionario**

Se redacta el presente proyecto de ELECTRICAL INSTALLATION PROJECT AS A RESIDENTIAL AREA LOCATED IN ZARAGOZA, a petición de la Escuela de Ingeniería y Arquitectura de la Universidad de Zaragoza con NIF/CIF Q5018001G y domicilio social en calle Pedro Cerbuna nº 12, de Zaragoza, y a instancia de la Consejería de Trabajo e Industria, Delegación Provincial de Zaragoza y del Excmo. Ayuntamiento de Zaragoza

## **4. Normativa Aplicable.**

El presente proyecto recoge las características de los materiales, los cálculos que justifican su empleo y la forma de ejecución de las obras a realizar, dando con ello cumplimiento a las siguientes disposiciones:

- Reglamento Electrotécnico para Baja Tensión e Instrucciones Técnicas Complementarias (Real Decreto 842/2002 de 2 de Agosto de 2002).
- Real Decreto 1955/2000 de 1 de Diciembre, por el que se regulan las Actividades de Transporte, Distribución, Comercialización, Suministro y Procedimientos de Autorización de Instalaciones de Energía Eléctrica.
- Código Técnico de la Edificación, DB SI sobre Seguridad en caso de incendio.
- Código Técnico de la Edificación, DB HE sobre Ahorro de energía.
- Código Técnico de la Edificación, DB SU sobre Seguridad de utilización.
- Código Técnico de la Edificación, DB-HR sobre Protección frente al ruido.
- Reglamento de Instalaciones Térmicas en los Edificios.
- Normas Técnicas para la accesibilidad y la eliminación de barreras arquitectónicas, urbanísticas y en el transporte.
- Ley 31/1995, de 8 de noviembre, de Prevención de Riesgos Laborales.

DOC.1.MEMORIA

- Real Decreto 1627/1997 de 24 de octubre de 1.997, sobre Disposiciones mínimas de seguridad y salud en las obras.
- Real Decreto 486/1997 de 14 de abril de 1997, sobre Disposiciones mínimas de seguridad y salud en los lugares de trabajo.
- Real Decreto 485/1997 de 14 de abril de 1997, sobre Disposiciones mínimas en materia de señalización de seguridad y salud en el trabajo.
- Real Decreto 1215/1997 de 18 de julio de 1997, sobre Disposiciones mínimas de seguridad y salud para la utilización por los trabajadores de los equipos de trabajo.
- Real Decreto 773/1997 de 30 de mayo de 1997, sobre Disposiciones mínimas de seguridad y salud relativas a la utilización por los trabajadores de equipos de protección individual.
- Reglamento sobre condiciones técnicas y garantías de seguridad en instalaciones eléctricas de alta tensión, aprobada por Real Decreto 337/2014 de 9 de mayo de 2014.

## 5. Clasificación del local según REBT.

Según la ITC-04 del Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión (REBT), las instalaciones correspondientes a viviendas unifamiliares están clasificadas dentro del tipo 1ª y responden las ITC-25 ITC-26 e ITC-27

## 6. Características Generales de la Instalación Eléctrica

La instalación consta de un CT que es propiedad privada situado en la planta calle.

En la misma planta tenemos ubicada la centralización de contadores en un cuarto anexo al CT llamado cuarto técnico.

De la centralización de contadores saldrán las alimentaciones a los siguientes cuadros:

NOMBRE DEL CUADRO	UBICACION
Xcgp 1-Xcgp 24	Cuadros Viviendas
Xcgp SG	Cuadro Servicios Generales

Del cuadro de Servicios Generales saldrán los siguientes cuadros de suministros:

NOMBRE DEL CUADRO	UBICACION
Xcgp25	Cuadro Pistas de Tenis
Xcgp 26	Cuadro Cuarto Técnico
Xcgp 27	Cuadro Gimnasio
Xcgp 28	Cuadro Caseta de Seguridad.

## 7. Potencia real instalada

Xcgp 1 – Xcgp 24	24viviendas x 9200W= 220800W
Xcgp SG	
Xcgp 25	8780W
Xcgp 26	4272.2W
Xcgp 27	8548W
Xcgp 28	8926.6W

DOC.1.MEMORIA

La potencia real instalada será la suma de las potencias de cada una de las viviendas más la potencia de todos los servicios generales.

Servicios Generales: 45611.2 W

Viviendas: 220800W

POTENCIA TOTAL: 266411.2W

## 8. Descripción General y Superficies.

La urbanización consta de un total de 24734,65 m<sup>2</sup> que se distribuyen de la siguiente forma:

### VIVIENDAS:

Planta Calle 340.47 m<sup>2</sup>

CUARTOS	SUPERFICIE ( m <sup>2</sup> )
Cocina	17.77
Baño 1	3.12
Lavandería	5.05
Terraza	19.5
Rampa acceso garaje	24.91
Salón	44.78
Pasillo 2	5.12
Entrada	9.75
Acceso a entrada	51.96
Patio	10.22
Pasillo 3	9.91
Habitación 1	12.69
Vestidor	3.91
Pasillo 4	48.3
Baño 2	5.8
Habitación 2	10.99
Terraza 2	6.22
Porche	50.47

Planta Primera 173.06 m<sup>2</sup>

CUARTOS	SUPERFICIE ( m <sup>2</sup> )
Terraza 3	54.64
Terraza 4	42.17
Habitación 4	15.39
Baño 4	5.99
Pasillo 6	4.54
Habitación 5	12.29
Patio	10.02
Pasillo 5	4.26

DOC.1.MEMORIA

Escaleras	8.39
Habitación 3	10.34
Baño 3	5.03

Planta Sótano 202.29  $m^2$

CUARTOS	SUPERFICIE ( $m^2$ )
Garaje y Plazas	134.11
Rampa	34.02
Trastero	11.60
Escaleras	11.6
Instalaciones	10.96

SERVICIOS GENERALES

Gimnasio

CUARTOS	SUPERFICIE ( $m^2$ )
Gimnasio	48.96
Servicio	16
Servicio	16
Zona Termal	24.4

Cuarto Técnico 150.84  $m^2$

Caseta de Seguridad 6.66  $m^2$

## 9. Consideraciones de la instalación eléctrica

Los tipos de circuitos independientes serán los que se indican a continuación y estarán protegidos cada uno de ellos por un interruptor automático de corte unipolar con accionamiento manual y dispositivos de protección contra sobrecargas y c.c. Todos los circuitos incluirán el conductor de protección o tierra.

### 9.1. Conductores

Los conductores y cables que se empleen en las instalaciones serán de cobre o aluminio y serán siempre aislados. La tensión asignada no será inferior a 450/750 V. La sección de los conductores a utilizar se determinará de forma que la caída de tensión entre el origen de la instalación interior y cualquier punto de utilización sea menor del 3 % para alumbrado y del 5 % para los demás usos.

El valor de la caída de tensión podrá compensarse entre la de la instalación interior (3-5 %) y la de la derivación individual (1,5 %), de forma que la caída de tensión total sea inferior a la suma de los valores límites especificados para ambas (4,5-6,5 %). Para instalaciones que se alimenten directamente en alta tensión, mediante un transformador propio, se considerará que



#### DOC.1.MEMORIA

la instalación interior de baja tensión tiene su origen a la salida del transformador, siendo también en este caso las caídas de tensión máximas admisibles del 4,5 % para alumbrado y del 6,5 % para los demás usos.

En instalaciones interiores, para tener en cuenta las corrientes armónicas debidas a cargas no lineales y posibles desequilibrios, salvo justificación por cálculo, la sección del conductor neutro será como mínimo igual a la de las fases. No se utilizará un mismo conductor neutro para varios circuitos.

Las intensidades máximas admisibles, se regirán en su totalidad por lo indicado en la Norma UNE 20.460-5-523 y su anexo Nacional.

Los conductores de protección tendrán una sección mínima igual a la fijada en la tabla siguiente:

<u>Sección conductores fase (mm<sup>2</sup>)</u>	<u>Sección conductores protección (mm<sup>2</sup>)</u>
$S_f \leq 16$	$S_f$
$16 < S_f \leq 35$	16
$S_f > 35$	$S_f/2$

### 9.2. Identificación de conductores

Los conductores de la instalación deben ser fácilmente identificables, especialmente por lo que respecta al conductor neutro y al conductor de protección. Esta identificación se realizará por los colores que presenten sus aislamientos. Cuando exista conductor neutro en la instalación o se prevea para un conductor de fase su pase posterior a conductor neutro, se identificarán éstos por el color azul claro. Al conductor de protección se le identificará por el color verde-amarillo. Todos los conductores de fase, o en su caso, aquellos para los que no se prevea su pase posterior a neutro, se identificarán por los colores marrón, negro o gris.

### 9.3. Subdivisión de las instalaciones

Las instalaciones se subdividirán de forma que las perturbaciones originadas por averías que puedan producirse en un punto de ellas, afecten solamente a ciertas partes de la instalación, por ejemplo a un sector del edificio, a una planta, a un solo local, etc., para lo cual los dispositivos de protección de cada circuito estarán adecuadamente coordinados y serán selectivos con los dispositivos generales de protección que les precedan.

Toda instalación se dividirá en varios circuitos, según las necesidades, a fin de:

- Evitar las interrupciones innecesarias de todo el circuito y limitar las consecuencias de un fallo.
- Facilitar las verificaciones, ensayos y mantenimientos.
- Evitar los riesgos que podrían resultar del fallo de un solo circuito que pudiera dividirse, como por ejemplo si solo hay un circuito de alumbrado.

DOC.1.MEMORIA

#### **9.4. Equilibrado de cargas**

Para que se mantenga el mayor equilibrio posible en la carga de los conductores que forman parte de una instalación, se procurará que aquella quede repartida entre sus fases o conductores polares.

#### **9.5. Resistencia de aislamiento y rigidez dieléctrica**

Las instalaciones deberán presentar una resistencia de aislamiento al menos igual a los valores indicados en la tabla siguiente:

Tensión nominal instalación	Tensión ensayo corriente continua (V)	R aislamiento (MW)
MBTS o MBTP	250	$\geq 0,25$
$\leq 500$ V	500	$\geq 0,50$
$> 500$ V	1000	$\geq 1,00$

La rigidez dieléctrica será tal que, desconectados los aparatos de utilización (receptores), resista durante 1 minuto una prueba de tensión de  $2U + 1000$  V a frecuencia industrial, siendo U la tensión máxima de servicio expresada en voltios, y con un mínimo de 1.500 V.

Las corrientes de fuga no serán superiores, para el conjunto de la instalación o para cada uno de los circuitos en que ésta pueda dividirse a efectos de su protección, a la sensibilidad que presenten los interruptores diferenciales instalados como protección contra los contactos indirectos.

#### **9.6. Conexiones**

En ningún caso se permitirá la unión de conductores mediante conexiones y/o derivaciones por simple retorcimiento o arrollamiento entre sí de los conductores, sino que deberá realizarse siempre utilizando bornes de conexión montados individualmente o constituyendo bloques o regletas de conexión; puede permitirse asimismo, la utilización de bridas de conexión. Siempre deberán realizarse en el interior de cajas de empalme y/o de derivación.

Si se trata de conductores de varios alambres cableados, las conexiones se realizarán de forma que la corriente se reparta por todos los alambres componentes.

#### **9.7. Sistemas de instalación**

##### **9.7.1. Prescripciones Generales**

Varios circuitos pueden encontrarse en el mismo tubo o en el mismo compartimento de canal si todos los conductores están aislados para la tensión asignada más elevada.

En caso de proximidad de canalizaciones eléctricas con otras no eléctricas, se dispondrán de forma que entre las superficies exteriores de ambas se mantenga una distancia mínima de 3 cm. En caso de proximidad con conductos de calefacción, de aire caliente, vapor o

#### DOC.1.MEMORIA

humo, las canalizaciones eléctricas se establecerán de forma que no puedan alcanzar una temperatura peligrosa y, por consiguiente, se mantendrán separadas por una distancia conveniente o por medio de pantallas calorífugas.

Las canalizaciones eléctricas no se situarán por debajo de otras canalizaciones que puedan dar lugar a condensaciones, tales como las destinadas a conducción de vapor, de agua, de gas, etc., a menos que se tomen las disposiciones necesarias para proteger las canalizaciones eléctricas contra los efectos de estas condensaciones.

Las canalizaciones deberán estar dispuestas de forma que faciliten su maniobra, inspección y acceso a sus conexiones. Las canalizaciones eléctricas se establecerán de forma que mediante la conveniente identificación de sus circuitos y elementos, se pueda proceder en todo momento a reparaciones, transformaciones, etc.

En toda la longitud de los pasos de canalizaciones a través de elementos de la construcción, tales como muros, tabiques y techos, no se dispondrán empalmes o derivaciones de cables, estando protegidas contra los deterioros mecánicos, las acciones químicas y los efectos de la humedad.

Las cubiertas, tapas o envoltentes, mandos y pulsadores de maniobra de aparatos tales como mecanismos, interruptores, bases, reguladores, etc, instalados en los locales húmedos o mojados, serán de material aislante.

#### **9.7.2. Conductores aislados bajo tubo protectores**

Los cables utilizados serán de tensión asignada no inferior a 450/750 V.

El diámetro exterior mínimo de los tubos, en función del número y la sección de los conductores a conducir, se obtendrá de las tablas indicadas en la ITC-BT-21, así como las características mínimas según el tipo de instalación.

Para la ejecución de las canalizaciones bajo tubos protectores, se tendrán en cuenta las prescripciones generales siguientes:

- El trazado de las canalizaciones se hará siguiendo líneas verticales y horizontales o paralelas a las aristas de las paredes que limitan el local donde se efectúa la instalación.
- Los tubos se unirán entre sí mediante accesorios adecuados a su clase que aseguren la continuidad de la protección que proporcionan a los conductores.
- Los tubos aislantes rígidos curvables en caliente podrán ser ensamblados entre sí en caliente, recubriendo el empalme con una cola especial cuando se precise una unión estanca.
- Las curvas practicadas en los tubos serán continuas y no originarán reducciones de sección inadmisibles. Los radios mínimos de curvatura para cada clase de tubo serán los especificados por el fabricante conforme a UNE-EN.
- Será posible la fácil introducción y retirada de los conductores en los tubos después de colocarlos y fijados éstos y sus accesorios, disponiendo para ello los registros que se consideren convenientes, que en tramos rectos no estarán separados entre sí más de 15 metros. El número de curvas en ángulo situadas entre dos registros consecutivos no será superior a 3. Los conductores se alojarán normalmente en los tubos después de

#### DOC.1.MEMORIA

colocados éstos.

- Los registros podrán estar destinados únicamente a facilitar la introducción y retirada de los conductores en los tubos o servir al mismo tiempo como cajas de empalme o derivación.
- Las conexiones entre conductores se realizarán en el interior de cajas apropiadas de material aislante y no propagador de la llama. Si son metálicas estarán protegidas contra la corrosión. Las dimensiones de estas cajas serán tales que permitan alojar holgadamente todos los conductores que deban contener. Su profundidad será al menos igual al diámetro del tubo mayor más un 50 % del mismo, con un mínimo de 40 mm. Su diámetro o lado interior mínimo será de 60 mm. Cuando se quieran hacer estancas las entradas de los tubos en las cajas de conexión, deberán emplearse prensaestopas o racores adecuados.
- En los tubos metálicos sin aislamiento interior, se tendrá en cuenta la posibilidad de que se produzcan condensaciones de agua en su interior, para lo cual se elegirá convenientemente el trazado de su instalación, previendo la evacuación y estableciendo una ventilación apropiada en el interior de los tubos mediante el sistema adecuado, como puede ser, por ejemplo, el uso de una "T" de la que uno de los brazos no se emplea.
- Los tubos metálicos que sean accesibles deben ponerse a tierra. Su continuidad eléctrica deberá quedar convenientemente asegurada. En el caso de utilizar tubos metálicos flexibles, es necesario que la distancia entre dos puestas a tierra consecutivas de los tubos no exceda de 10 metros.
- No podrán utilizarse los tubos metálicos como conductores de protección o de neutro.

Cuando los tubos se instalen en montaje superficial, se tendrán en cuenta, además, las siguientes prescripciones:

- Los tubos se fijarán a las paredes o techos por medio de bridas o abrazaderas protegidas contra la corrosión y sólidamente sujetas. La distancia entre éstas será, como máximo, de 0,50 metros. Se dispondrán fijaciones de una y otra parte en los cambios de dirección, en los empalmes y en la proximidad inmediata de las entradas en cajas o aparatos.
- Los tubos se colocarán adaptándose a la superficie sobre la que se instalan, curvándose o usando los accesorios necesarios.
- En alineaciones rectas, las desviaciones del eje del tubo respecto a la línea que une los puntos extremos no serán superiores al 2 por 100.
- Es conveniente disponer los tubos, siempre que sea posible, a una altura mínima de 2,50 metros sobre el suelo, con objeto de protegerlos de eventuales daños mecánicos.

Cuando los tubos se coloquen empotrados, se tendrán en cuenta, además, las siguientes prescripciones:

- En la instalación de los tubos en el interior de los elementos de la construcción, las rozas no pondrán en peligro la seguridad de las paredes o techos en que se practiquen. Las dimensiones de las rozas serán suficientes para que los tubos queden recubiertos por una capa de 1 centímetro de espesor, como mínimo. En los ángulos, el espesor de esta capa puede reducirse a 0,5 centímetros.
- No se instalarán entre forjado y revestimiento tubos destinados a la instalación eléctrica de las plantas inferiores.
- Para la instalación correspondiente a la propia planta, únicamente podrán instalarse, entre forjado y revestimiento, tubos que deberán quedar recubiertos por una capa de

#### DOC.1.MEMORIA

hormigón o mortero de 1 centímetro de espesor, como mínimo, además del revestimiento.

- En los cambios de dirección, los tubos estarán convenientemente curvados o bien provistos de codos o "T" apropiados, pero en este último caso sólo se admitirán los provistos de tapas de registro.
- Las tapas de los registros y de las cajas de conexión quedarán accesibles y desmontables una vez finalizada la obra. Los registros y cajas quedarán enrasados con la superficie exterior del revestimiento de la pared o techo cuando no se instalen en el interior de un alojamiento cerrado y practicable.
- En el caso de utilizarse tubos empotrados en paredes, es conveniente disponer los recorridos horizontales a 50 centímetros como máximo, de suelo o techos y los verticales a una distancia de los ángulos de esquinas no superior a 20 centímetros.

#### 9.7.3. Conductores aislados fijados directamente sobre las paredes

Estas instalaciones se establecerán con cables de tensiones asignadas no inferiores a 0,6/1 kV, provistos de aislamiento y cubierta (se incluyen cables armados o con aislamiento mineral).

Para la ejecución de las canalizaciones se tendrán en cuenta las siguientes prescripciones:

- Se fijarán sobre las paredes por medio de bridas, abrazaderas, o collares de forma que no perjudiquen las cubiertas de los mismos.
- Con el fin de que los cables no sean susceptibles de doblarse por efecto de su propio peso, los puntos de fijación de los mismos estarán suficientemente próximos. La distancia entre dos puntos de fijación sucesivos, no excederá de 0,40 metros.
- Cuando los cables deban disponer de protección mecánica por el lugar y condiciones de instalación en que se efectúe la misma, se utilizarán cables armados. En caso de no utilizar estos cables, se establecerá una protección mecánica complementaria sobre los mismos.
- Se evitará curvar los cables con un radio demasiado pequeño y salvo prescripción en contra fijada en la Norma UNE correspondiente al cable utilizado, este radio no será inferior a 10 veces el diámetro exterior del cable.
- Los cruces de los cables con canalizaciones no eléctricas se podrán efectuar por la parte anterior o posterior a éstas, dejando una distancia mínima de 3 cm entre la superficie exterior de la canalización no eléctrica y la cubierta de los cables cuando el cruce se efectúe por la parte anterior de aquélla.
- Los extremos de los cables serán estancos cuando las características de los locales o emplazamientos así lo exijan, utilizándose a este fin cajas u otros dispositivos adecuados. La estanqueidad podrá quedar asegurada con la ayuda de prensaestopas.
- Los empalmes y conexiones se harán por medio de cajas o dispositivos equivalentes provistos de tapas desmontables que aseguren a la vez la continuidad de la protección mecánica establecida, el aislamiento y la inaccesibilidad de las conexiones y permitiendo su verificación en caso necesario.

#### 9.7.4. Conductores aislados enterrados

Las condiciones para estas canalizaciones, en las que los conductores aislados deberán

DOC.1.MEMORIA

ir bajo tubo salvo que tengan cubierta y una tensión asignada 0,6/1kV, se establecerán de acuerdo con lo señalado en la Instrucciones ITC-BT-07 e ITC-BT-21.

#### **9.7.5. Conductores aislados directamente empotrados en estructuras**

Para estas canalizaciones son necesarios conductores aislados con cubierta (incluidos cables armados o con aislamiento mineral). La temperatura mínima y máxima de instalación y servicio será de -5°C y 90°C respectivamente (polietileno reticulado o etileno-propileno).

#### **9.7.6. Conductores aislados en el interior de huecos de la construcción**

Los cables utilizados serán de tensión asignada no inferior a 450/750 V.

Los cables o tubos podrán instalarse directamente en los huecos de la construcción con la condición de que sean no propagadores de la llama.

Los huecos en la construcción admisibles para estas canalizaciones podrán estar dispuestos en muros, paredes, vigas, forjados o techos, adoptando la forma de conductos continuos o bien estarán comprendidos entre dos superficies paralelas como en el caso de falsos techos o muros con cámaras de aire.

La sección de los huecos será, como mínimo, igual a cuatro veces la ocupada por los cables o tubos, y su dimensión más pequeña no será inferior a dos veces el diámetro exterior de mayor sección de éstos, con un mínimo de 20 milímetros.

Las paredes que separen un hueco que contenga canalizaciones eléctricas de los locales inmediatos, tendrán suficiente solidez para proteger éstas contra acciones previsibles.

Se evitarán, dentro de lo posible, las asperezas en el interior de los huecos y los cambios de dirección de los mismos en un número elevado o de pequeño radio de curvatura.

La canalización podrá ser reconocida y conservada sin que sea necesaria la destrucción parcial de las paredes, techos, etc., o sus guarnecidos y decoraciones.

Los empalmes y derivaciones de los cables serán accesibles, disponiéndose para ellos las cajas de derivación adecuadas.

Se evitará que puedan producirse infiltraciones, fugas o condensaciones de agua que puedan penetrar en el interior del hueco, prestando especial atención a la impermeabilidad de sus muros exteriores, así como a la proximidad de tuberías de conducción de líquidos, penetración de agua al efectuar la limpieza de suelos, posibilidad de acumulación de aquella en partes bajas del hueco, etc.

#### **9.7.7. Conductores aislados bajo canales protectoras**

La canal protectora es un material de instalación constituido por un perfil de paredes perforadas o no, destinado a alojar conductores o cables y cerrado por una tapa desmontable. Los cables utilizados serán de tensión asignada no inferior a 450/750 V.

## DOC.1.MEMORIA

Las canales protectoras tendrán un grado de protección IP4X y estarán clasificadas como "canales con tapa de acceso que sólo pueden abrirse con herramientas". En su interior se podrán colocar mecanismos tales como interruptores, tomas de corriente, dispositivos de mando y control, etc. siempre que se fijen de acuerdo con las instrucciones del fabricante. También se podrán realizar empalmes de conductores en su interior y conexiones a los mecanismos.

Las canales protectoras para aplicaciones no ordinarias deberán tener unas características mínimas de resistencia al impacto, de temperatura mínima y máxima de instalación y servicio, de resistencia a la penetración de objetos sólidos y de resistencia a la penetración de agua, adecuadas a las condiciones del emplazamiento al que se destina; asimismo las canales serán no propagadoras de la llama. Dichas características serán conformes a las normas de la serie UNE-EN 50.085.

El trazado de las canalizaciones se hará siguiendo preferentemente líneas verticales y horizontales o paralelas a las aristas de las paredes que limitan al local donde se efectúa la instalación.

Las canales con conductividad eléctrica deben conectarse a la red de tierra, su continuidad eléctrica quedará convenientemente asegurada.

La tapa de las canales quedará siempre accesible.

## **10. Centro de transformación.**

### **10.1. Descripción de la instalación.**

El Centro estará ubicado en una caseta independiente destinada únicamente a esta finalidad.

El C.T. estará dividido en dos zonas: una, llamada zona de Compañía y otra, llamada zona de Abonado. La zona de Compañía contendrá las celdas de entrada y salida, así como la de seccionamiento si la hubiera. El acceso a esta zona estará restringido al personal de la Cía Eléctrica, y se realizará a través de una puerta peatonal cuya cerradura estará normalizada por la Cía Eléctrica. La zona de Abonado contendrá el resto de celdas del C.T. y su acceso estará restringido al personal de la Cía Eléctrica y al personal de mantenimiento especialmente autorizado.

### **10.2. Instalación Eléctrica.**

#### **10.2.1 Características de la Red de Alimentación.**

La red de alimentación al centro de transformación será de tipo subterráneo a una tensión de 20 kV y 50 Hz de frecuencia.

La potencia de cortocircuito máxima de la red de alimentación será de 500 MVA, según datos proporcionados por la Compañía suministradora.

DOC.1.MEMORIA

## 10.2.2 Características de la Aparamenta de Alta Tensión.

### \* CELDA TRES INTERRUPTORES.

Conjunto Compacto telemandado, equipado con TRES funciones de línea con interruptor, de dimensiones: 1.945 mm de alto, 1.286 mm de ancho, 718 mm de profundidad.

Conjunto compacto estanco RM6 en atmósfera de hexafluoruro de azufre SF6, 24 kV tensión nominal, para una intensidad nominal de 630 A en las funciones de línea, conteniendo:

- El interruptor de la función de línea será un interruptor-seccionador de las siguientes características:

Intensidad térmica: 20 kA eficaces.

Poder de cierre: 50 kA cresta.

- Funciones de líneas motorizadas.
- Equipo de telemando compuesto por:
  - Un armario de control:
    - RTU con tarjeta de comunicación IEC104 perfil ENDESA.
    - Batería rectificadora a 48 Vcc.
  - Un armario de comunicaciones con rejilla corredera para instalar los equipos de comunicación.
  - 1. Ud de controlador por función de línea equipado con Sepam S40 realizando las funciones de presencia de tensión, de detección de paso de falta, de automatismo seccionalizador, y recabando las señales de tensión e intensidad de la función de línea.
  - 2 Toroidales cerrados de fase por función de línea.
  - 1 Toroidal homopolar abarcando las tres fases por función de línea.
  - Mangueras de conexión para las funciones de línea, protección y señales de toroidales.
- Seccionador de puesta a tierra en SF6.
- Palanca de maniobra.
- Dispositivos de detección de presencia de tensión en todas las funciones de línea.
- 3 lámparas individuales (una por fase) para conectar a dichos dispositivos.
- Manómetro para el control de la presión del gas.

La conexión de los cables se realizará mediante conectores de tipo roscados de 630 A en cada función, asegurando así la estanqueidad del conjunto y, por tanto, la total insensibilidad al entorno en ambientes extraordinariamente polucionados, e incluso soportando una eventual sumersión.

- 3 Equipamientos de 3 conectores apantallados en "T" roscados M16 630A cada uno.

### \* MALLA DE SEPARACIÓN.

Se colocará una malla metálica para la separación entre la zona de Compañía y la zona de Abonado. Las dimensiones serán las adecuadas para evitar el acceso no deseado a las diferentes zonas.



DOC.1.MEMORIA

\* CELDA DE REMONTE.

Celda de remonte y conteniendo:

- Juego de barras interior tripolar de 400 A, tensión de 24 kV y 20 kA.
- Remonte de barras de 400 A para conexión superior con otra celda.
- Preparada para conexión inferior con cable seco unipolar.
- Embarrado de puesta a tierra.

\* CELDA DE PROTECCIÓN CON INTERRUPTOR-FUSIBLES COMBINADOS.

Celda de protección general con interruptor y fusibles combinados, conteniendo:

- Juego de barras tripolar de 400 A, para conexión superior con celdas adyacentes.
- Interruptor-seccionador en SF6 de 400 A, tensión de 24 kV y 20 kA., equipado con bobina de apertura a emisión de tensión a 220 V 50 Hz.
- Mando CI1 manual de acumulación de energía.
- Tres cortacircuitos fusibles de alto poder de ruptura con baja disipación térmica tipo MESA CF (DIN 43625), de 24kV, y calibre 25 A.
- Señalización mecánica de fusión fusibles.
- Indicadores de presencia de tensión con lámparas.
- Embarrado de puesta a tierra.
- Seccionador de puesta a tierra de doble brazo (aguas arriba y aguas abajo de los fusibles).
- Enclavamiento por cerradura tipo C4 impidiendo el cierre del seccionador de puesta a tierra y el acceso a los fusibles en tanto que el disyuntor general B.T. no esté abierto y enclavado. Dicho enclavamiento impedirá además el acceso al transformador si el seccionador de puesta a tierra de la celda QM no se ha cerrado previamente.

\* CELDA DE MEDIDA.

Celda de medida de tensión e intensidad con entrada y salida inferior por cable, y conteniendo:

- Juegos de barras tripolar de 400 A y 20 kA.
- Entrada y salida por cable seco.
- 3 Transformadores de intensidad de relación 2.5-5/ 5 A cl.10VA CL. 0.5S 30VA 5P10, Ith= 200 In, gama extendida al 150% y aislamiento 24 kV.
- 3 Transformadores de tensión unipolares, de relación 22000:V3/110:V3-110:V3 25VA CL. 0.5 50VA 3P, potencia a contratar de 50 kW, Ft= 1,9 y aislamiento 24 kV.

\* TRANSFORMADOR 1

Será una máquina trifásica reductora de tensión, siendo la tensión entre fases a la entrada de 20 kV y la tensión a la salida en vacío de 420V entre fases y 242V entre fases y neutro

## DOC.1.MEMORIA

El transformador a instalar tendrá el neutro accesible en baja tensión y refrigeración natural (ONAN), en baño de aceite mineral.

La tecnología empleada será la de llenado integral a fin de conseguir una mínima degradación del aceite por oxidación y absorción de humedad, así como unas dimensiones reducidas de la máquina y un mantenimiento mínimo.

Sus características mecánicas y eléctricas se ajustarán a la Norma UNE 21428 y al Reglamento Europeo (UE) 548/2014 de ecodiseño de transformadores, siendo las siguientes:

- Potencia nominal: 400 kVA.
- Tensión nominal primaria: 20.000 V.
- Regulación en el primario: +/-2,5%, +/-5%, +10%.
- Tensión nominal secundaria en vacío: 420 V.
- Tensión de cortocircuito: 4 %.
- Grupo de conexión: Dyn11.
- Nivel de aislamiento:
  - Tensión de ensayo a onda de choque 1,2/50 s 125 kV.
  - Tensión de ensayo a 50 Hz, 1 min, 50 kV.

### CONEXIÓN EN EL LADO DE ALTA TENSIÓN:

- Juego de puentes III de cables AT unipolares de aislamiento seco RHZ1, aislamiento 12/20 kV, de 95 mm<sup>2</sup> en Al con sus correspondientes elementos de conexión.

### DISPOSITIVO TÉRMICO DE PROTECCIÓN.

- Relé DMCR para detección de gas, presión y temperatura del transformador, con sus conexiones a la alimentación y al elemento disparador de la protección correspondiente, debidamente protegidas contra sobreintensidades, instalados.

## **11.Acometida e Interruptores General de Baja Tensión.**

### **11.1. Acometida**

Es parte de la instalación de la red de distribución, que alimenta la caja o cajas generales de protección o unidad funcional equivalente (CGP). Los conductores serán de cobre o aluminio. Esta línea está regulada por la ITC-BT-11.

Atendiendo a su trazado, al sistema de instalación y a las características de la red, la acometida podrá ser:

- Aérea, posada sobre fachada. Los cables serán aislados, de tensión asignada 0,6/1 kV, y su instalación se hará preferentemente bajo conductos cerrados o canales protectoras. Para los

#### DOC.1.MEMORIA

cruces de vías públicas y espacios sin edificar, los cables podrán instalarse amarrados directamente en ambos extremos. La altura mínima sobre calles y carreteras en ningún caso será inferior a 6 m.

- Aérea, tensada sobre postes. Los cables serán aislados, de tensión asignada 0,6/1 kV, y podrán instalarse suspendidos de un cable fiador o mediante la utilización de un conductor neutro fiador. Cuando los cables crucen sobre vías públicas o zonas de posible circulación rodada, la altura mínima sobre calles y carreteras no será en ningún caso inferior a 6 m.

- Subterránea. Los cables serán aislados, de tensión asignada 0,6/1 kV, y podrán instalarse directamente enterrados, enterrados bajo tubo o en galerías, atarjeas o canales revisables.

- Aero-subterránea. Cumplirá las condiciones indicadas en los apartados anteriores. En el paso de acometida subterránea a aérea o viceversa, el cable irá protegido desde la profundidad establecida hasta una altura mínima de 2,5 m por encima del nivel del suelo, mediante conducto rígido de las siguientes características:

- Resistencia al impacto: Fuerte (6 julios).
- Temperatura mínima de instalación y servicio: - 5 °C.
- Temperatura máxima de instalación y servicio: + 60 °C.
- Propiedades eléctricas: Continuidad eléctrica/aislante.
- Resistencia a la penetración de objetos sólidos:  $D > 1$  mm.
- Resistencia a la corrosión (conductos metálicos): Protección interior media, exterior alta.
- Resistencia a la propagación de la llama: No propagador.

**Por último, cabe señalar que la acometida es de nuestra propiedad, 3x240+1X120 mm<sup>2</sup>Cu.Cable 0.6/1kV, XLPE+Pol.**

### **11.2. Interruptor General de Baja Tensión.**

En nuestro caso tenemos dos interruptores en carga de 250A cada uno.

## **12.Línea General de Alimentación, Centralización de contadores y Derivaciones individuales.**

### **12.1. Línea General de Alimentación.**

Es la línea que enlaza la Caja General de Protección con la Centralización de Contadores que alimenta. Está regulada por la ITC-BT-14.

De una misma línea general de alimentación pueden hacerse derivaciones para distintas centralizaciones de contadores.

Las líneas generales de alimentación estarán constituidas por:

- Conductores aislados en el interior de tubos empotrados.
- Conductores aislados en el interior de tubos enterrados.

Universidad de Zaragoza

---

Escuela de Ingeniería y Arquitectura (EINA)-Grado en Ingeniería Eléctrica

Pág. Nº 19

#### DOC.1.MEMORIA

- Conductores aislados en el interior de tubos en montaje superficial.
- Conductores aislados en el interior de canales protectoras cuya tapa sólo se pueda abrir con la ayuda de un útil.
- Canalizaciones eléctricas prefabricadas que deberán cumplir la norma UNE-EN 60.439
- Conductores aislados en el interior de conductos cerrados de obra de fábrica, proyectados y construidos al efecto.

Las canalizaciones incluirán en cualquier caso, el conductor de protección.

El trazado de la línea general de alimentación será lo más corto y rectilíneo posible, discurrendo por zonas de uso común. Cuando la línea general de alimentación discorra verticalmente lo hará por el interior de una canaladura o conducto de obra de fábrica empotrado o adosado al hueco de la escalera por lugares de uso común.

Los conductores a utilizar, tres de fase y uno de neutro, serán de cobre o aluminio, unipolares y aislados, siendo su tensión asignada 0,6/1 kV. La sección de los cables deberá ser uniforme en todo su recorrido y sin empalmes, exceptuándose las derivaciones realizadas en el interior de cajas para alimentación de centralizaciones de contadores. La sección mínima será de 10 mm<sup>2</sup> en cobre o 16 mm<sup>2</sup> en aluminio.

Los cables serán no propagadores del incendio y con emisión de humos y opacidad reducida. Los cables con características equivalentes a las de la norma UNE 21.123 parte 4 ó 5 cumplen con esta prescripción.

Para el cálculo de la sección de los cables se tendrá en cuenta, tanto la máxima caída de tensión permitida, como la intensidad máxima admisible. La caída de tensión máxima permitida será:

- Para líneas generales de alimentación destinadas a contadores totalmente centralizados: 0,5 por 100.
- Para líneas generales de alimentación destinadas a centralizaciones parciales de contadores: 1 por 100.

#### **En nuestro caso instalaremos dos Línea General de Alimentación:**

##### **-LGA1: Dará alimentación a 13 viviendas**

**3(1x95)+1x50 mm<sup>2</sup> Cu con aislamiento tipo: RV-0.6/1 Kv enterrado en zanja bajo tubo D=110 mm**

##### **-LGA2: Dará alimentación a 11 viviendas más servicios Generales.**

**3(1x120)+1x70 mm<sup>2</sup> Cu con aislamiento tipo: RV-0.6/1 Kv enterrado en zanja bajo tubo D=110 mm**

DOC.1.MEMORIA

## **12.2. Centralización de Contadores.**

### **12.2.1 Generalidades.**

Los contadores y demás dispositivos para la medida de la energía eléctrica, podrán estar ubicados en:

- módulos (cajas con tapas precintables).
- paneles.
- armarios.

Todos ellos constituirán conjuntos que deberán cumplir la norma UNE-EN 60.439. El grado de protección mínimo que deben cumplir estos conjuntos, de acuerdo con la norma UNE 20.324 y UNE-EN 50.102, respectivamente:

- para instalaciones de tipo interior: IP40; IK 09.
- para instalaciones de tipo exterior: IP43; IK 09.

Deberán permitir de forma directa la lectura de los contadores e interruptores horarios, así como la del resto de dispositivos de medida, cuando así sea preciso. Las partes transparentes que permiten la lectura directa, deberán ser resistentes a los rayos ultravioleta.

Cuando se utilicen módulos o armarios, éstos deberán disponer de ventilación interna para evitar condensaciones sin que disminuya su grado de protección.

Las dimensiones de los módulos, paneles y armarios, serán las adecuadas para el tipo y número de contadores así como del resto de dispositivos necesarios para la facturación de la energía, que según el tipo de suministro deban llevar.

Cada derivación individual debe llevar asociado en su origen su propia protección compuesta por fusibles de seguridad, con independencia de las protecciones correspondientes a la instalación interior de cada suministro. Estos fusibles se instalarán antes del contador y se colocarán en cada uno de los hilos de fase o polares que van al mismo, tendrán la adecuada capacidad de corte en función de la máxima intensidad de cortocircuito que pueda presentarse en ese punto y estarán precintados por la empresa distribuidora.

Los cables serán de una tensión asignada de 450/750 V y los conductores de cobre.

### **12.2.2 Formas de colocación.**

Los contadores y demás dispositivos para la medida de la energía eléctrica de cada uno de los usuarios y de los servicios generales del edificio, podrán concentrarse en uno o varios lugares, para cada uno de los cuales habrá de preverse en el edificio un armario o local adecuado a este fin, donde se colocarán los distintos elementos necesarios para su instalación.

En función de la naturaleza y número de contadores, así como de las plantas del edificio, la concentración de los contadores se situará de la forma siguiente:

#### DOC.1.MEMORIA

- En edificios de hasta 12 plantas se colocarán en la planta baja, entresuelo o primer sótano. En edificios superiores a 12 plantas se podrá concentrar por plantas intermedias, comprendiendo cada concentración los contadores de 6 o más plantas.
- Podrán disponerse concentraciones por plantas cuando el número de contadores en cada una de las concentraciones sea superior a 16.

Cuando el número de contadores a instalar sea superior a 16, será obligatoria su ubicación en local.

Este local que estará dedicado única y exclusivamente a este fin podrá, además, albergar por necesidades de la Compañía Eléctrica para la gestión de los suministros que parten de la centralización, un equipo de comunicación y adquisición de datos, a instalar por la Compañía Eléctrica, así como el cuadro general de mando y protección de los servicios comunes del edificio, siempre que las dimensiones reglamentarias lo permitan.

El local cumplirá las condiciones de protección contra incendios que establece el CTE DB SI para los locales de riesgo especial bajo y responderá a las siguientes condiciones:

- Estará situado en la planta baja, entresuelo o primer sótano, salvo cuando existan concentraciones por plantas, en un lugar lo más próximo posible a la entrada del edificio y a la canalización de las derivaciones individuales. Será de fácil y libre acceso, tal como portal o recinto de portería y el local nunca podrá coincidir con el de otros servicios tales como cuarto de calderas, concentración de contadores de agua, gas, telecomunicaciones, maquinaria de ascensores o de otros como almacén, cuarto trastero, de basuras, etc.
- No servirá nunca de paso ni de acceso a otros locales.
- Estará construido con paredes de clase M0 y suelos de clase M1, separado de otros locales que presenten riesgos de incendio o produzcan vapores corrosivos y no estará expuesto a vibraciones ni humedades.
- Dispondrá de ventilación y de iluminación suficiente para comprobar el buen funcionamiento de todos los componentes de la concentración.
- Cuando la cota del suelo sea inferior o igual a la de los pasillos o locales colindantes, deberán disponerse sumideros de desagüe para que en el caso de avería, descuido o rotura de tuberías de agua, no puedan producirse inundaciones en el local.
- Las paredes donde debe fijarse la concentración de contadores tendrán una resistencia no inferior a la del tabicón de medio pie de ladrillo hueco.
- El local tendrá una altura mínima de 2,30 m y una anchura mínima en paredes ocupadas por contadores de 1,50 m. Sus dimensiones serán tales que las distancias desde la pared donde se instale la concentración de contadores hasta el primer obstáculo que tenga enfrente sean de 1,10 m. La distancia entre los laterales de dicha concentración y sus paredes colindantes será de 20 cm. La resistencia al fuego del local corresponderá a lo establecido en el CTE DB SI para locales de riesgo especial bajo.
- La puerta de acceso abrirá hacia el exterior y tendrá una dimensión mínima de 0,70 x 2 m, su resistencia al fuego corresponderá a lo establecido para puertas de locales de riesgo especial bajo en el CTE DB SI y estará equipada con la cerradura que tenga normalizada la empresa distribuidora.
- Dentro del local e inmediato a la entrada deberá instalarse un equipo autónomo de

#### DOC.1.MEMORIA

alumbrado de emergencia, de autonomía no inferior a 1 hora y proporcionando un nivel mínimo de iluminación de 5 lux.

- En el exterior del local y lo más próximo a la puerta de entrada, deberá existir un extintor móvil, de eficacia mínima 21B, cuya instalación y mantenimiento será a cargo de la propiedad del edificio.

**En nuestro proyecto la centralización de contadores las dispondremos dentro de un local interior preparado para ello.**

**Disponemos de lo siguiente:**

- **Interruptor seccionador en carga de 250A que da servicio a 13 contadores**
- **Interruptor seccionador en carga de 250A que da servicio a 12 contadores**

### **12.3. Derivaciones Individuales.**

Es la parte de la instalación que, partiendo de la línea general de alimentación, suministra energía eléctrica a una instalación de usuario. Se inicia en el embarrado general y comprende los fusibles de seguridad, el conjunto de medida y los dispositivos generales de mando y protección. Está regulada por la ITC-BT-15.

Las derivaciones individuales estarán constituidas por:

- Conductores aislados en el interior de tubos empotrados.
- Conductores aislados en el interior de tubos enterrados.
- Conductores aislados en el interior de tubos en montaje superficial.
- Conductores aislados en el interior de canales protectoras cuya tapa sólo se pueda abrir con la ayuda de un útil.
- Canalizaciones eléctricas prefabricadas que deberán cumplir la norma UNE-EN 60.439
- Conductores aislados en el interior de conductos cerrados de obra de fábrica, proyectados y construidos al efecto.

Las canalizaciones incluirán, en cualquier caso, el conductor de protección. Cada derivación individual será totalmente independiente de las derivaciones correspondientes a otros usuarios. Se dispondrá de un tubo de reserva por cada diez derivaciones individuales o fracción, desde las concentraciones de contadores hasta las viviendas o locales, para poder atender fácilmente posibles ampliaciones.

Las derivaciones individuales deberán discurrir por lugares de uso común, o en caso contrario quedar determinadas sus servidumbres correspondientes. Cuando las derivaciones individuales discurran verticalmente se alojarán en el interior de una canaladura o conducto de obra de fábrica con paredes de resistencia al fuego EI 120, preparado única y exclusivamente para este fin, que podrá ir empotrado o adosado al hueco de escalera o zonas de uso común, salvo cuando sean recintos protegidos conforme a lo establecido en el CTE DB SI, careciendo de curvas, cambios de dirección, cerrado convenientemente y precintables. En estos casos y para evitar la caída de objetos y la propagación de las llamas, se dispondrá como mínimo cada tres plantas, de elementos cortafuegos y tapas de registro precintables de las dimensiones de la canaladura, a fin de facilitar los trabajos de inspección y de instalación y sus características vendrán definidas por el CTE DB SI. Las tapas de registro tendrán una resistencia al fuego mínima, EI 30.

Las dimensiones mínimas de la canaladura o conducto de obra de fábrica, se ajustarán a la siguiente tabla:

DOC.1.MEMORIA

	Anchura L (m)	
Nº Derivaciones 0,30 m (dos filas)	Profundidad = 0,15 m (una fila)	Profundidad =
Hasta 12	0,65	0,50
13-24	1,25	0,65
25-36	1,85	0,95
36-48	2,45	1,35

Los conductores a utilizar serán de cobre o aluminio, aislados y normalmente unipolares, siendo su tensión asignada 450/750 V. Para el caso de cables multiconductores o para el caso de derivaciones individuales en el interior de tubos enterrados, el aislamiento de los conductores será de tensión asignada 0,6/1 kV. La sección mínima será de 6 mm<sup>2</sup> para los cables polares, neutro y protección y de 1,5 mm<sup>2</sup> para el hilo de mando (para aplicación de las diferentes tarifas), que será de color rojo.

Los cables serán no propagadores del incendio y con emisión de humos y opacidad reducida. Los cables con características equivalentes a las de la norma UNE 21.123 parte 4 ó 5 o a la norma UNE 211002 cumplen con esta prescripción.

La caída de tensión máxima admisible será:

- Para el caso de contadores concentrados en más de un lugar: 0,5%.
- Para el caso de contadores totalmente concentrados: 1%.

**En nuestro caso tenemos los siguientes tipos de derivaciones individuales**

CASO	DESTINO	LONGITUD	SECCION (mm <sup>2</sup> )	DIAMETRO
Caso 1	Viviendas 1,13	200	2x70+TTx35 Cu	90
Caso 2	Viviendas 2,3,4,5,14,15,16,17	189.45	2x50+TTx25 Cu	75
Caso 3	Viviendas 6,7,18,19	125.54	2x35+TTx16 Cu	63
Caso 4	Viviendas 8,9,20,21	93.4	2x25+TTx16 Cu	63
Caso 5	Viviendas 10,11,22,23	61	2x16+TTx16 Cu	50
Caso 6	Viviendas 12,24	31.25	2x10+TTx10 Cu	50
Caso 7	Servicios Generales	0.3	3x16+TTx16 Cu	63

### **13. Descripción de circuitos y líneas de distribución en vivienda**

Los tipos de circuitos independientes serán los que se indican a continuación y estarán protegidos cada uno de ellos por un interruptor automático de corte omnipolar con accionamiento manual y dispositivos de protección contra sobrecargas y c.c. Todos los circuitos incluirán el conductor de protección o tierra.

Es el caso de viviendas con una previsión importante de aparatos electrodomésticos que obligue a instalar más de un circuito de cualquiera de los tipos descritos anteriormente, así como con previsión de sistemas de calefacción eléctrica, acondicionamiento de aire, automatización, gestión técnica de la energía y seguridad o con superficies útiles de las viviendas superiores a



DOC.1.MEMORIA

160 m<sup>2</sup>.

- Interruptor general Automático 40A y limitador de sobretensiones Up:1.2 kV
- Agrupación 1, Circuito de 2x10 mm<sup>2</sup> y diferencial 2x63 30mA:
  - C1: Circuito de Alumbrado Planta calle, sección mínima: 1,5 mm<sup>2</sup>, Interruptor Automático: 10 A.
  - C2: Circuito de Tomas corriente Generales Planta calle, sección mínima: 2,5 mm<sup>2</sup>, Interruptor Automático: 16 A.
  - C3: Circuito de Horno Planta calle, sección mínima: 6 mm<sup>2</sup>, Interruptor Automático: 25 A.
  - C4-1: Circuito de Lavadora Planta calle, sección mínima: 2,5 mm<sup>2</sup>, Interruptor Automático: 16 A.
  - C4-2: Circuito de Lavadora Planta calle, sección mínima: 2,5 mm<sup>2</sup>, Interruptor Automático: 16 A.
  - C4-3: Circuito de Caldera Planta calle, sección mínima: 2,5 mm<sup>2</sup>, Interruptor Automático: 16 A.
  - C5: Circuito de Tomas corriente Auxiliar Baño Planta calle, sección mínima: 2,5 mm<sup>2</sup>, Interruptor Automático: 16 A.
  
- Agrupación 2 , Circuito de 2x10 mm<sup>2</sup> y diferencial 2x40 30mA:
  - C6: Circuito de Alumbrado Planta Primera, sección mínima: 1,5 mm<sup>2</sup>, Interruptor Automático: 10 A.
  - C7: Circuito de Tomas corriente Generales Planta sótano, sección mínima: 2,5 mm<sup>2</sup>, Interruptor Automático: 16 A.
  - C13: Circuito de Tomas corriente Generales Planta primera, sección mínima: 2,5 mm<sup>2</sup>, Interruptor Automático: 16 A.
  
  - C12: Circuito de Tomas corriente Auxiliar Baño Planta primera, sección mínima: 2,5 mm<sup>2</sup>, Interruptor Automático: 16 A.
  - C14: Circuito de Alumbrado Planta Sótano, sección mínima: 1,5 mm<sup>2</sup>, Interruptor Automático: 10 A.
  
- Agrupación 3, Circuito de 2x6 mm<sup>2</sup> y diferencial 2x63 30mA:
  - C3: Circuito de Calefacción Eléctrica, sección mínima: 6 mm<sup>2</sup>, Interruptor Automático: 25 A.
  - C9-1: Circuito de A. Acondicionado Planta calle, sección mínima: 6 mm<sup>2</sup>, Interruptor Automático: 25 A.
  - C9-2: Circuito de A. Acondicionado Planta primera, sección mínima: 6 mm<sup>2</sup>, Interruptor Automático: 25 A.
  
- C11: Circuito de Domótica, sección mínima: 1,5 mm<sup>2</sup>, Interruptor Automático: 10 A y diferencial 25A 30mA.
- C15: Circuito de Alimentación Portón sección mínima: 4 mm<sup>2</sup>, Interruptor Automático 25 A y diferencial 25A 30mA.

#### **14. Receptores y sus características: Fuerza motriz en Viviendas**

Los motores deben instalarse de manera que la aproximación a sus partes en movimiento no pueda ser causa de accidente. Los motores no deben estar en contacto con materias fácilmente combustibles y se situarán de manera que no puedan provocar la ignición

DOC.1.MEMORIA

de estas.

Los conductores de conexión que alimentan a un solo motor deben estar dimensionados para una intensidad del 125 % de la intensidad a plena carga del motor. Los conductores de conexión que alimentan a varios motores, deben estar dimensionados para una intensidad no inferior a la suma del 125 % de la intensidad a plena carga del motor de mayor potencia, más la intensidad a plena carga de todos los demás.

Los motores deben estar protegidos contra cortocircuitos y contra sobrecargas en todas sus fases, debiendo esta última protección ser de tal naturaleza que cubra, en los motores trifásicos, el riesgo de la falta de tensión en una de sus fases. En el caso de motores con arrancador estrella-triángulo, se asegurará la protección, tanto para la conexión en estrella como en triángulo.

Los motores deben estar protegidos contra la falta de tensión por un dispositivo de corte automático de la alimentación, cuando el arranque espontáneo del motor, como consecuencia del restablecimiento de la tensión, pueda provocar accidentes, o perjudicar el motor, de acuerdo con la norma UNE 20460-4-45.

Los motores deben tener limitada la intensidad absorbida en el arranque, cuando se pudieran producir efectos que perjudicasen a la instalación u ocasionasen perturbaciones inaceptables al funcionamiento de otros receptores o instalaciones.

En general, los motores de potencia superior a 0,75 kilovatios deben estar provistos de reóstatos de arranque o dispositivos equivalentes que no permitan que la relación de corriente entre el período de arranque y el de marcha normal que corresponda a su plena carga, según las características del motor que debe indicar su placa, sea superior a la señalada en el cuadro siguiente:

De 0,75 kW a 1,5 kW	4,5
De 1,5 kW a 5 kW	3
De 5 kW a 15 kW	2
Más de 15 kW	1,5

En referencia a los receptores de fuerza en cuanto a maquinaria dispondremos de los siguientes elementos detallados en la siguiente tabla:

Maquinaria	Tensión asignada (V)	Potencia (W)
C15 alimentación Portón	230	3680

Respecto a las tomas de corriente, serán de material aislante, llevarán marcadas su intensidad y tensión nominales de trabajo y dispondrán, como norma general, todas ellas de puesta a tierra.

Irán instaladas en el interior de cajas empotradas en los parámetros, de forma que al exterior sólo podrá aparecer el mando totalmente aislado y la tapa embellecedora. En caso de tener dos tomas juntas, ambas irán alojadas en la misma caja, dimensionada adecuadamente para evitar falsos contactos.

## DOC.1.MEMORIA

A continuación se muestra una tabla donde se especifican sus características principales:

Toma de corriente	Tensión asignada	Canalización	Factor de potencia	Potencia a instalar (W)
TC 10/16 A	230 V	Unipolares PVC, 450/750 V	1	3680

En el caso del montaje superficial X200-X202 tendrán que tener IP40.

## **15.Receptores y sus características: Alumbrado Vivienda**

El número de puntos de luz por estancia viene definido en el REBT-ITC-25 siendo un punto de luz por cada 10 m<sup>2</sup>.

Las luminarias serán conformes a los requisitos establecidos en las normas de la serie UNE-EN 60598.

Los conductores, que deben ser capaces de soportar este peso, no deben presentar empalmes intermedios y el esfuerzo deberá realizarse sobre un elemento distinto del borne de conexión. La sección nominal total de los conductores de los que la luminaria está suspendida será tal que la tracción máxima a la que estén sometidos los conductores sea inferior a 15N/m<sup>2</sup>.

Las partes metálicas accesibles de las luminarias que no sean de clase II o clase III, deberán tener un elemento de conexión para su puesta a tierra. Se entiende como accesibles aquellas partes incluidas dentro del volumen de accesibilidad definido en la ITC-BT-24. Deberán conectarse de manera fiable y permanente al conductor de protección del circuito.

Los portalámparas deberán ser de alguno de los tipos, formas y dimensiones especificados en la norma UNE-EN 60061-2.

## **16.Descripción de circuitos y líneas de distribución de S. Generales**

Todos los circuitos independientes estarán protegidos cada uno por un interruptor automático de corte unipolar con accionamiento manual y dispositivos para protegerlos de cortocircuitos y sobrecargas, y todos los circuitos llevaran su conductor de protección o tierra. A continuación se indican todos los que hay.

### **16.1. Cuadro de Servicios generales**

- Interruptor General Automático 100A y limitador de sobretensiones Up: 12kV.
- Agrupación 1 Circuito de Alumbrado vial, 4x6 mm<sup>2</sup>, Interruptor general 25A y diferencial 25A 30mA.
  - o C1 Circuito de Aparcamiento: sección 4x6+TTx6 mm<sup>2</sup>, Interruptor Automático: 10 A.
  - o C2 Circuito de Peatonal: sección 4x6+TTx6 mm<sup>2</sup>, Interruptor Automático: 10 A.
  - o C3 Circuito de Calle1 Arriba: sección 4x6+TTx6 mm<sup>2</sup>, Interruptor Automático: 10 A.

DOC.1.MEMORIA

- C4 Circuito de Calle1 Abajo: sección 4x6+TTx6 mm<sup>2</sup>, Interruptor Automático: 10 A.
- C5 Circuito de Calle2 Arriba: sección 4x6+TTx6 mm<sup>2</sup>, Interruptor Automático: 10 A.
- C6 Circuito de Calle2 Abajo: sección 4x6+TTx6 mm<sup>2</sup>, Interruptor Automático: 10 A.
- C16: Circuito de ICT, sección mínima: 2,5 mm<sup>2</sup>, Interruptor Automático: 16 A y diferencial 25A 30mA.
- Alimentación a cuadro Gimnasio, sección 4x6+TTx6 mm<sup>2</sup>, Interruptor Automático: 40 A.
- Alimentación a cuadro Pista de Tenis, sección 4x6+TTx6 mm<sup>2</sup>, Interruptor Automático: 25 A.
- Alimentación a cuadro Cuarto Técnico, sección 4x2.5+TTx2.5 mm<sup>2</sup>, Interruptor Automático: 16 A.
- Alimentación a cuadro Caseta de Seguridad, sección 4x6+TTx6 mm<sup>2</sup>, Interruptor Automático: 30 A.

### **16.2. Cuadro Pista de Tenis.**

- Interruptor Diferencial 25A 30mA.
- C1 Circuito Pista 1: sección 2x6+TTx6 mm<sup>2</sup>, Interruptor Automático: 25 A.
- C2 Circuito Pista 2: sección 2x6+TTx6 mm<sup>2</sup>, Interruptor Automático: 25 A.
- C3 Circuito Domótica: sección 2x1.5+TTx1.5 mm<sup>2</sup>, Interruptor Automático: 10 A.

### **16.3. Cuadro Cuarto Técnico.**

- Interruptor Diferencial 25A 30mA.
- C1 Circuito Alumbrado: sección 2x1.5+TTx1.5 mm<sup>2</sup>, Interruptor Automático: 10 A.
- C2 Circuito Alumbrado Emergencia: sección 2x1.5+TTx1.5 mm<sup>2</sup>, Interruptor Automático: 10 A.
- C2 Circuito tomas Corriente General: sección 2x2.5+TTx2.5 mm<sup>2</sup>, Interruptor Automático: 16 A.

### **16.4. Cuadro Gimnasio.**

- Agrupación 1 2x1.5 mm<sup>2</sup>y diferencial 40A 30mA.
  - C1 Circuito Alumbrado: sección 2x1.5+TTx1.5 mm<sup>2</sup>, Interruptor Automático: 10 A.
  - C2 Circuito Alumbrado Emergencia: sección 2x1.5+TTx1.5 mm<sup>2</sup>, Interruptor Automático: 10 A.
- Agrupación 2 2x6 mm<sup>2</sup>y diferencial 40A 30mA.
  - C2 Circuito tomas Corriente General: sección 2x2.5+TTx2.5 mm<sup>2</sup>, Interruptor Automático: 16 A.
  - C4 Circuito Sauna: sección 2x2.5+TTx2.5 mm<sup>2</sup>, Interruptor Automático: 16A.

### **16.5. Cuadro Caseta Seguridad.**

- Agrupación 1 2x4 mm<sup>2</sup>y diferencial 40A 30mA.
  - C1 Circuito Alumbrado: sección 2x1.5+TTx1.5 mm<sup>2</sup>, Interruptor Automático: 10 A.

DOC.1.MEMORIA

- C5 Circuito tomas Corriente General: sección 2x2.5+TTx2.5 mm<sup>2</sup>, Interruptor Automático: 16 A.
- C2 Circuito Alumbrado Emergencia: sección 2x1.5+TTx1.5 mm<sup>2</sup>, Interruptor Automático: 10 A.

- Agrupación 2 2x4 mm<sup>2</sup>y diferencial 40A 30mA.

- C3 Circuito Alumbrado Cartel: sección 2x1.5+TTx1.5 mm<sup>2</sup>, Interruptor Automático: 10 A.
- C4 Circuito Puerta: sección 2x4+TTx4 mm<sup>2</sup>, Interruptor Automático: 25A.

## **17.Receptores y sus características: Fuerza motriz en S. Generales.**

Los motores deben instalarse de manera que la aproximación a sus partes en movimiento no pueda ser causa de accidente. Los motores no deben estar en contacto con materias fácilmente combustibles y se situarán de manera que no puedan provocar la ignición de estas.

Los conductores de conexión que alimentan a un solo motor deben estar dimensionados para una intensidad del 125 % de la intensidad a plena carga del motor. Los conductores de conexión que alimentan a varios motores, deben estar dimensionados para una intensidad no inferior a la suma del 125 % de la intensidad a plena carga del motor de mayor potencia, más la intensidad a plena carga de todos los demás.

Los motores deben estar protegidos contra cortocircuitos y contra sobrecargas en todas sus fases, debiendo esta última protección ser de tal naturaleza que cubra, en los motores trifásicos, el riesgo de la falta de tensión en una de sus fases. En el caso de motores con arrancador estrella-triángulo, se asegurará la protección, tanto para la conexión en estrella como en triángulo.

Los motores deben estar protegidos contra la falta de tensión por un dispositivo de corte automático de la alimentación, cuando el arranque espontáneo del motor, como consecuencia del restablecimiento de la tensión, pueda provocar accidentes, o perjudicar el motor, de acuerdo con la norma UNE 20460-4-45.

Los motores deben tener limitada la intensidad absorbida en el arranque, cuando se pudieran producir efectos que perjudicasen a la instalación u ocasionasen perturbaciones inaceptables al funcionamiento de otros receptores o instalaciones.

En general, los motores de potencia superior a 0,75 kilovatios deben estar provistos de reóstatos de arranque o dispositivos equivalentes que no permitan que la relación de corriente entre el período de arranque y el de marcha normal que corresponda a su plena carga, según las características del motor que debe indicar su placa, sea superior a la señalada en el cuadro siguiente:

De 0,75 kW a 1,5 kW	4,5
De 1,5 kW a 5 kW	3
De 5 kW a 15 kW	2
Más de 15 kW	1,5

DOC.1.MEMORIA

En referencia a los receptores de fuerza en cuanto a maquinaria dispondremos de los siguientes elementos detallados en la siguiente tabla:

Maquinaria	Tensión asignada (V)	Potencia (W)
C4 alimentación Puerta	230	3680

Respecto a las tomas de corriente, serán de material aislante, llevarán marcadas su intensidad y tensión nominales de trabajo y dispondrán, como norma general, todas ellas de puesta a tierra.

Irán instaladas en el interior de cajas empotradas en los parámetros, de forma que al exterior sólo podrá aparecer el mando totalmente aislado y la tapa embellecedora. En caso de tener dos tomas juntas, ambas irán alojadas en la misma caja, dimensionada adecuadamente para evitar falsos contactos.

A continuación se muestra una tabla donde se especifican sus características principales:

Toma de corriente	Tensión asignada	Canalización	Factor de potencia	Potencia a instalar (W)
TC 10/16 A	230 V	Unipolares PVC, 450/750 V	1	3680

En el caso del montaje superficial X200-X202 tendrán que tener IP40.

## **18.Receptores y sus características: Alumbrado Servicios Generales**

### **18.1. Alumbrado Interior**

Los niveles de iluminación recomendados para un local dependen de las actividades que se vayan a realizar en él. En general podemos distinguir entre tareas con requerimientos luminosos mínimos, normales o exigentes. En el primer caso estarían las zonas de paso (pasillos, vestíbulos, etc.) o los locales poco utilizados (almacenes, cuartos de maquinaria...) con iluminancias entre 50 y 200 lx. En el segundo caso tenemos las zonas de trabajo y otros locales de uso frecuente con iluminancias entre 200 y 1000 lx. Por último están los lugares donde son necesarios niveles de iluminación muy elevados (más de 1000 lx) porque se realizan tareas visuales con un grado elevado de detalle que se puede conseguir con iluminación local.

Para el cálculo de los niveles de iluminación, se tomarán como referencia los valores de las siguientes tablas:

DOC.1.MEMORIA

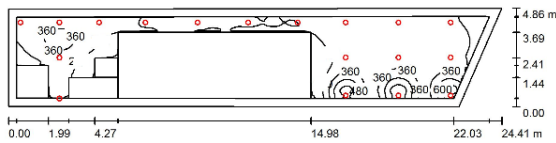
**2. Salas de descanso, sanitarias y de primeros auxilios**

2.1	Cantinas, despensas	200	22	80
2.2	Salas de descanso	100	22	80
2.3	Salas de ejercicio físico	300	22	80
2.4	Vestuarios, salas de lavado, servicios	200	25	80
2.5	Enfermería	500	19	80
2.6	Salas para atención médica	500	16	90

**4. Salas de almacenamiento, almacenes fríos**

4.1	Almacenes y cuarto de almacén	100	25	60
4.2	Manipulación de paquetes y expedición	300	25	60

Alumbrado gimnasio:

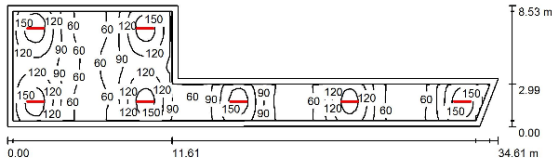


Altura del local: 2.800 m, Factor mantenimiento: 0.85

Valores en Lux, Escala 1:175

Superficie	$\rho$ [%]	$E_m$ [lx]	$E_{min}$ [lx]	$E_{max}$ [lx]	$E_{min} / E_m$
Plano útil	/	309	119	687	0.386
Suelo	20	301	1.14	669	0.004
Techo	70	62	0.89	154	0.014
Paredes (4)	50	102	0.88	1077	/

Alumbrado Cuarto Técnico



Altura del local: 2.800 m, Altura de montaje: 2.800 m, Factor mantenimiento: 0.80

Valores en Lux, Escala 1:248

Superficie	$\rho$ [%]	$E_m$ [lx]	$E_{min}$ [lx]	$E_{max}$ [lx]	$E_{min} / E_m$
Plano útil	/	99	39	171	0.399
Suelo	20	97	39	169	0.402
Techo	70	27	15	76	0.577
Paredes (6)	50	62	20	150	/

**18.2. Alumbrado Exterior.**

Alumbrado Pista de Tenis

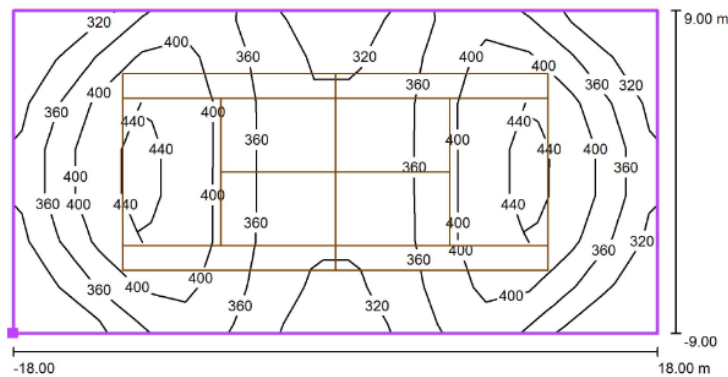
Para el cálculo de los niveles de iluminación, se tomarán como referencia los valores de las siguientes tablas:

DOC.1.MEMORIA

Tabla A.16

Exterior			Área de referencia		Números de puntos de la parrilla	
			Longitud m	Anchura m	Longitud	Anchura
Tenis PA:			36	18	15	7
Clase	Iluminancia horizontal				GR	R <sub>a</sub>
	$\bar{E}_h$ lx	$E_{min}/E_m$				
I	500	0,7			50	60
II	300	0,7			50	60
III	200	0,6			55	20

En nuestro caso hemos optado por una iluminación Clase 2 que se refiere a iluminación mientras partido, siendo los resultados del estudio los que se muestran a continuación:



Trama: 15 x 7 Puntos

$E_m$  [lx]  
370

$E_{min}$  [lx]  
282

$E_{max}$  [lx]  
452

$E_{min} / E_m$   
0.76

$E_{min} / E_{max}$   
0.62

**Alumbrado Vial**

**ITC EA 02 – TIPO DE VIA A ILUMINAR**

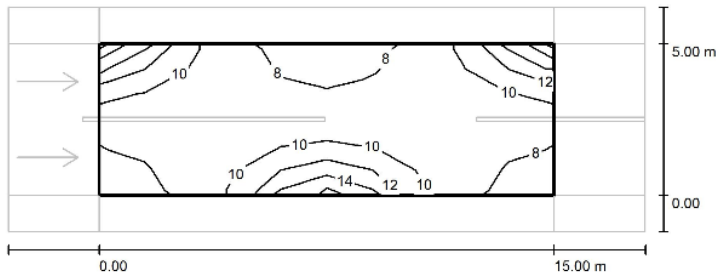
Tabla 1 – Clasificación de las vías

Clasificación	Tipo de vía	Velocidad del tráfico rodado (km/h)
A	de alta velocidad	$v > 60$
B	de moderada velocidad	$30 < v \leq 60$
C	carriles bici	--
D	de baja velocidad	$5 < v \leq 30$
E	vías peatonales	$v \leq 5$



DOC.1.MEMORIA

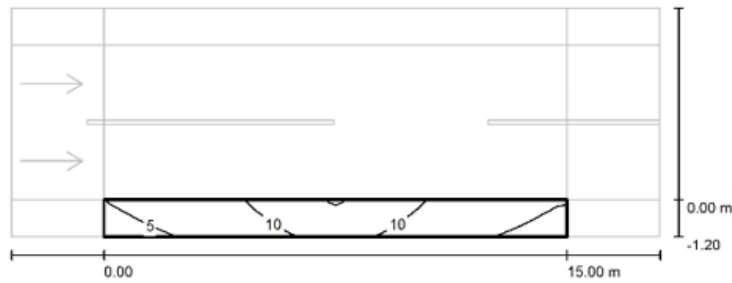
Para calle con dos calzadas( Calle 1 y 2) B1



Valores en Lux, Escala 1 : 151

Trama: 10 x 6 Puntos

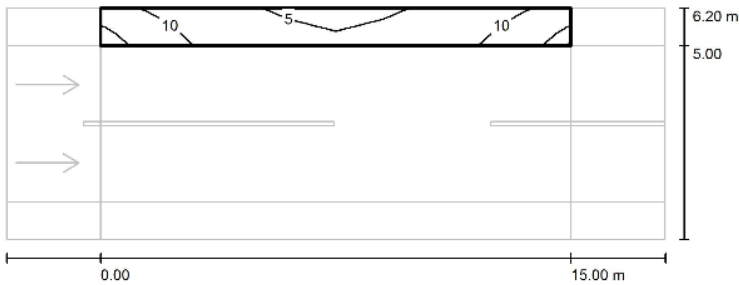
$E_m$ [lx]	$E_{min}$ [lx]	$E_{max}$ [lx]	$E_{min} / E_m$	$E_{min} / E_{max}$
9.40	6.78	15	0.721	0.447



Valores en Lux, Escala 1 : 151

Trama: 10 x 3 Puntos

$E_m$ [lx]	$E_{min}$ [lx]	$E_{max}$ [lx]	$E_{min} / E_m$	$E_{min} / E_{max}$
8.31	4.15	15	0.500	0.278



Valores en Lux, Escala 1 : 151

Trama: 10 x 3 Puntos

$E_m$ [lx]	$E_{min}$ [lx]	$E_{max}$ [lx]	$E_{min} / E_m$	$E_{min} / E_{max}$
8.31	4.15	15	0.500	0.278

DOC.1.MEMORIA

Tabla 3 – Clases de alumbrado para vías tipo B

Situaciones de proyecto	Tipos de vías	Clase de Alumbrado <sup>(*)</sup>
B1	<ul style="list-style-type: none"> <li>Vías urbanas secundarias de conexión a urbanas de tráfico importante.</li> <li>Vías distribuidoras locales y accesos a zonas residenciales y fincas.</li> </ul>	ME2 / ME3c ME4b / ME5 / ME6
	Intensidad de tráfico IMD $\geq 7.000$ ..... IMD $< 7.000$ .....	
B2	<ul style="list-style-type: none"> <li>Carreteras locales en áreas rurales.</li> </ul>	ME2 / ME3b ME4b / ME5
	Intensidad de tráfico y complejidad del trazado de la carretera. IMD $\geq 7.000$ ..... IMD $< 7.000$ .....	

<sup>(\*)</sup> Para todas las situaciones de proyecto B1 y B2, cuando las zonas próximas sean claras (fondos claros), todas las vías de tráfico verán incrementadas sus exigencias a las de la clase de alumbrado inmediata superior.

**VIAS DE VELOCIDAD MODERADA**

Tabla 6 – Series ME de clase de alumbrado para viales secos tipos A y B

Clase de Alumbrado	Luminancia de la superficie de la calzada en condiciones secas			Deslumbramiento Perturbador	Iluminación de alrededores
	Luminancia <sup>(4)</sup> Media $L_m$ (cd/m <sup>2</sup> ) <sup>(1)</sup>	Uniformidad Global $U_0$ [mínima]	Uniformidad Longitudinal $U_L$ [mínima]	Incremento Umbral $TI$ (%) <sup>(2)</sup> [máximo]	Relación Entorno $SR$ <sup>(3)</sup> [mínima]
ME1	2,00	0,40	0,70	10	0,50
ME2	1,50	0,40	0,70	10	0,50
ME3a	1,00	0,40	0,70	15	0,50
ME3b	1,00	0,40	0,60	15	0,50
ME3c	1,00	0,40	0,50	15	0,50
ME4a	0,75	0,40	0,60	15	0,50
ME4b	0,75	0,40	0,50	15	0,50
ME5	0,50	0,35	0,40	15	0,50
ME6	0,30	0,35	0,40	15	Sin requisitos

<sup>(1)</sup> Los niveles de la tabla son valores mínimos en servicio con mantenimiento de la instalación de alumbrado, a excepción de (TI), que son valores máximos iniciales. A fin de mantener dichos niveles de servicio, debe considerarse un factor de mantenimiento ( $f_m$ ) elevado que dependerá de la lámpara adoptada, del tipo de luminaria, grado de contaminación del aire y modalidad de mantenimiento preventivo.

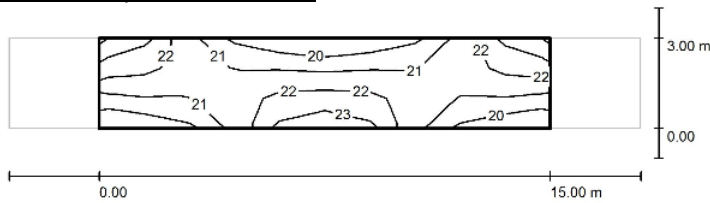
<sup>(2)</sup> Cuando se utilicen fuentes de luz de baja luminancia (lámparas fluorescentes y de vapor de sodio a baja presión), puede permitirse un aumento de 5% del incremento umbral (TI).

<sup>(3)</sup> La relación entorno SR debe aplicarse en aquellas vías de tráfico rodado donde no existan otras áreas contiguas a la calzada que tengan sus propios requisitos. La anchura de las bandas adyacentes para la relación entorno SR será igual como mínimo a la de un carril de tráfico, recomendándose a ser posible 5 m de anchura.

<sup>(4)</sup> Los valores de luminancia dados pueden convertirse en valores de iluminación, multiplicando los primeros por el coeficiente R (según C.I.E.) del pavimento utilizado, tomando un valor de 15 cuando éste no se conozca.

DOC.1.MEMORIA

Para la calle peatonal E1 CE2



Valores en Lux, Escala 1 : 151

Trama: 10 x 3 Puntos

$E_m$ [lx]	$E_{min}$ [lx]	$E_{max}$ [lx]	$E_{min} / E_m$	$E_{min} / E_{max}$
21	20	23	0.923	0.854

Tabla 5 – Clases de alumbrado para vías tipo E

Situaciones de proyecto	Tipos de vías	Clase de Alumbrado <sup>(*)</sup>
E1	<ul style="list-style-type: none"> <li>• <i>Espacios peatonales de conexión, calles peatonales, y aceras a lo largo de la calzada.</i></li> <li>• <i>Paradas de autobús con zonas de espera</i></li> <li>• <i>Áreas comerciales peatonales.</i></li> </ul>	CE1A / CE2 / S1 S2 / S3 / S4
	Flujo de tráfico de peatones Alto..... Normal .....	
E2	<ul style="list-style-type: none"> <li>• <i>Zonas comerciales con acceso restringido y uso prioritario de peatones.</i></li> </ul>	CE1A / CE2 / S1 S2 / S3 / S4
	Flujo de tráfico de peatones Alto..... Normal .....	

(\*) Para todas las situaciones de alumbrado E1 y E2, cuando las zonas próximas sean claras (fondos claros), todas las vías de tráfico verán incrementadas sus exigencias a las de la clase de alumbrado inmediata superior.

**VIAS PEATONALES**

Tabla 9 – Series CE de clase de alumbrado para viales tipos D y E

Clase de Alumbrado (1)	Iluminancia horizontal	
	Iluminancia Media $E_m$ (lux) [mínima mantenida <sup>(1)</sup> ]	Uniformidad Media $U_m$ [mínima]
CE0	50	0,40
CE1	30	0,40
CE1A	25	0,40
CE2	20	0,40
CE3	15	0,40
CE4	10	0,40
CE5	7,5	0,40

(1) Los niveles de la tabla son valores mínimos en servicio con mantenimiento de la instalación de alumbrado. A fin de mantener dichos niveles de servicio, debe considerarse un factor de mantenimiento ( $F_m$ ) elevado que dependerá de la lámpara adoptada, del tipo de luminaria, grado de contaminación del aire y modalidad de mantenimiento preventivo.

(2) También se aplican en espacios utilizados por peatones y ciclistas.

DOC.1.MEMORIA

Para la calle con estacionamiento D1-D2

D1 - D2	<ul style="list-style-type: none"> <li>• <i>Áreas de aparcamiento en autopistas y autovías.</i></li> <li>• <i>Aparcamientos en general.</i></li> <li>• <i>Estaciones de autobuses.</i></li> </ul>	
	Flujo de tráfico de peatones Alto ..... Normal .....	CE1A / CE2 CE3 / CE4
D3 - D4	<ul style="list-style-type: none"> <li>• <i>Calles residenciales suburbanas con aceras para peatones a lo largo de la calzada</i></li> <li>• <i>Zonas de velocidad muy limitada</i></li> </ul>	
	Flujo de tráfico de peatones y ciclistas Alto ..... Normal .....	CE2 / S1 / S2 S3 / S4
<sup>(1)</sup> Para todas las situaciones de alumbrado C1-D1-D2-D3 y D4, cuando las zonas próximas sean claras (fondos claros), todas las vías de tráfico verán incrementadas sus exigencias a las de la clase de alumbrado inmediata superior.		

**BAJA VELOCIDAD Y  
CARRILES BICI**

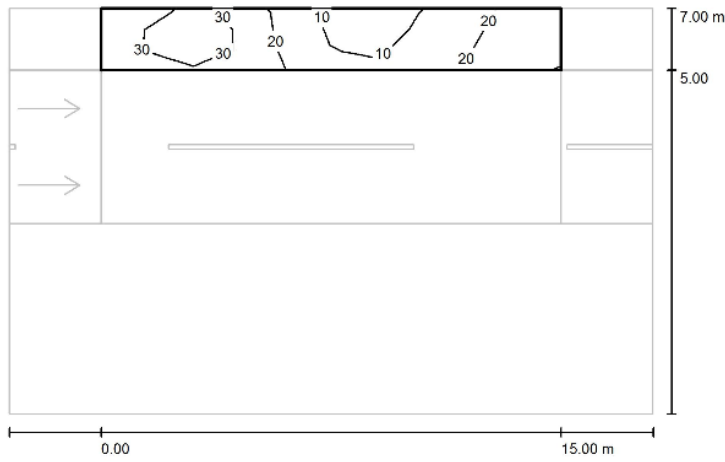
Tabla 9 – Series CE de clase de alumbrado para viales tipos D y E

Clase de Alumbrado (1)	Iluminancia horizontal	
	Iluminancia Media <i>Em (lux)</i> [mínima mantenida <sup>(1)</sup> ]	Uniformidad Media <i>Um</i> [mínima]
CE0	50	0,40
CE1	30	0,40
CE1A	25	0,40
CE2	20	0,40
CE3	15	0,40
CE4	10	0,40
CE5	7,5	0,40

(1) Los niveles de la tabla son valores mínimos en servicio con mantenimiento de la instalación de alumbrado. A fin de mantener dichos niveles de servicio, debe considerarse un factor de mantenimiento ( $f_m$ ) elevado que dependerá de la lámpara adoptada, del tipo de luminaria, grado de contaminación del aire y modalidad de mantenimiento preventivo.

(2) También se aplican en espacios utilizados por peatones y ciclistas.

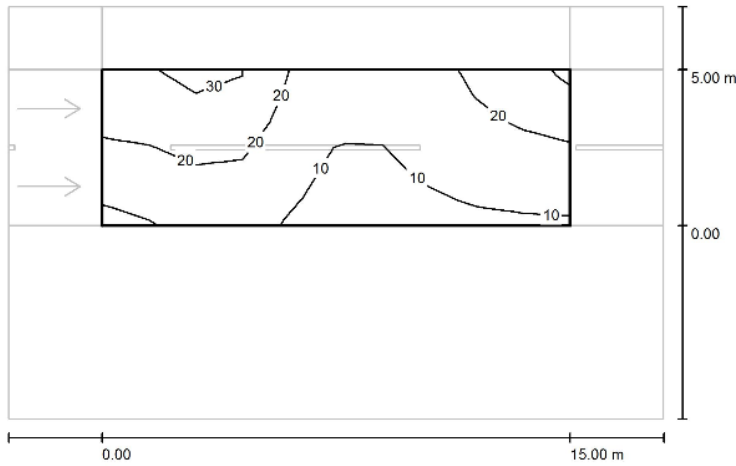
DOC.1.MEMORIA



Valores en Lux, Escala 1 : 151

Trama: 10 x 3 Puntos

$E_m$ [lx]	$E_{min}$ [lx]	$E_{max}$ [lx]	$E_{min} / E_m$	$E_{min} / E_{max}$
21	5.87	37	0.280	0.160



Valores en Lux, Escala 1 : 151

Trama: 10 x 6 Puntos

$E_m$ [lx]	$E_{min}$ [lx]	$E_{max}$ [lx]	$E_{min} / E_m$	$E_{min} / E_{max}$
16	5.83	35	0.358	0.169

DOC.1.MEMORIA

### **18.3. Alumbrado de emergencia.**

Las instalaciones destinadas a alumbrado de emergencia tienen por objeto asegurar, en caso de fallo de la alimentación al alumbrado normal, la iluminación en los locales y accesos hasta las salidas, para una eventual evacuación del público o iluminar otros puntos que se señalen.

La alimentación del alumbrado de emergencia será automática con corte breve (alimentación automática disponible en 0,5 s como máximo).

#### **18.3.1 Prescripciones de los aparatos para alumbrado de emergencia**

##### **Aparatos autónomos para alumbrado de emergencia**

Luminaria que proporciona alumbrado de emergencia de tipo permanente o no permanente en la que todos los elementos, tales como la batería, la lámpara, el conjunto de mando y los dispositivos de verificación y control, si existen, están contenidos dentro de la luminaria o a una distancia inferior a 1 m de ella.

##### **Luminaria alimentada por fuente central**

Luminaria que proporciona alumbrado de emergencia de tipo permanente o no permanente y que está alimentada a partir de un sistema de alimentación de emergencia central, es decir, no incorporado en la luminaria.

Las líneas que alimentan directamente los circuitos individuales de los alumbrados de emergencia alimentados por fuente central, estarán protegidas por interruptores automáticos con una intensidad nominal de 10 A como máximo. Una misma línea no podrá alimentar más de 12 puntos de luz o, si en la dependencia o local considerado existiesen varios puntos de luz para alumbrado de emergencia, éstos deberán ser repartidos, al menos, entre dos líneas diferentes, aunque su número sea inferior a doce.

Las canalizaciones que alimenten los alumbrados de emergencia alimentados por fuente central se dispondrán, cuando se instalen sobre paredes o empotradas en ellas, a 5 cm como mínimo, de otras canalizaciones eléctricas y, cuando se instalen en huecos de la construcción estarán separadas de éstas por tabiques incombustibles no metálicos.

### **19. Toma de tierra**

Las puestas a tierra se establecen principalmente con objeto de limitar la tensión que, con respecto a tierra, puedan presentar en un momento dado las masas metálicas, asegurar la actuación de las protecciones y eliminar o disminuir el riesgo que supone una avería en los materiales eléctricos utilizados.

La puesta o conexión a tierra es la unión eléctrica directa, sin fusibles ni protección alguna, de una parte del circuito eléctrico o de una parte conductora no perteneciente al mismo, mediante una toma de tierra con un electrodo o grupo de electrodos enterrados en el suelo.

Mediante la instalación de puesta a tierra se deberá conseguir que en el conjunto de instalaciones, edificios y superficie próxima del terreno no aparezcan diferencias de potencial peligrosas y que, al mismo tiempo, permita el paso a tierra de las corrientes de defecto o las de descarga de origen atmosférico.

Universidad de Zaragoza

---

Escuela de Ingeniería y Arquitectura (EINA)-Grado en Ingeniería Eléctrica

Pág. Nº 38

DOC.1.MEMORIA

La elección e instalación de los materiales que aseguren la puesta a tierra deben ser tales que:

- El valor de la resistencia de puesta a tierra esté conforme con las normas de protección y de funcionamiento de la instalación y se mantenga de esta manera a lo largo del tiempo.
- Las corrientes de defecto a tierra y las corrientes de fuga puedan circular sin peligro, particularmente desde el punto de vista de solicitaciones térmicas, mecánicas y eléctricas.
- La solidez o la protección mecánica quede asegurada con independencia de las condiciones estimadas de influencias externas.
- Contemplan los posibles riesgos debidos a electrólisis que pudieran afectar a otras partes metálicas.

**19.1. Uniones a tierra**

**Tomas de tierra**

Para la toma de tierra se pueden utilizar electrodos formados por:

- Barras, tubos
- Pletinas, conductores desnudos
- Placas
- Anillos o mallas metálicas constituidos por los elementos anteriores o sus combinaciones
- Armaduras de hormigón enterradas; con excepción de las armaduras pretensadas
- Otras estructuras enterradas que se demuestre que son apropiadas.

Los conductores de cobre utilizados como electrodos serán de construcción y resistencia eléctrica según la clase 2 de la norma UNE 21022.

El tipo y la profundidad de enterramiento de las tomas de tierra deben ser tales que la posible pérdida de humedad del suelo, la presencia del hielo u otros efectos climáticos, no aumenten la resistencia de la toma de tierra por encima del valor previsto. La profundidad nunca será inferior a 0,50 m.

**Conductores de tierra**

La sección de los conductores de tierra, cuando estén enterrados, deberán estar de acuerdo con los valores indicados en la tabla siguiente. La sección no será inferior a la mínima exigida para los conductores de protección.

Tipo	Protegido mecánicamente	No protegido mecánicamente
Protegido contra la corrosión	Igual a conductores protección apdo. 7.7.1	16 mm <sup>2</sup> Cu 16 mm <sup>2</sup> Acero
Galvanizado	25 mm <sup>2</sup> Cu	25 mm <sup>2</sup> Cu
No protegido contra la corrosión	50 mm <sup>2</sup> Hierro	50 mm <sup>2</sup> Hierro

#### DOC.1.MEMORIA

\* La protección contra la corrosión puede obtenerse mediante una envolvente.

Durante la ejecución de las uniones entre conductores de tierra y electrodos de tierra debe extremarse el cuidado para que resulten eléctricamente correctas. Debe cuidarse, en especial, que las conexiones, no dañen ni a los conductores ni a los electrodos de tierra.

#### Bornes de puesta a tierra

En toda instalación de puesta a tierra debe preverse un borne principal de tierra, al cual deben unirse los conductores siguientes:

- Los conductores de tierra.
- Los conductores de protección.
- Los conductores de unión equipotencial principal.
- Los conductores de puesta a tierra funcional, si son necesarios.

Debe preverse sobre los conductores de tierra y en lugar accesible, un dispositivo que permita medir la resistencia de la toma de tierra correspondiente. Este dispositivo puede estar combinado con el borne principal de tierra, debe ser desmontable necesariamente por medio de un útil, tiene que ser mecánicamente seguro y debe asegurar la continuidad eléctrica.

#### Conductores de protección

Los conductores de protección sirven para unir eléctricamente las masas de una instalación con el borne de tierra, con el fin de asegurar la protección contra contactos indirectos.

Los conductores de protección tendrán una sección mínima igual a la fijada en la tabla siguiente:

<u>Sección conductores fase (mm<sup>2</sup>)</u>	<u>Sección conductores protección (mm<sup>2</sup>)</u>
$S_f \leq 16$	$S_f$
$16 < S_f \leq 35$	16
$S_f > 35$	$S_f/2$

En todos los casos, los conductores de protección que no forman parte de la canalización de alimentación serán de cobre con una sección, al menos de:

- 2,5 mm<sup>2</sup>, si los conductores de protección disponen de una protección mecánica.
- 4 mm<sup>2</sup>, si los conductores de protección no disponen de una protección mecánica.

Como conductores de protección pueden utilizarse:

- Conductores en los cables multiconductores, o
- Conductores aislados o desnudos que posean una envolvente común con los conductores activos, o
- Conductores separados desnudos o aislados.



DOC.1.MEMORIA

Ningún aparato deberá ser intercalado en el conductor de protección. Las masas de los equipos a unir con los conductores de protección no deben ser conectadas en serie en un circuito de protección.

### **19.2. Conductores de equipotenciales**

El conductor principal de equipotencialidad debe tener una sección no inferior a la mitad de la del conductor de protección de sección mayor de la instalación, con un mínimo de 6 mm<sup>2</sup>. Sin embargo, su sección puede ser reducida a 2,5 mm<sup>2</sup> si es de cobre.

La unión de equipotencialidad suplementaria puede estar asegurada, bien por elementos conductores no desmontables, tales como estructuras metálicas no desmontables, bien por conductores suplementarios, o por combinación de los dos.

### **19.3. Resistencia de las tomas de tierra**

El valor de resistencia de tierra será tal que cualquier masa no pueda dar lugar a tensiones de contacto superiores a:

- 24 V en local o emplazamiento conductor
- 50 V en los demás casos.

Si las condiciones de la instalación son tales que pueden dar lugar a tensiones de contacto superiores a los valores señalados anteriormente, se asegurará la rápida eliminación de la falta mediante dispositivos de corte adecuados a la corriente de servicio.

La resistencia de un electrodo depende de sus dimensiones, de su forma y de la resistividad del terreno en el que se establece. Esta resistividad varía frecuentemente de un punto a otro del terreno, y varía también con la profundidad.

### **19.4. Tomas de tierra independientes**

Se considerará independiente una toma de tierra respecto a otra, cuando una de las tomas de tierra, no alcance, respecto a un punto de potencial cero, una tensión superior a 50 V cuando por la otra circula la máxima corriente de defecto a tierra prevista.

### **19.5. Separación entre las tomas de tierra de las masas de las instalaciones de utilización y de las masas de un centro de transformación**

Se verificará que las masas puestas a tierra en una instalación de utilización, así como los conductores de protección asociados a estas masas o a los relés de protección de masa, no están unidas a la toma de tierra de las masas de un centro de transformación, para evitar que durante la evacuación de un defecto a tierra en el centro de transformación, las masas de la instalación de utilización puedan quedar sometidas a tensiones de contacto peligrosas. Si no se hace el control de independencia indicando anteriormente (50 V), entre la puesta a tierra de las masas de las instalaciones de utilización respecto a la puesta a tierra de protección o masas del centro de transformación, se considerará que las tomas de tierra son eléctricamente

Universidad de Zaragoza

---

DOC.1.MEMORIA

independientes cuando se cumplan todas y cada una de las condiciones siguientes:

- a) No exista canalización metálica conductora (cubierta metálica de cable no aislada especialmente, canalización de agua, gas, etc.) que una la zona de tierras del centro de transformación con la zona en donde se encuentran los aparatos de utilización.
- b) La distancia entre las tomas de tierra del centro de transformación y las tomas de tierra u otros elementos conductores enterrados en los locales de utilización es al menos igual a 15 metros para terrenos cuya resistividad no sea elevada (<100 ohmios.m). Cuando el terreno sea muy mal conductor, la distancia deberá ser calculada.
- c) El centro de transformación está situado en un recinto aislado de los locales de utilización o bien, si esta contiguo a los locales de utilización o en el interior de los mismos, está establecido de tal manera que sus elementos metálicos no están unidos eléctricamente a los elementos metálicos constructivos de los locales de utilización.

Sólo se podrán unir la puesta a tierra de la instalación de utilización (edificio) y la puesta a tierra de protección (masas) del centro de transformación, si el valor de la resistencia de puesta a tierra única es lo suficientemente baja para que se cumpla que en el caso de evacuar el máximo valor previsto de la corriente de defecto a tierra ( $I_d$ ) en el centro de transformación, el valor de la tensión de defecto ( $V_d = I_d \times R_t$ ) sea menor que la tensión de contacto máxima aplicada.

### **19.6. Revisión de las tomas de tierra**

Por la importancia que ofrece, desde el punto de vista de la seguridad cualquier instalación de toma de tierra, deberá ser obligatoriamente comprobada por el Director de la Obra o Instalador Autorizado en el momento de dar de alta la instalación para su puesta en marcha o en funcionamiento.

Personal técnicamente competente efectuará la comprobación de la instalación de puesta a tierra, al menos anualmente, en la época en la que el terreno esté más seco. Para ello, se medirá la resistencia de tierra, y se repararán con carácter urgente los defectos que se encuentren.

En los lugares en que el terreno no sea favorable a la buena conservación de los electrodos, éstos y los conductores de enlace entre ellos hasta el punto de puesta a tierra, se pondrán al descubierto para su examen, al menos una vez cada cinco años.



DOC.1.MEMORIA

## **20.Revisión del Presupuesto**

<b>Capítulo</b>	<b>Importe</b>
Capítulo 1 Centro de Transformación	40.585
Capítulo 2 Línea de Enlace	65.530,34
Capítulo 2.1 Acometida	256,14
Capítulo 2.2 Línea General de Alimentación	2.475,35
Capítulo 2.3 Centralización de Contadores	1.491,02
Capítulo 2.4 Derivación Individual	61.307,83
Capítulo 3 Cuadro General Protección Viviendas	48.786,96
Capítulo 4 Cuadro General Protección Servicios Generales	3.034,43
Capítulo 5 Cuadro General Protección Caseta Seguridad	807,50
Capítulo 6 Cuadro General Protección Cuarto Técnico	514,90
Capítulo 7 Cuadro General Protección Pista de Tenis	1344,39
Capítulo 8 Cuadro General Protección Gimnasio	690,79
Capítulo 9 Cables	50.308,36
Capítulo 9.1 Cables Vivienda	37.795,44
Capítulo 9.2 Cables Servicios Generales	12.512,92
Capítulo 10 Receptores	231.867,64
Capítulo 10.1 Alumbrado viviendas	54.233,52
Capítulo 10.2 Alumbrado Servicios Generales	20.990,76
Capítulo 10.3 Alumbrado vial	74.206,46
Capítulo 10.4 Mecanismos Viviendas	57.216,72
Capítulo 10.5 Mecanismos Servicios Generales	237,61
Capítulo 10.6 Tomas de Corriente Viviendas	24.712,56
Capítulo 10.7 Tomas de Corriente Servicios Generales	270,01
Capítulo 11 Protección contra sobretensiones	10.064,25
Capítulo 12 Toma de tierra	2.117,72
Presupuesto de ejecución material	455.652,28
13% de gastos generales	59.234,80
6% de beneficio industrial	27.339,14
Suma	542.226,22
21% IVA	113.867,51
Presupuesto de ejecución por contrata	656.093,73

Asciende el presupuesto de ejecución por contrata a la expresada cantidad de SEISCIENTOS CINCUENTA Y SEIS MIL NOVENTA Y CUATRO EUROS.

**Zaragoza, 21 Noviembre del 2016**



DOC.1.MEMORIA

## **21. Conclusión: Lugar, fecha y firma del proyectista.**

Se considera que el presente proyecto se ha redactado sujeto a las instrucciones recibidas y a la legislación vigente, estando la solución suficientemente justificada, por lo que se da por concluido.

**En Zaragoza, a 21 de Noviembre del 2016**

**Fdo: Daniel Ceresuela Arrazola**

## **22. Anexo de Cálculos justificativos Eléctricos.**

### **22.1. Formulario empleado**

#### **Fórmulas**

Emplearemos las siguientes:

#### **Sistema Trifásico:**

$$I[A] = \frac{P_c}{1,732 \cdot U \cdot \cos\varphi \cdot R}$$
$$e[V] = \left( \frac{L \cdot P_c}{K \cdot U \cdot n \cdot S \cdot R} \right) + \left( \frac{L \cdot P_c \cdot X_u \cdot \operatorname{sen}\varphi}{1000 \cdot U \cdot n \cdot R \cdot \cos\varphi} \right)$$

#### **Sistema Monofásico:**

$$I[A] = \frac{P_c}{U \cdot \cos\varphi \cdot R}$$
$$e[V] = \left( \frac{2 \cdot L \cdot P_c}{K \cdot U \cdot n \cdot S \cdot R} \right) + \left( \frac{2 \cdot L \cdot P_c \cdot X_u \cdot \operatorname{sen}\varphi}{1000 \cdot U \cdot n \cdot R \cdot \cos\varphi} \right)$$

En donde:

$P_c$  = Potencia de Cálculo en Watios.

$L$  = Longitud de Cálculo en metros.

$e$  = Caída de tensión en Voltios.

$K$  = Conductividad.

$I$  = Intensidad en Amperios.

$U$  = Tensión de Servicio en Voltios (Trifásica o Monofásica).

$S$  = Sección del conductor en  $\text{mm}^2$ .

$\cos\varphi$  = Factor de potencia.

$R$  = Rendimiento. (Para líneas motor).

$n$  = Nº de conductores por fase.

$X_u$  = Reactancia por unidad de longitud en  $m\Omega/m$

#### **Fórmula Conductividad Eléctrica**

$$K = \frac{1}{\rho}$$
$$\rho = \rho_{20} \cdot [1 + \alpha \cdot (T - 20)]$$
$$T = T_0 \cdot \left[ (T_{\text{máx}} - T_0) \cdot \left( \frac{I}{I_{\text{máx}}} \right)^2 \right]$$

Siendo,

$K$  = Conductividad del conductor a la temperatura  $T$ .

$\rho$  = Resistividad del conductor a la temperatura  $T$ .

DOC.1.MEMORIA

$\rho_{20}$  = Resistividad del conductor a 20°C.

Cu = 0.018

Al = 0.029

$\alpha$  = Coeficiente de temperatura:

Cu = 0.00392

Al = 0.00403

T = Temperatura del conductor (°C).

$T_o$  = Temperatura ambiente (°C):

Cables enterrados = 25°C

Cables al aire = 40°C

$T_{m\acute{a}x}$  = Temperatura máxima admisible del conductor (°C):

XLPE, EPR = 90°C

PVC = 70°C

I = Intensidad prevista por el conductor (A).

$I_{m\acute{a}x}$  = Intensidad máxima admisible del conductor (A).

### Fórmulas cortocircuito

$$I_{pcc,i} = \frac{C_t \cdot U}{\sqrt{3} \cdot Z_t}$$

Siendo,

$I_{pcc,i}$  : Intensidad permanente de c.c. en inicio de línea en kA.

$C_t$  : Coeficiente de tensión.

U: Tensión trifásica en V.

$Z_t$ : Impedancia total en mΩ, aguas arriba del punto de c.c. (sin incluir la línea o circuito en estudio).

$$I_{pcc,f} = \frac{C_t \cdot U_f}{2 \cdot Z_t}$$

Siendo,

$I_{pcc,f}$ : Intensidad permanente de c.c. en fin de línea en kA.

$C_t$ : Coeficiente de tensión.

$U_f$ : Tensión monofásica en V.

$Z_t$ : Impedancia total en mΩ, incluyendo la propia de la línea o circuito (por tanto es igual a la impedancia en origen más la propia del conductor o línea).

La impedancia total hasta el punto de cortocircuito será:

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

Siendo,

DOC.1.MEMORIA

$R_t$ :  $R_1 + R_2 + \dots + R_n$  (suma de las resistencias de las líneas aguas arriba hasta el punto de c.c.)

$X_t$ :  $X_1 + X_2 + \dots + X_n$  (suma de las reactancias de las líneas aguas arriba hasta el punto de c.c.)

$R = L \cdot 1000 \cdot C_R / K \cdot S \cdot n$  (mΩ)

$X = X_u \cdot L / n$  (mΩ)

R: Resistencia de la línea en mΩ.

X: Reactancia de la línea en mΩ.

L: Longitud de la línea en m.

$C_R$ : Coeficiente de resistividad.

K: Conductividad del metal.

S: Sección de la línea en mm<sup>2</sup>.

$X_u$ : Reactancia de la línea, en mΩ por metro.

n: nº de conductores por fase.

$$t_{mcicc} = \frac{C_c \cdot S^2}{I_{pcc,f}^2}$$

Siendo,

$t_{mcicc}$ : Tiempo máximo en segundos que un conductor soporta una  $I_{pcc}$ .

$C_c$ : Constante que depende de la naturaleza del conductor y de su aislamiento.

S: Sección de la línea en mm<sup>2</sup>.

$I_{pcc,f}$ : Intensidad permanente de c.c. en fin de línea en A.

$$t_{ficc} = \frac{Cte\ fusible}{I_{pcc,f}^2}$$

Siendo,

$t_{ficc}$ : Tiempo de fusión de un fusible para una determinada intensidad de cortocircuito.

$I_{pcc,f}$ : Intensidad permanente de c.c. en fin de línea en A.

$$L_{max} = \frac{0.8 \cdot U_F}{2 \cdot I_{F5} \cdot \sqrt{\left(\frac{1.5}{K \cdot S \cdot n}\right)^2 + \left(\frac{X_u}{n \cdot 1000}\right)^2}}$$

Siendo,

$L_{max}$ : Longitud máxima de conductor protegido a c.c. (m) (para protección por fusibles)

$U_F$ : Tensión de fase (V)

K: Conductividad

S: Sección del conductor (mm<sup>2</sup>)

$X_u$ : Reactancia por unidad de longitud (mohm/m). En conductores aislados suele ser 0,1.

n: nº de conductores por fase

$C_t = 0.8$ : Es el coeficiente de tensión.

$C_R = 1.5$ : Es el coeficiente de resistencia.

$I_{F5}$  = Intensidad de fusión en amperios de fusibles en 5 segundos.



DOC.1.MEMORIA

**Curvas válidas.**(Para protección de Interruptores automáticos dotados de Relé electromagnético).

CURVA B	$I_{MAG} = 5 \cdot I_n$
CURVA C	$I_{MAG} = 10 \cdot I_n$
CURVA D Y MA	$I_{MAG} = 20 \cdot I_n$

**Fórmulas Embarrados**

Cálculo electrodinámico

$$\sigma_{max} = \frac{I_{pcc}^2 \cdot L^2}{(60 \cdot d \cdot W_y \cdot n)}$$

Siendo,

$\sigma_{max}$ : Tensión máxima en las pletinas (kg/cm<sup>2</sup>)

$I_{pcc}$ : Intensidad permanente de c.c. (kA)

L: Separación entre apoyos (cm)

d: Separación entre pletinas (cm)

n: nº de pletinas por fase

$W_y$ : Módulo resistente por pletina eje y-y (cm<sup>3</sup>)

$\sigma_{adm}$ : Tensión admisible material (kg/cm<sup>2</sup>)

Comprobación por sollicitación térmica en cortocircuito

$$I_{cccs} = \frac{K_c \cdot s}{(1000 \cdot \sqrt{t_{cc}})}$$

Siendo,

$I_{pcc}$ : Intensidad permanente de c.c. (kA)

$I_{cccs}$ : Intensidad de c.c. soportada por el conductor durante el tiempo de duración del c.c. (kA)

S: Sección total de las pletinas (mm<sup>2</sup>)

$t_{cc}$ : Tiempo de duración del cortocircuito (s)

Kc: Constante del conductor: Cu = 164, Al = 107

**Fórmulas Sobrecargas**

Las características de funcionamiento de un dispositivo que protege contra sobrecargas deben satisfacer las dos condiciones siguientes:

$$\begin{aligned} I_b &\leq I_n \leq I_z \\ I_2 &\leq 1.45 \cdot I_z \end{aligned}$$

Dónde:

$I_b$ : Corriente para la que se ha diseñado el circuito según la previsión de cargas.

$I_z$ : Corriente admisible del cable en función del sistema de instalación utilizado (ITC-BT-19 y UNE 20460-5-523)



DOC.1.MEMORIA

$I_n$  : Corriente asignada del dispositivo de protección. Para los dispositivos de protección regulables,  $I_n$  es la intensidad de regulación seleccionada.

$I_2$  : Corriente que asegura la actuación del dispositivo de protección para un tiempo largo. El valor de  $I_2$  toma igual a:

- La intensidad de funcionamiento en el tiempo convencional para interruptores automáticos:  $I_2 = 1.45 \cdot I_n$
- A la intensidad de fusión en el tiempo convencional, para los fusibles :  $I_2 = 1,6 \cdot I_n$

## 22.2. Cálculos Justificativos.

### Cálculo del CT

#### INTENSIDAD DE ALTA TENSIÓN.

Potencia del transformador (kVA)	$I_p$ (A)
400	11.55

siendo la intensidad total primaria de 11.55 Amperios.

#### INTENSIDAD DE BAJA TENSIÓN.

(kVA)	(kW)	(A)
400	5.03	570.09

#### CORTOCIRCUITOS.

##### Observaciones.

Para el cálculo de la intensidad de cortocircuito se determina una potencia de cortocircuito de 500 MVA en la red de distribución, dato proporcionado por la Compañía suministradora.

##### Cortocircuito en el lado de Alta Tensión.

Utilizando la fórmula expuesta anteriormente con:

$$S_{cc} = 500 \text{ MVA.}$$

$$U = 20 \text{ kV.}$$

y sustituyendo valores tendremos una intensidad primaria máxima para un cortocircuito en el lado de A.T. de:

$$I_{ccp} = 14.43 \text{ kA.}$$

DOC.1.MEMORIA

**Cortocircuito en el lado de Baja Tensión.**

Utilizando la fórmula expuesta anteriormente y sustituyendo valores, tendremos:

Potencia del transformador (kVA)	Ucc (%)	Iccs (kA)
400	4	14.43

Siendo:

- Ucc: Tensión de cortocircuito del transformador en tanto por ciento.
- Iccs: Intensidad secundaria máxima para un cortocircuito en el lado de baja tensión.

**SELECCIÓN DE LAS PROTECCIONES DE ALTA Y BAJA TENSIÓN.**

**ALTA TENSIÓN.**

Los cortacircuitos fusibles son los limitadores de corriente, produciéndose su fusión, para una intensidad determinada, antes que la corriente haya alcanzado su valor máximo. De todas formas, esta protección debe permitir el paso de la punta de corriente producida en la conexión del transformador en vacío, soportar la intensidad en servicio continuo y sobrecargas eventuales y cortar las intensidades de defecto en los bornes del secundario del transformador.

Como regla práctica, simple y comprobada, que tiene en cuenta la conexión en vacío del transformador y evita el envejecimiento del fusible, se puede verificar que la intensidad que hace fundir al fusible en 0,1 segundo es siempre superior o igual a 14 veces la intensidad nominal del transformador.

La intensidad nominal de los fusibles se escogerá por tanto en función de la potencia del transformador a proteger.

Sin embargo, en el caso de utilizar como interruptor de protección del transformador un disyuntor en atmósfera de hexafluoruro de azufre, y ser éste el aparato destinado a interrumpir las corrientes de cortocircuito cuando se produzcan, no se instalarán fusibles para la protección de dicho transformador.

Potencia del transformador (kVA)	Intensidad nominal del fusible de A.T. (A)
400	25

El calibre de los fusibles de la celda de protección general será de 25 A.

DOC.1.MEMORIA

### CÁLCULO DE LAS INSTALACIONES DE PUESTA A TIERRA.

Estará constituida por 4 picas en hilera unidas por un conductor horizontal de cobre desnudo de 50 mm<sup>2</sup> de sección.

Las picas tendrán un diámetro de 14 mm. y una longitud de 2.00 m. Se enterrarán verticalmente a una profundidad de 0.5 m. y la separación entre cada pica y la siguiente será de 3.00 m. Con esta configuración, la longitud de conductor desde la primera pica a la última será de 15 m., dimensión que tendrá que haber disponible en el terreno.

La conexión desde el Centro hasta la primera pica se realizará con cable de cobre aislado de 0.6/1 kV protegido contra daños mecánicos.

El valor de la resistencia de puesta a tierra de este electrodo deberá ser inferior a 37  $\Omega$ . Con este criterio se consigue que un defecto a tierra en una instalación de Baja Tensión protegida contra contactos indirectos por un interruptor diferencial de sensibilidad 650 mA., no ocasione en el electrodo de puesta a tierra una tensión superior a 24 Voltios ( $=37 \times 0,650$ ).

Existirá una separación mínima entre las picas de la tierra de protección y las picas de la tierra de servicio a fin de evitar la posible transferencia de tensiones elevadas a la red de Baja Tensión

### Cálculo de las tensiones aplicadas.

La tensión máxima de contacto aplicada, en voltios que se puede aceptar, será conforme a la Tabla 1 de la ITC-RAT 13 de instalaciones de puestas a tierra que se transcribe a continuación:

Duración de la corriente de falta, $t_f$ (s)	Tensión de contacto aplicada admisible, $U_{ca}$ (V)
0.05	735
0.1	633
0.2	528
0.3	420
0.4	310
0.5	204
1.0	107

El valor de tiempo de duración de la corriente de falta proporcionada por la compañía eléctrica suministradora es de 1 seg., dato que aparece en la tabla adjunta, por lo que la máxima tensión de contacto aplicada admisible al cuerpo humano es:

$$U_{ca} = 107 \text{ V}$$

Para la determinación de los valores máximos admisibles de la tensión de paso en el exterior, y en el acceso al Centro, emplearemos las siguientes expresiones:

DOC.1.MEMORIA

$$U_{P(\text{exterior})} = 10U_{ca} \left( 1 + \frac{2R_{a1} + 6\sigma}{1000} \right)$$

$$U_{P(\text{acceso})} = 10U_{ca} \left( 1 + \frac{2R_{a1} + 3\sigma + 3\sigma_h}{1000} \right)$$

Siendo:

$U_{ca}$  = Tensiones de contacto aplicada = 107 V

$R_{a1}$  = Resistencia del calzado = 2.000  $\Omega$ .m

$\sigma$  = Resistividad del terreno = 20  $\Omega$ .m

$\sigma_h$  = Resistividad del hormigón = 3.000  $\Omega$ .m

obtenemos los siguientes resultados:

$$U_{p(\text{exterior})} = 5478.4 \text{ V}$$

$$U_{p(\text{acceso})} = 15044.2 \text{ V}$$

Así pues, comprobamos que los valores calculados son inferiores a los máximos admisibles:

- en el exterior:

$$U_p = 0.5 \text{ V.} < U_{p(\text{exterior})} = 5478.4 \text{ V.}$$

- en el acceso al C.T.:

$$U_d = 2 \text{ V.} < U_{p(\text{acceso})} = 15044.2 \text{ V.}$$

### Cálculo de la LINEA GENERAL DE ALIMENTACION LGA1

- Tensión de servicio: 400 V.
- Canalización: Enterrados Bajo Tubo (R.Subt)
- Longitud: 25 m; Cos  $\varphi$ : 0.8;  $X_u$ (m $\Omega$ /m): 0;
- Potencia de cálculo: 13 Viviendas 97520.01 W.

$$I = 97520.01 / (1.732 \times 400 \times 0.8) = 175.95 \text{ A.}$$

Se eligen conductores Unipolares 4x95+TTx50mm<sup>2</sup>Cu

Nivel Aislamiento, Aislamiento: 0.6/1 kV, XLPE+Pol - No propagador incendio y emisión humos y opacidad reducida -. Desig. UNE: RZ1-K(AS)

I.ad. a 25°C (Fc=0.8) 268 A. según ITC-BT-07

Diámetro exterior tubo: 140 mm.

Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 53.02

$$e(\text{parcial}) = 30 \times 97520.01 / (49.19 \times 400 \times 95) = 1.57 \text{ V.} = 0.39 \%$$

$$e(\text{total}) = 0.39\% \text{ ADMIS (0.5\% MAX.)}$$

Prot. Térmica:

Interruptor General Maniobra: 250 A

Universidad de Zaragoza

---

Escuela de Ingeniería y Arquitectura (EINA)-Grado en Ingeniería Eléctrica

Pág. Nº 52

DOC.1.MEMORIA

**Cálculo de la LINEA GENERAL DE ALIMENTACION LGA2**

- Tensión de servicio: 400 V.
- Canalización: Enterrados Bajo Tubo (R.Subt)
- Longitud: 30 m; Cos  $\varphi$ : 0.8;  $X_u(m\Omega/m)$ : 0;
- Potencia de cálculo: 11 viviendas + servicios generales 130251.01 W.

$$I=130251.01/1,732 \times 400 \times 0.8=235.01 \text{ A.}$$

Se eligen conductores Unipolares 4x120+TTx70mm<sup>2</sup>Cu

Nivel Aislamiento, Aislamiento: 0.6/1 kV, XLPE+Pol - No propagador incendio y emisión humos y opacidad reducida -. Desig. UNE: RZ1-K(AS)

I.ad. a 25°C (Fc=0.8) 304 A. según ITC-BT-07

Diámetro exterior tubo: 160 mm.

Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 63.84

$$e(\text{parcial})=30 \times 130251.01 / 47.41 \times 400 \times 120 = 1.72 \text{ V.} = 0.43 \%$$

$$e(\text{total})=0.43\% \text{ ADMIS (0.5\% MAX.)}$$

Prot. Térmica:

Interruptor General Maniobra: 250 A

A continuación se desarrolla la justificación de cálculos referente a los circuitos de las instalaciones interiores, para cada uno de los cuadros de mando y protección:

**CUADRO DE MANDO Y PROTECCION. Viviendas**

Cálculo de la DERIVACION INDIVIDUAL Caso 1

- Tensión de servicio: 230 V.
- Canalización: Enterrados Bajo Tubo (R.Subt)
- Longitud: 200 m; Cos  $\varphi$ : 1;  $X_u(m\Omega/m)$ : 0;
- Potencia máxima admisible: 9200 W.
- Potencia de cálculo: 9200 W.

$$I=9200/230 \times 1=40 \text{ A.}$$

Se eligen conductores Unipolares 2x70+TTx35mm<sup>2</sup>Cu

Nivel Aislamiento, Aislamiento: 0.6/1 kV, PVC. Desig. UNE: VV-K

I.ad. a 25°C (Fc=0.8) 240.1 A. según ITC-BT-07

Diámetro exterior tubo: 90 mm.

Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 26.25

$$e(\text{parcial})=2 \times 200 \times 9200 / 54.23 \times 230 \times 70 = 4.22 \text{ V.} = 1.83 \%$$

$$e(\text{total})=1.83\% \text{ ADMIS (2.5\% MAX.)}$$

Prot. Térmica:

Fusibles de Seguridad Centralización: 40 A.

I. Mag. Bipolar Int. 40 A.

---

Universidad de Zaragoza

Escuela de Ingeniería y Arquitectura (EINA)-Grado en Ingeniería Eléctrica

Pág. Nº 53



DOC.1.MEMORIA

Cálculo de la DERIVACION INDIVIDUAL Caso 2

- Tensión de servicio: 230 V.
- Canalización: Enterrados Bajo Tubo (R.Subt)
- Longitud: 189.45 m;  $\cos \varphi$ : 1;  $X_u(m\Omega/m)$ : 0;
- Potencia máxima admisible: 9200 W.
- Potencia de cálculo: 9200 W.

$$I=9200/230 \times 1=40 \text{ A.}$$

Se eligen conductores Unipolares 2x50+TTx25mm<sup>2</sup>Cu

Nivel Aislamiento, Aislamiento: 0.6/1 kV, PVC. Desig. UNE: VV-K

I.ad. a 25°C ( $F_c=0.8$ )196 A. según ITC-BT-07

Diámetro exterior tubo: 75 mm.

Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 26.87

$$e(\text{parcial})=2 \times 189.45 \times 9200 / 54.1 \times 230 \times 50 = 5.6 \text{ V.} = 2.44 \%$$

$$e(\text{total})=2.44\% \text{ ADMIS (2.5\% MAX.)}$$

Prot. Térmica:

Fusibles de Seguridad Centralización: 40 A.

I. Mag. Bipolar Int. 40 A.

Cálculo de la DERIVACION INDIVIDUAL Caso 3

- Tensión de servicio: 230 V.
- Canalización: Enterrados Bajo Tubo (R.Subt)
- Longitud: 125.54 m;  $\cos \varphi$ : 1;  $X_u(m\Omega/m)$ : 0;
- Potencia máxima admisible: 9200 W.
- Potencia de cálculo: 9200 W.

$$I=9200/230 \times 1=40 \text{ A.}$$

Se eligen conductores Unipolares 2x35+TTx16mm<sup>2</sup>Cu

Nivel Aislamiento, Aislamiento: 0.6/1 kV, PVC. Desig. UNE: VV-K

I.ad. a 25°C ( $F_c=0.8$ )166.6 A. según ITC-BT-07

Diámetro exterior tubo: 63 mm.

Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 27.59

$$e(\text{parcial})=2 \times 125.54 \times 9200 / 53.95 \times 230 \times 35 = 5.32 \text{ V.} = 2.31 \%$$

$$e(\text{total})=2.31\% \text{ ADMIS (2.5\% MAX.)}$$

Prot. Térmica:

Fusibles de Seguridad Centralización: 40 A.

I. Mag. Bipolar Int. 40 A.



DOC.1.MEMORIA

Cálculo de la DERIVACION INDIVIDUAL Caso 4

- Tensión de servicio: 230 V.
- Canalización: Enterrados Bajo Tubo (R.Subt)
- Longitud: 93.4 m; Cos  $\varphi$ : 1;  $X_u(m\Omega/m)$ : 0;
- Potencia máxima admisible: 9200 W.
- Potencia de cálculo: 9200 W.

$$I=9200/230 \times 1=40 \text{ A.}$$

Se eligen conductores Unipolares 2x25+TTx16mm<sup>2</sup>Cu

Nivel Aislamiento, Aislamiento: 0.6/1 kV, PVC. Desig. UNE: VV-K

I.ad. a 25°C (Fc=0.8) 137.2 A. según ITC-BT-07

Diámetro exterior tubo: 63 mm.

Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 28.82

$$e(\text{parcial})=2 \times 93.4 \times 9200 / 53.7 \times 230 \times 25 = 5.57 \text{ V.} = 2.42 \%$$

$$e(\text{total})=2.42\% \text{ ADMIS (2.5\% MAX.)}$$

Prot. Térmica:

Fusibles de Seguridad Centralización: 40 A.

I. Mag. Bipolar Int. 40 A.

Cálculo de la DERIVACION INDIVIDUAL Caso 5

- Tensión de servicio: 230 V.
- Canalización: Enterrados Bajo Tubo (R.Subt)
- Longitud: 61 m; Cos  $\varphi$ : 1;  $X_u(m\Omega/m)$ : 0;
- Potencia máxima admisible: 9200 W.
- Potencia de cálculo: 9200 W.

$$I=9200/230 \times 1=40 \text{ A.}$$

Se eligen conductores Unipolares 2x16+TTx16mm<sup>2</sup>Cu

Nivel Aislamiento, Aislamiento: 0.6/1 kV, PVC. Desig. UNE: VV-K

I.ad. a 25°C (Fc=0.8) 107.8 A. según ITC-BT-07

Diámetro exterior tubo: 50 mm.

Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 31.2

$$e(\text{parcial})=2 \times 61 \times 9200 / 53.22 \times 230 \times 16 = 5.73 \text{ V.} = 2.49 \%$$

$$e(\text{total})=2.49\% \text{ ADMIS (2.5\% MAX.)}$$

Prot. Térmica:

Fusibles de Seguridad Centralización: 40 A.

I. Mag. Bipolar Int. 40 A.



DOC.1.MEMORIA

Cálculo de la DERIVACION INDIVIDUAL Caso 6

- Tensión de servicio: 230 V.
- Canalización: Enterrados Bajo Tubo (R.Subt)
- Longitud: 31.25 m; Cos  $\varphi$ : 1;  $X_u(m\Omega/m)$ : 0;
- Potencia máxima admisible: 9200 W.
- Potencia de cálculo: 9200 W.

$$I=9200/230 \times 1=40 \text{ A.}$$

Se eligen conductores Unipolares 2x10+TTx10mm<sup>2</sup>Cu  
Nivel Aislamiento, Aislamiento: 0.6/1 kV, PVC. Desig. UNE: VV-K  
I.ad. a 25°C (Fc=0.8) 83.3 A. según ITC-BT-07  
Diámetro exterior tubo: 50 mm.

Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 35.38

$$e(\text{parcial})=2 \times 31.25 \times 9200 / 52.4 \times 230 \times 10 = 4.77 \text{ V.} = 2.07 \%$$

$$e(\text{total})=2.07\% \text{ ADMIS (2.5\% MAX.)}$$

Prot. Térmica:

Fusibles de Seguridad Centralización: 40 A.

I. Mag. Bipolar Int. 40 A.

Cálculo de la Línea: Agrup. 1

- Tensión de servicio: 230 V.
- Canalización: C-Unip.o Mult.sobre Pared
- Longitud: 0.3 m; Cos  $\varphi$ : 1;  $X_u(m\Omega/m)$ : 0;
- Potencia a instalar: 26050 W.
- Potencia de cálculo: (Según ITC-BT-44):  
9899 W.(Coef. de Simult.: 0.38 )

$$I=9899/230 \times 1=43.04 \text{ A.}$$

Se eligen conductores Unipolares 2x10mm<sup>2</sup>Cu  
Nivel Aislamiento, Aislamiento: 450/750 V, PVC. Desig. UNE: H07V-K  
I.ad. a 40°C (Fc=1) 54 A. según ITC-BT-19

Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 59.06

$$e(\text{parcial})=2 \times 0.3 \times 9899 / 48.18 \times 230 \times 10 = 0.05 \text{ V.} = 0.02 \%$$

$$e(\text{total})=0.02\% \text{ ADMIS (3\% MAX.)}$$

Protección diferencial:

Inter. Dif. Bipolar Int.: 63 A. Sens. Int.: 30 mA.

Cálculo de la Línea: C1 Alumbrado PC

- Tensión de servicio: 230 V.
- Canalización: B1-Unip.Tubos Superf.o Emp.Obra

Universidad de Zaragoza

---

Escuela de Ingeniería y Arquitectura (EINA)-Grado en Ingeniería Eléctrica

Pág. Nº 56



#### DOC.1.MEMORIA

- Longitud: 21.46 m; Cos  $\varphi$ : 1;  $X_u(m\Omega/m)$ : 0;
- Potencia a instalar: 2250 W.
- Potencia de cálculo: (Según ITC-BT-44):  
2250 W.

$$I=2250/230 \times 1=9.78 \text{ A.}$$

Se eligen conductores Unipolares  $2 \times 1.5 + TT \times 1.5 \text{ mm}^2 \text{ Cu}$   
Nivel Aislamiento, Aislamiento: 450/750 V, PVC. Desig. UNE: H07V-K  
I.ad. a  $40^\circ\text{C}$  ( $F_c=1$ ) 15 A. según ITC-BT-19  
Diámetro exterior tubo: 16 mm.

Caída de tensión:

Temperatura cable ( $^\circ\text{C}$ ): 52.76

$$e(\text{parcial})=2 \times 21.46 \times 2300 / 49.23 \times 230 \times 1.5=5.81 \text{ V.}=2.53 \%$$

$$e(\text{total})=2.55\% \text{ ADMIS (3\% MAX.)}$$

Prot. Térmica:

I. Mag. Bipolar Int. 10 A.

#### Cálculo de la Línea: C2 TC Generales PC

- Tensión de servicio: 230 V.
- Canalización: B1-Unip.Tubos Superf.o Emp.Obra
- Longitud: 11.57 m; Cos  $\varphi$ : 1;  $X_u(m\Omega/m)$ : 0;
- Potencia a instalar: 3680 W.
- Potencia de cálculo: 3680 W.

$$I=3680/230 \times 1=16 \text{ A.}$$

Se eligen conductores Unipolares  $2 \times 2.5 + TT \times 2.5 \text{ mm}^2 \text{ Cu}$   
Nivel Aislamiento, Aislamiento: 450/750 V, PVC. Desig. UNE: H07V-K  
I.ad. a  $40^\circ\text{C}$  ( $F_c=1$ ) 21 A. según ITC-BT-19  
Diámetro exterior tubo: 20 mm.

Caída de tensión:

Temperatura cable ( $^\circ\text{C}$ ): 57.41

$$e(\text{parcial})=2 \times 11.57 \times 3680 / 48.45 \times 230 \times 2.5=3.06 \text{ V.}=1.33 \%$$

$$e(\text{total})=1.35\% \text{ ADMIS (3\% MAX.)}$$

Prot. Térmica:

I. Mag. Bipolar Int. 16 A.

#### Cálculo de la Línea: C3 Horno PC

- Tensión de servicio: 230 V.
- Canalización: B1-Unip.Tubos Superf.o Emp.Obra
- Longitud: 12.15 m; Cos  $\varphi$ : 1;  $X_u(m\Omega/m)$ : 0;
- Potencia a instalar: 5400 W.
- Potencia de cálculo:  
5400 W.

---

Universidad de Zaragoza

Escuela de Ingeniería y Arquitectura (EINA)-Grado en Ingeniería Eléctrica

Pág. Nº 57



DOC.1.MEMORIA

$$I=5400/230 \times 1=23.48 \text{ A.}$$

Se eligen conductores Unipolares 2x6+TTx6mm<sup>2</sup>Cu

Nivel Aislamiento, Aislamiento: 450/750 V, PVC. Desig. UNE: H07V-K

I.ad. a 40°C (Fc=1) 36 A. según ITC-BT-19

Diámetro exterior tubo: 25 mm.

Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 52.76

$$e(\text{parcial})=2 \times 12.15 \times 5750 / 49.23 \times 230 \times 6=2.06 \text{ V.}=0.89 \%$$

$$e(\text{total})=0.92\% \text{ ADMIS (3\% MAX.)}$$

Prot. Térmica:

I. Mag. Bipolar Int. 25 A.

Cálculo de la Línea: C4-1 Lavadora PC

- Tensión de servicio: 230 V.

- Canalización: B1-Unip.Tubos Superf.o Emp.Obra

- Longitud: 8.6 m; Cos φ: 1; Xu(mΩ/m): 0;

- Potencia a instalar: 3680 W.

- Potencia de cálculo:

3680 W.

$$I=3680/230 \times 1=16 \text{ A.}$$

Se eligen conductores Unipolares 2x2.5+TTx2.5mm<sup>2</sup>Cu

Nivel Aislamiento, Aislamiento: 450/750 V, PVC. Desig. UNE: H07V-K

I.ad. a 40°C (Fc=1) 21 A. según ITC-BT-19

Diámetro exterior tubo: 20 mm.

Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 57.41

$$e(\text{parcial})=2 \times 8.6 \times 3680 / 48.45 \times 230 \times 2.5=2.27 \text{ V.}=0.99 \%$$

$$e(\text{total})=1.01\% \text{ ADMIS (3\% MAX.)}$$

Prot. Térmica:

I. Mag. Bipolar Int. 16 A.

Cálculo de la Línea: C4-2 Lavav PC

- Tensión de servicio: 230 V.

- Canalización: B1-Unip.Tubos Superf.o Emp.Obra

- Longitud: 13.19 m; Cos φ: 1; Xu(mΩ/m): 0;

- Potencia a instalar: 3680 W.

- Potencia de cálculo:

3680 W.

$$I=3680/230 \times 1=16 \text{ A.}$$

Se eligen conductores Unipolares 2x2.5+TTx2.5mm<sup>2</sup>Cu

Nivel Aislamiento, Aislamiento: 450/750 V, PVC. Desig. UNE: H07V-K

I.ad. a 40°C (Fc=1) 21 A. según ITC-BT-19

Universidad de Zaragoza

---

Escuela de Ingeniería y Arquitectura (EINA)-Grado en Ingeniería Eléctrica

Pág. Nº 58



DOC.1.MEMORIA

Diámetro exterior tubo: 20 mm.

Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 57.41

$e(\text{parcial})=2 \times 13.19 \times 3680 / 48.45 \times 230 \times 2.5 = 3.48 \text{ V.} = 1.52 \%$

$e(\text{total})=1.54\% \text{ ADMIS (3\% MAX.)}$

Prot. Térmica:

I. Mag. Bipolar Int. 16 A.

Cálculo de la Línea: C4-3 Caldera PC

- Tensión de servicio: 230 V.

- Canalización: B1-Unip.Tubos Superf.o Emp.Obra

- Longitud: 25 m; Cos  $\varphi$ : 1;  $X_u(\text{m}\Omega/\text{m})$ : 0;

- Potencia a instalar: 3680 W.

- Potencia de cálculo:

3680 W.

$I=3680/230 \times 1=16 \text{ A.}$

Se eligen conductores Unipolares  $2 \times 2.5 + \text{TT} \times 2.5 \text{ mm}^2 \text{ Cu}$

Nivel Aislamiento, Aislamiento: 450/750 V, PVC. Desig. UNE: H07V-K

I.ad. a 40°C ( $F_c=1$ ) 21 A. según ITC-BT-19

Diámetro exterior tubo: 20 mm.

Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 57.41

$e(\text{parcial})=2 \times 25 \times 3680 / 48.45 \times 230 \times 2.5 = 6.6 \text{ V.} = 2.87 \%$

$e(\text{total})=2.89\% \text{ ADMIS (3\% MAX.)}$

Prot. Térmica:

I. Mag. Bipolar Int. 16 A.

Cálculo de la Línea: C5 TC Aux Baño PC

- Tensión de servicio: 230 V.

- Canalización: B1-Unip.Tubos Superf.o Emp.Obra

- Longitud: 15.44 m; Cos  $\varphi$ : 1;  $X_u(\text{m}\Omega/\text{m})$ : 0;

- Potencia a instalar: 3680 W.

- Potencia de cálculo: 3680 W.

$I=3680/230 \times 1=16 \text{ A.}$

Se eligen conductores Unipolares  $2 \times 2.5 + \text{TT} \times 2.5 \text{ mm}^2 \text{ Cu}$

Nivel Aislamiento, Aislamiento: 450/750 V, PVC. Desig. UNE: H07V-K

I.ad. a 40°C ( $F_c=1$ ) 21 A. según ITC-BT-19

Diámetro exterior tubo: 20 mm.

Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 57.41

$e(\text{parcial})=2 \times 15.44 \times 3680 / 48.45 \times 230 \times 2.5 = 4.08 \text{ V.} = 1.77 \%$

Universidad de Zaragoza

---

Escuela de Ingeniería y Arquitectura (EINA)-Grado en Ingeniería Eléctrica

Pág. Nº 59



DOC.1.MEMORIA

e(total)=1.8% ADMIS (3% MAX.)

Prot. Térmica:

I. Mag. Bipolar Int. 16 A.

Cálculo de la Línea: Agrup. 2

- Tensión de servicio: 230 V.
- Canalización: C-Unip.o Mult.sobre Pared
- Longitud: 0.3 m; Cos  $\varphi$ : 1;  $X_u(m\Omega/m)$ : 0;
- Potencia a instalar: 24740 W.
- Potencia de cálculo: (Según ITC-BT-44):  
10885.6 W.(Coef. de Simult.: 0.44 )

$$I=10885.6/230 \times 1=47.33 \text{ A.}$$

Se eligen conductores Unipolares  $2 \times 10 \text{ mm}^2 \text{ Cu}$

Nivel Aislamiento, Aislamiento: 450/750 V, PVC. Desig. UNE: H07V-K

I.ad. a  $40^\circ\text{C}$  ( $F_c=1$ ) 54 A. según ITC-BT-19

Caída de tensión:

Temperatura cable ( $^\circ\text{C}$ ): 63.05

$$e(\text{parcial})=2 \times 0.3 \times 10885.6 / 47.53 \times 230 \times 10=0.06 \text{ V.}=0.03 \%$$

e(total)=0.03% ADMIS (3% MAX.)

Protección diferencial:

Inter. Dif. Bipolar Int.: 63 A. Sens. Int.: 30 mA.

Cálculo de la Línea: C6 Alumbrado P1

- Tensión de servicio: 230 V.
- Canalización: B1-Unip.Tubos Superf.o Emp.Obra
- Longitud: 20.57 m; Cos  $\varphi$ : 1;  $X_u(m\Omega/m)$ : 0;
- Potencia a instalar: 2250 W.
- Potencia de cálculo: (Según ITC-BT-44):  
2250 W.

$$I=2250/230 \times 1=9.78 \text{ A.}$$

Se eligen conductores Unipolares  $2 \times 1.5 + \text{TT} \times 1.5 \text{ mm}^2 \text{ Cu}$

Nivel Aislamiento, Aislamiento: 450/750 V, PVC. Desig. UNE: H07V-K

I.ad. a  $40^\circ\text{C}$  ( $F_c=1$ ) 15 A. según ITC-BT-19

Diámetro exterior tubo: 16 mm.

Caída de tensión:

Temperatura cable ( $^\circ\text{C}$ ): 52.76

$$e(\text{parcial})=2 \times 20.57 \times 2300 / 49.23 \times 230 \times 1.5=5.57 \text{ V.}=2.42 \%$$

e(total)=2.45% ADMIS (3% MAX.)

Prot. Térmica:

I. Mag. Bipolar Int. 10 A.

DOC.1.MEMORIA

Cálculo de la Línea: C7 TC Generales PS

- Tensión de servicio: 230 V.
- Canalización: B1-Unip.Tubos Superf.o Emp.Obra
- Longitud: 20.38 m; Cos  $\varphi$ : 1;  $X_u(m\Omega/m)$ : 0;
- Potencia a instalar: 3680 W.
- Potencia de cálculo: 3680 W.

$$I=3680/230 \times 1=16 \text{ A.}$$

Se eligen conductores Unipolares 2x2.5+TTx2.5mm<sup>2</sup>Cu

Nivel Aislamiento, Aislamiento: 450/750 V, PVC. Desig. UNE: H07V-K

I.ad. a 40°C (Fc=1) 21 A. según ITC-BT-19

Diámetro exterior tubo: 20 mm.

Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 57.41

$$e(\text{parcial})=2 \times 20.38 \times 3680 / 48.45 \times 230 \times 2.5 = 5.38 \text{ V.} = 2.34 \%$$

$$e(\text{total})=2.37\% \text{ ADMIS (3\% MAX.)}$$

Prot. Térmica:

I. Mag. Bipolar Int. 16 A.

Cálculo de la Línea: C13 TC General P1

- Tensión de servicio: 230 V.
- Canalización: B1-Unip.Tubos Superf.o Emp.Obra
- Longitud: 19.92 m; Cos  $\varphi$ : 1;  $X_u(m\Omega/m)$ : 0;
- Potencia a instalar: 3680 W.
- Potencia de cálculo:  
3680 W.

$$I=3680/230 \times 1=16 \text{ A.}$$

Se eligen conductores Unipolares 2x2.5+TTx2.5mm<sup>2</sup>Cu

Nivel Aislamiento, Aislamiento: 450/750 V, PVC. Desig. UNE: H07V-K

I.ad. a 40°C (Fc=1) 21 A. según ITC-BT-19

Diámetro exterior tubo: 20 mm.

Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 57.41

$$e(\text{parcial})=2 \times 19.92 \times 3680 / 48.45 \times 230 \times 2.5 = 5.26 \text{ V.} = 2.29 \%$$

$$e(\text{total})=2.31\% \text{ ADMIS (3\% MAX.)}$$

Prot. Térmica:

I. Mag. Bipolar Int. 16 A.

Cálculo de la Línea: C12 TC Baño P1

- Tensión de servicio: 230 V.
- Canalización: B1-Unip.Tubos Superf.o Emp.Obra

Universidad de Zaragoza

---

Escuela de Ingeniería y Arquitectura (EINA)-Grado en Ingeniería Eléctrica

Pág. Nº 61

#### DOC.1.MEMORIA

- Longitud: 13.3 m;  $\cos \varphi$ : 1;  $X_u(m\Omega/m)$ : 0;
- Potencia a instalar: 3680 W.
- Potencia de cálculo:  
3680 W.

$$I=3680/230 \times 1=16 \text{ A.}$$

Se eligen conductores Unipolares  $2 \times 2.5 + TT \times 2.5 \text{ mm}^2 \text{ Cu}$   
Nivel Aislamiento, Aislamiento: 450/750 V, PVC. Desig. UNE: H07V-K  
I.ad. a  $40^\circ\text{C}$  ( $F_c=1$ ) 21 A. según ITC-BT-19  
Diámetro exterior tubo: 20 mm.

Caída de tensión:

Temperatura cable ( $^\circ\text{C}$ ): 57.41  
 $e(\text{parcial})=2 \times 13.3 \times 3680 / 48.45 \times 230 \times 2.5 = 3.51 \text{ V.} = 1.53 \%$   
 $e(\text{total})=1.55\% \text{ ADMIS (3\% MAX.)}$

Prot. Térmica:

I. Mag. Bipolar Int. 16 A.

#### Cálculo de la Línea: C10 Secadora PC

- Tensión de servicio: 230 V.
- Canalización: B1-Unip.Tubos Superf.o Emp.Obra
- Longitud: 10 m;  $\cos \varphi$ : 1;  $X_u(m\Omega/m)$ : 0;
- Potencia a instalar: 3450 W.
- Potencia de cálculo:  
3450 W.

$$I=3450/230 \times 1=15 \text{ A.}$$

Se eligen conductores Unipolares  $2 \times 2.5 + TT \times 2.5 \text{ mm}^2 \text{ Cu}$   
Nivel Aislamiento, Aislamiento: 450/750 V, PVC. Desig. UNE: H07V-K  
I.ad. a  $40^\circ\text{C}$  ( $F_c=1$ ) 21 A. según ITC-BT-19  
Diámetro exterior tubo: 20 mm.

Caída de tensión:

Temperatura cable ( $^\circ\text{C}$ ): 55.31  
 $e(\text{parcial})=2 \times 10 \times 3450 / 48.8 \times 230 \times 2.5 = 2.62 \text{ V.} = 1.14 \%$   
 $e(\text{total})=1.17\% \text{ ADMIS (3\% MAX.)}$

Prot. Térmica:

I. Mag. Bipolar Int. 16 A.

#### Cálculo de la Línea: C14 Alumbrado PS

- Tensión de servicio: 230 V.
- Canalización: B1-Unip.Tubos Superf.o Emp.Obra
- Longitud: 24.7 m;  $\cos \varphi$ : 1;  $X_u(m\Omega/m)$ : 0;
- Potencia a instalar: 2250 W.
- Potencia de cálculo: (Según ITC-BT-44):  
2250 W.

Universidad de Zaragoza

---

DOC.1.MEMORIA

$I=2250/230 \times 1=9.78$  A.

Se eligen conductores Unipolares  $2 \times 1.5 + TT \times 1.5 \text{ mm}^2 \text{ Cu}$

Nivel Aislamiento, Aislamiento: 450/750 V, PVC. Desig. UNE: H07V-K

I.ad. a  $40^\circ\text{C}$  ( $F_c=1$ ) 15 A. según ITC-BT-19

Diámetro exterior tubo: 16 mm.

Caída de tensión:

Temperatura cable ( $^\circ\text{C}$ ): 52.76

$e(\text{parcial})=2 \times 24.7 \times 2300 / 49.23 \times 230 \times 1.5=6.69$  V.=2.91 %

$e(\text{total})=2.93\%$  ADMIS (3% MAX.)

Prot. Térmica:

I. Mag. Bipolar Int. 10 A.

Cálculo de la Línea: C8 Calefac. Elect.

- Tensión de servicio: 230 V.

- Canalización: B1-Unip.Tubos Superf.o Emp.Obra

- Longitud: 25 m;  $\text{Cos } \varphi: 1$ ;  $X_u(\text{m}\Omega/\text{m}): 0$ ;

- Potencia a instalar: 5750 W.

- Potencia de cálculo:

5750 W.

$I=5750/230 \times 1=25$  A.

Se eligen conductores Unipolares  $2 \times 6 + TT \times 6 \text{ mm}^2 \text{ Cu}$

Nivel Aislamiento, Aislamiento: 450/750 V, PVC. Desig. UNE: H07V-K

I.ad. a  $40^\circ\text{C}$  ( $F_c=1$ ) 36 A. según ITC-BT-19

Diámetro exterior tubo: 25 mm.

Caída de tensión:

Temperatura cable ( $^\circ\text{C}$ ): 54.47

$e(\text{parcial})=2 \times 25 \times 5750 / 48.94 \times 230 \times 6=4.26$  V.=1.85 %

$e(\text{total})=1.88\%$  ADMIS (3% MAX.)

Prot. Térmica:

I. Mag. Bipolar Int. 25 A.

Cálculo de la Línea: Agrup. 3

- Tensión de servicio: 230 V.

- Canalización: C-Unip.o Mult.sobre Pared

- Longitud: 0.3 m;  $\text{Cos } \varphi: 0.8$ ;  $X_u(\text{m}\Omega/\text{m}): 0$ ;

- Potencia a instalar: 13800 W.

- Potencia de cálculo:

6072 W.(Coef. de Simult.: 0.44 )

$I=6072/230 \times 0.8=33$  A.

Se eligen conductores Unipolares  $2 \times 6 \text{ mm}^2 \text{ Cu}$

Nivel Aislamiento, Aislamiento: 450/750 V, PVC. Desig. UNE: H07V-K

Universidad de Zaragoza

---

Escuela de Ingeniería y Arquitectura (EINA)-Grado en Ingeniería Eléctrica

Pág. Nº 63



DOC.1.MEMORIA

I.ad. a 40°C (Fc=1) 40 A. según ITC-BT-19

Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 60.42

$e(\text{parcial})=2 \times 0.3 \times 6072 / 47.96 \times 230 \times 6 = 0.06 \text{ V.} = 0.02 \%$

$e(\text{total})=0.02\% \text{ ADMIS (3\% MAX.)}$

Protección diferencial:

Inter. Dif. Bipolar Int.: 40 A. Sens. Int.: 30 mA.

Cálculo de la Línea: C11 Domótica

- Tensión de servicio: 230 V.

- Canalización: B1-Unip.Tubos Superf.o Emp.Obra

- Longitud: 25 m; Cos  $\varphi$ : 1;  $X_u(\text{m}\Omega/\text{m})$ : 0;

- Potencia a instalar: 2300 W.

- Potencia de cálculo: 2300 W.

$I=2300/230 \times 1=10 \text{ A.}$

Se eligen conductores Unipolares 2x1.5+TTx1.5mm<sup>2</sup>Cu

Nivel Aislamiento, Aislamiento: 450/750 V, PVC. Desig. UNE: H07V-K

I.ad. a 40°C (Fc=1) 15 A. según ITC-BT-19

Diámetro exterior tubo: 16 mm.

Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 53.33

$e(\text{parcial})=2 \times 25 \times 2300 / 49.14 \times 230 \times 1.5 = 6.78 \text{ V.} = 2.95 \%$

$e(\text{total})=2.97\% \text{ ADMIS (3\% MAX.)}$

Prot. Térmica:

I. Mag. Bipolar Int. 10 A.

Cálculo de la Línea: C9-1 A Acond PC

- Tensión de servicio: 230 V.

- Canalización: B1-Unip.Tubos Superf.o Emp.Obra

- Longitud: 8.27 m; Cos  $\varphi$ : 1;  $X_u(\text{m}\Omega/\text{m})$ : 0;

- Potencia a instalar: 5750 W.

- Potencia de cálculo:

5750 W.

$I=5750/230 \times 1=25 \text{ A.}$

Se eligen conductores Unipolares 2x6+TTx6mm<sup>2</sup>Cu

Nivel Aislamiento, Aislamiento: 450/750 V, PVC. Desig. UNE: H07V-K

I.ad. a 40°C (Fc=1) 36 A. según ITC-BT-19

Diámetro exterior tubo: 25 mm.

Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 54.47

$e(\text{parcial})=2 \times 8.27 \times 5750 / 48.94 \times 230 \times 6 = 1.41 \text{ V.} = 0.61 \%$

Universidad de Zaragoza

---

Escuela de Ingeniería y Arquitectura (EINA)-Grado en Ingeniería Eléctrica

Pág. Nº 64



DOC.1.MEMORIA

$e(\text{total})=0.64\%$  ADMIS (3% MAX.)

Prot. Térmica:

I. Mag. Bipolar Int. 25 A.

Cálculo de la Línea: C9-2 A Acond P1

- Tensión de servicio: 230 V.
- Canalización: B1-Unip.Tubos Superf.o Emp.Obra
- Longitud: 8.27 m;  $\text{Cos } \varphi: 1$ ;  $X_u(\text{m}\Omega/\text{m}): 0$ ;
- Potencia a instalar: 5750 W.
- Potencia de cálculo:  
5750 W.

$$I=5750/230 \times 1=25 \text{ A.}$$

Se eligen conductores Unipolares 2x6+TTx6mm<sup>2</sup>Cu  
Nivel Aislamiento, Aislamiento: 450/750 V, PVC. Desig. UNE: H07V-K  
I.ad. a 40°C ( $F_c=1$ ) 36 A. según ITC-BT-19  
Diámetro exterior tubo: 25 mm.

Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 54.47

$$e(\text{parcial})=2 \times 8.27 \times 5750 / 48.94 \times 230 \times 6 = 1.41 \text{ V.} = 0.61 \%$$

$e(\text{total})=0.64\%$  ADMIS (3% MAX.)

Prot. Térmica:

I. Mag. Bipolar Int. 25 A.

Cálculo de la Línea: C15

- Tensión de servicio: 230 V.
- Canalización: B1-Unip.Tubos Superf.o Emp.Obra
- Longitud: 19.1 m;  $\text{Cos } \varphi: 0.8$ ;  $X_u(\text{m}\Omega/\text{m}): 0$ ; R: 1
- Potencia a instalar: 3680 W.
- Potencia de cálculo: (Según ITC-BT-47):  
 $3680 \times 1.25 = 4600 \text{ W.}$

$$I=4600/230 \times 0.8 \times 1 = 25 \text{ A.}$$

Se eligen conductores Unipolares 2x4+TTx4mm<sup>2</sup>Cu  
Nivel Aislamiento, Aislamiento: 450/750 V, PVC. Desig. UNE: H07V-K  
I.ad. a 40°C ( $F_c=1$ ) 27 A. según ITC-BT-19  
Diámetro exterior tubo: 20 mm.

Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 65.72

$$e(\text{parcial})=2 \times 19.1 \times 4600 / 47.11 \times 230 \times 4 \times 1 = 4.05 \text{ V.} = 1.76 \%$$

$e(\text{total})=1.76\%$  ADMIS (3% MAX.)

Prot. Térmica:

I. Mag. Bipolar Int. 25 A.

Universidad de Zaragoza

---

Escuela de Ingeniería y Arquitectura (EINA)-Grado en Ingeniería Eléctrica

Pág. Nº 65



DOC.1.MEMORIA

Protección diferencial:

Inter. Dif. Bipolar Int.: 25 A. Sens. Int.: 30 mA.

## CUADRO DE MANDO Y PROTECCION. SERVICIOS GENERALES

### Cálculo de la DERIVACION INDIVIDUAL

- Tensión de servicio: 400 V.
- Canalización: B1-Unip.Tubos Superf.o Emp.Obra

- Longitud: 0.3 m; Cos  $\varphi$ : 0.8;  $X_u(m\Omega/m)$ : 0;
- Potencia a instalar: 35664 W.
- Potencia máxima admisible: 47110.4 W.
- Potencia de cálculo: (Según ITC-BT-47 y ITC-BT-44):  
 $3680 \times 1.25 + 41011.2 = 45611.2$  W.(Coef. de Simult.: 1 )

$$I = 45611.2 / 1,732 \times 400 \times 0.8 = 82.3 \text{ A.}$$

Se eligen conductores Unipolares 4x16+TTx16mm<sup>2</sup>Cu

Nivel Aislamiento, Aislamiento: 0.6/1 kV, PVC. Desig. UNE: VV-K

I.ad. a 25°C (Fc=0.8) 88 A. según ITC-BT-07

Diámetro exterior tubo: 63 mm.

Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 64.35

$e(\text{parcial}) = 0.3 \times 45611.2 / 47.33 \times 400 \times 16 = 0.05$  V.=0.01 %

$e(\text{total}) = 0.01\%$  ADMIS (1% MAX.)

Prot. Térmica:

Fusibles de Seguridad Centralización: 100 A.

I. Aut./Tet. In.: 100 A. Térmico reg. Int.Reg.: 85 A.

### Cálculo de la Línea: Gimnasio

- Tensión de servicio: 400 V.
- Canalización: Enterrados Bajo Tubo (R.Subt)
- Longitud: 20 m; Cos  $\varphi$ : 0.8;  $X_u(m\Omega/m)$ : 0;
- Potencia a instalar: 8020 W.
- Potencia de cálculo: (Según ITC-BT-44):  
8548 W.(Coef. de Simult.: 1 )

$$I = 8548 / 1,732 \times 400 \times 0.8 = 15.42 \text{ A.}$$

Se eligen conductores Unipolares 4x6+TTx6mm<sup>2</sup>Cu

Nivel Aislamiento, Aislamiento: 0.6/1 kV, PVC. Desig. UNE: VV-K

I.ad. a 25°C (Fc=0.8) 50.4 A. según ITC-BT-07

Diámetro exterior tubo: 50 mm.

Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 29.21

Universidad de Zaragoza

---

Escuela de Ingeniería y Arquitectura (EINA)-Grado en Ingeniería Eléctrica

Pág. Nº 66



DOC.1.MEMORIA

$e(\text{parcial})=20 \times 8548 / 53.62 \times 400 \times 6 = 1.33 \text{ V.} = 0.33 \%$   
 $e(\text{total})=0.33\% \text{ ADMIS (3\% MAX.)}$

Protección Termica en Principio de Línea  
I. Mag. Tetrapolar Int. 40 A.

### SUBCUADRO Gimnasio

#### Cálculo de la Línea:

- Tensión de servicio: 230 V.
- Canalización: C-Unip.o Mult.sobre Pared
- Longitud: 0.3 m; Cos  $\varphi$ : 0.8;  $X_u(\text{m}\Omega/\text{m})$ : 0;
- Potencia a instalar: 660 W.
- Potencia de cálculo: (Según ITC-BT-44):  
1188 W.(Coef. de Simult.: 1 )

$$I=1188/230 \times 0.8=6.46 \text{ A.}$$

Se eligen conductores Unipolares  $2 \times 1.5 \text{ mm}^2 \text{ Cu}$   
Nivel Aislamiento, Aislamiento: 450/750 V, PVC. Desig. UNE: H07V-K  
I.ad. a  $40^\circ\text{C}$  ( $F_c=1$ ) 16.5 A. según ITC-BT-19

#### Caída de tensión:

Temperatura cable ( $^\circ\text{C}$ ): 44.59  
 $e(\text{parcial})=2 \times 0.3 \times 1188 / 50.67 \times 230 \times 1.5 = 0.04 \text{ V.} = 0.02 \%$   
 $e(\text{total})=0.35\% \text{ ADMIS (3\% MAX.)}$

#### Protección diferencial:

Inter. Dif. Bipolar Int.: 25 A. Sens. Int.: 30 mA.

#### Cálculo de la Línea: C1 Alumbrado

- Tensión de servicio: 230 V.
- Canalización: B1-Unip.Tubos Superf.o Emp.Obra
- Longitud: 16 m; Cos  $\varphi$ : 1;  $X_u(\text{m}\Omega/\text{m})$ : 0;
- Potencia a instalar: 624 W.
- Potencia de cálculo: (Según ITC-BT-44):  
 $624 \times 1.8 = 1123.2 \text{ W.}$

$$I=1123.2/230 \times 1=4.88 \text{ A.}$$

Se eligen conductores Unipolares  $2 \times 1.5 + \text{TT} \times 1.5 \text{ mm}^2 \text{ Cu}$   
Nivel Aislamiento, Aislamiento: 450/750 V, PVC. Desig. UNE: H07V-K  
I.ad. a  $40^\circ\text{C}$  ( $F_c=1$ ) 15 A. según ITC-BT-19  
Diámetro exterior tubo: 16 mm.

#### Caída de tensión:

Temperatura cable ( $^\circ\text{C}$ ): 43.18  
 $e(\text{parcial})=2 \times 16 \times 1123.2 / 50.93 \times 230 \times 1.5 = 2.05 \text{ V.} = 0.89 \%$   
 $e(\text{total})=1.24\% \text{ ADMIS (3\% MAX.)}$

Universidad de Zaragoza

---



DOC.1.MEMORIA

Prot. Térmica:

I. Mag. Bipolar Int. 10 A.

Cálculo de la Línea: C3 A. Emergencia

- Tensión de servicio: 230 V.
- Canalización: B1-Unip.Tubos Superf.o Emp.Obra
- Longitud: 11.9 m; Cos  $\varphi$ : 1;  $X_u(m\Omega/m)$ : 0;
- Potencia a instalar: 36 W.
- Potencia de cálculo: (Según ITC-BT-44):  
 $36 \times 1.8 = 64.8$  W.

$$I = 64.8 / 230 \times 1 = 0.28 \text{ A.}$$

Se eligen conductores Unipolares  $2 \times 1.5 + TT \times 1.5 \text{ mm}^2 \text{ Cu}$   
Nivel Aislamiento, Aislamiento: 450/750 V, PVC. Desig. UNE: H07V-K  
I.ad. a  $40^\circ\text{C}$  ( $F_c=1$ ) 15 A. según ITC-BT-19  
Diámetro exterior tubo: 16 mm.

Caída de tensión:

Temperatura cable ( $^\circ\text{C}$ ): 40.01

$$e(\text{parcial}) = 2 \times 11.9 \times 64.8 / 51.51 \times 230 \times 1.5 = 0.09 \text{ V.} = 0.04 \%$$

$$e(\text{total}) = 0.39\% \text{ ADMIS (3\% MAX.)}$$

Prot. Térmica:

I. Mag. Bipolar Int. 10 A.

Cálculo de la Línea:

- Tensión de servicio: 230 V.
- Canalización: C-Unip.o Mult.sobre Pared
- Longitud: 0.3 m; Cos  $\varphi$ : 0.8;  $X_u(m\Omega/m)$ : 0;
- Potencia a instalar: 7360 W.
- Potencia de cálculo:  
7360 W. (Coef. de Simult.: 1 )

$$I = 7360 / 230 \times 0.8 = 40 \text{ A.}$$

Se eligen conductores Unipolares  $2 \times 6 \text{ mm}^2 \text{ Cu}$   
Nivel Aislamiento, Aislamiento: 450/750 V, PVC. Desig. UNE: H07V-K  
I.ad. a  $40^\circ\text{C}$  ( $F_c=1$ ) 40 A. según ITC-BT-19

Caída de tensión:

Temperatura cable ( $^\circ\text{C}$ ): 70

$$e(\text{parcial}) = 2 \times 0.3 \times 7360 / 46.45 \times 230 \times 6 = 0.07 \text{ V.} = 0.03 \%$$

$$e(\text{total}) = 0.36\% \text{ ADMIS (3\% MAX.)}$$

Protección diferencial:

Inter. Dif. Bipolar Int.: 40 A. Sens. Int.: 30 mA.

Cálculo de la Línea: C2 TC General

Universidad de Zaragoza

---

Escuela de Ingeniería y Arquitectura (EINA)-Grado en Ingeniería Eléctrica

Pág. Nº 68

### DOC.1.MEMORIA

- Tensión de servicio: 230 V.
- Canalización: B1-Unip.Tubos Superf.o Emp.Obra
- Longitud: 9.6 m; Cos  $\varphi$ : 1;  $X_u(m\Omega/m)$ : 0;
- Potencia a instalar: 3680 W.
- Potencia de cálculo: 3680 W.

$$I=3680/230 \times 1=16 \text{ A.}$$

Se eligen conductores Unipolares 2x2.5+TTx2.5mm<sup>2</sup>Cu  
Nivel Aislamiento, Aislamiento: 450/750 V, PVC. Desig. UNE: H07V-K  
I.ad. a 40°C (Fc=1) 21 A. según ITC-BT-19  
Diámetro exterior tubo: 20 mm.

Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 57.41

$$e(\text{parcial})=2 \times 9.6 \times 3680 / 48.45 \times 230 \times 2.5 = 2.54 \text{ V.} = 1.1 \%$$

$$e(\text{total})=1.46\% \text{ ADMIS (5\% MAX.)}$$

Prot. Térmica:

I. Mag. Bipolar Int. 16 A.

#### Cálculo de la Línea: C4 Sauna

- Tensión de servicio: 230 V.
- Canalización: B1-Unip.Tubos Superf.o Emp.Obra
- Longitud: 15.4 m; Cos  $\varphi$ : 1;  $X_u(m\Omega/m)$ : 0;
- Potencia a instalar: 3680 W.
- Potencia de cálculo: 3680 W.

$$I=3680/230 \times 1=16 \text{ A.}$$

Se eligen conductores Unipolares 2x2.5+TTx2.5mm<sup>2</sup>Cu  
Nivel Aislamiento, Aislamiento: 0.6/1 kV, PVC. Desig. UNE: VV-K  
I.ad. a 40°C (Fc=1) 21 A. según ITC-BT-19  
Diámetro exterior tubo: 20 mm.

Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 57.41

$$e(\text{parcial})=2 \times 15.4 \times 3680 / 48.45 \times 230 \times 2.5 = 4.07 \text{ V.} = 1.77 \%$$

$$e(\text{total})=2.13\% \text{ ADMIS (5\% MAX.)}$$

Prot. Térmica:

I. Mag. Bipolar Int. 16 A.

#### Cálculo de la Línea: Pistas Tennis

- Tensión de servicio: 400 V.
- Canalización: Enterrados Bajo Tubo (R.Subt)
- Longitud: 16 m; Cos  $\varphi$ : 0.8;  $X_u(m\Omega/m)$ : 0;
- Potencia a instalar: 5900 W.

Universidad de Zaragoza

---

Escuela de Ingeniería y Arquitectura (EINA)-Grado en Ingeniería Eléctrica

Pág. Nº 69

DOC.1.MEMORIA

- Potencia de cálculo: (Según ITC-BT-44):  
8780 W.(Coef. de Simult.: 1 )

$$I=8780/1,732 \times 400 \times 0.8=15.84 \text{ A.}$$

Se eligen conductores Unipolares 4x6+TTx6mm<sup>2</sup>Cu

Nivel Aislamiento, Aislamiento: 0.6/1 kV, PVC. Desig. UNE: VV-K

I.ad. a 25°C (Fc=0.8) 50.4 A. según ITC-BT-07

Diámetro exterior tubo: 50 mm.

Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 29.45

$$e(\text{parcial})=16 \times 8780 / 53.57 \times 400 \times 6=1.09 \text{ V.}=0.27 \%$$

$$e(\text{total})=0.27\% \text{ ADMIS (3\% MAX.)}$$

Protección Termica en Principio de Línea

I. Mag. Tetrapolar Int. 25 A.

Protección diferencial en Final de Línea

Inter. Dif. Tetrapolar Int.: 25 A. Sens. Int.: 30 mA.

### **SUBCUADRO Pistas Tenis**

#### Cálculo de la Línea: C1 Pista 1

- Tensión de servicio: 230 V.

- Canalización: Enterrados Bajo Tubo (R.Subt)

- Longitud: 40 m; Cos φ: 0.85; Xu(mΩ/m): 0;

- Potencia a instalar: 1800 W.

- Potencia de cálculo: (Según ITC-BT-44):

$$1800 \times 1.8=3240 \text{ W.}$$

$$I=3240/230 \times 0.85=16.57 \text{ A.}$$

Se eligen conductores Unipolares 2x6+TTx6mm<sup>2</sup>Cu

Nivel Aislamiento, Aislamiento: 0.6/1 kV, XLPE. Desig. UNE: RV-K

I.ad. a 25°C (Fc=0.8) 70.56 A. según ITC-BT-07

Diámetro exterior tubo: 50 mm.

Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 28.59

$$e(\text{parcial})=2 \times 40 \times 3240 / 53.75 \times 230 \times 6=3.49 \text{ V.}=1.52 \%$$

$$e(\text{total})=1.79\% \text{ ADMIS (3\% MAX.)}$$

Prot. Térmica:

I. Mag. Bipolar Int. 25 A.

#### Cálculo de la Línea: C2 Pista 2

- Tensión de servicio: 230 V.

Universidad de Zaragoza

---

Escuela de Ingeniería y Arquitectura (EINA)-Grado en Ingeniería Eléctrica

Pág. Nº 70

DOC.1.MEMORIA

- Canalización: Enterrados Bajo Tubo (R.Subt)
- Longitud: 40 m; Cos  $\varphi$ : 0.85;  $X_u(m\Omega/m)$ : 0;
- Potencia a instalar: 1800 W.
- Potencia de cálculo: (Según ITC-BT-44):  
 $1800 \times 1.8 = 3240$  W.

$$I = 3240 / 230 \times 0.85 = 16.57 \text{ A.}$$

Se eligen conductores Unipolares 2x6+TTx6mm<sup>2</sup>Cu  
Nivel Aislamiento, Aislamiento: 0.6/1 kV, XLPE. Desig. UNE: RV-K  
I.ad. a 25°C (Fc=0.8) 70.56 A. según ITC-BT-07  
Diámetro exterior tubo: 50 mm.

Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 28.59

$$e(\text{parcial}) = 2 \times 40 \times 3240 / 53.75 \times 230 \times 6 = 3.49 \text{ V.} = 1.52 \%$$

$$e(\text{total}) = 1.79\% \text{ ADMIS (3\% MAX.)}$$

Prot. Térmica:

I. Mag. Bipolar Int. 25 A.

Cálculo de la Línea: C3 Domotica

- Tensión de servicio: 230 V.
- Canalización: B1-Unip.Tubos Superf.o Emp.Obra
- Longitud: 0.3 m; Cos  $\varphi$ : 1;  $X_u(m\Omega/m)$ : 0;
- Potencia a instalar: 2300 W.
- Potencia de cálculo: 2300 W.

$$I = 2300 / 230 \times 1 = 10 \text{ A.}$$

Se eligen conductores Unipolares 2x1.5+TTx1.5mm<sup>2</sup>Cu  
Nivel Aislamiento, Aislamiento: 450/750 V, PVC. Desig. UNE: H07V-K  
I.ad. a 40°C (Fc=1) 15 A. según ITC-BT-19  
Diámetro exterior tubo: 16 mm.

Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 53.33

$$e(\text{parcial}) = 2 \times 0.3 \times 2300 / 49.14 \times 230 \times 1.5 = 0.08 \text{ V.} = 0.04 \%$$

$$e(\text{total}) = 0.31\% \text{ ADMIS (5\% MAX.)}$$

Prot. Térmica:

I. Mag. Bipolar Int. 10 A.

Cálculo de la Línea: Cuartos Tecnicos

- Tensión de servicio: 400 V.
- Canalización: B1-Unip.Tubos Superf.o Emp.Obra
- Longitud: 3 m; Cos  $\varphi$ : 0.8;  $X_u(m\Omega/m)$ : 0;
- Potencia a instalar: 4009 W.
- Potencia de cálculo: (Según ITC-BT-44):  
 $4272.2$  W.(Coef. de Simult.: 1 )

Universidad de Zaragoza

---

### DOC.1.MEMORIA

$I=4272.2/1,732 \times 400 \times 0.8=7.71$  A.

Se eligen conductores Unipolares 4x2.5+TTx2.5mm<sup>2</sup>Cu

Nivel Aislamiento, Aislamiento: 0.6/1 kV, PVC. Desig. UNE: VV-K

I.ad. a 40°C (Fc=1) 18.5 A. según ITC-BT-19

Diámetro exterior tubo: 20 mm.

Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 45.21

$e(\text{parcial})=3 \times 4272.2/50.56 \times 400 \times 2.5=0.25$  V.=0.06 %

$e(\text{total})=0.06\%$  ADMIS (3% MAX.)

Protección Termica en Principio de Línea

I. Mag. Tetrapolar Int. 16 A.

Protección diferencial en Final de Línea

Inter. Dif. Tetrapolar Int.: 25 A. Sens. Int.: 30 mA.

### SUBCUADRO Cuartos Tecnicos

#### Cálculo de la Línea: C2 TC General

- Tensión de servicio: 230 V.

- Canalización: B1-Unip.Tubos Superf.o Emp.Obra

- Longitud: 32 m; Cos  $\varphi$ : 1; Xu(mΩ/m): 0;

- Potencia a instalar: 3680 W.

- Potencia de cálculo: 3680 W.

$I=3680/230 \times 1=16$  A.

Se eligen conductores Unipolares 2x2.5+TTx2.5mm<sup>2</sup>Cu

Nivel Aislamiento, Aislamiento: 450/750 V, PVC. Desig. UNE: H07V-K

I.ad. a 40°C (Fc=1) 21 A. según ITC-BT-19

Diámetro exterior tubo: 20 mm.

Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 57.41

$e(\text{parcial})=2 \times 32 \times 3680/48.45 \times 230 \times 2.5=8.45$  V.=3.68 %

$e(\text{total})=3.74\%$  ADMIS (5% MAX.)

Prot. Térmica:

I. Mag. Bipolar Int. 16 A.

Cálculo de la Línea: C1 Alumbrado





#### DOC.1.MEMORIA

- Tensión de servicio: 230 V.
- Canalización: B1-Unip.o Mult.Falso Techo
- Longitud: 26 m; Cos  $\varphi$ : 1;  $X_u(m\Omega/m)$ : 0;
- Potencia a instalar: 266 W.
- Potencia de cálculo: (Según ITC-BT-44):  
 $266 \times 1.8 = 478.8$  W.

$$I = 478.8 / 230 \times 1 = 2.08 \text{ A.}$$

Se eligen conductores Unipolares  $2 \times 1.5 + TT \times 1.5 \text{ mm}^2 \text{ Cu}$

Nivel Aislamiento, Aislamiento: 450/750 V, PVC. Desig. UNE: H07V-K

I.ad. a  $40^\circ\text{C}$  ( $F_c=1$ ) 15 A. según ITC-BT-19

Caída de tensión:

Temperatura cable ( $^\circ\text{C}$ ): 40.58

$$e(\text{parcial}) = 2 \times 26 \times 478.8 / 51.41 \times 230 \times 1.5 = 1.4 \text{ V.} = 0.61 \%$$

$$e(\text{total}) = 0.67\% \text{ ADMIS (3\% MAX.)}$$

Prot. Térmica:

- I. Mag. Bipolar Int. 10 A.

#### Cálculo de la Línea: C3 Alum Emergencia

- Tensión de servicio: 230 V.
- Canalización: B1-Unip.Tubos Superf.o Emp.Obra
- Longitud: 26 m; Cos  $\varphi$ : 1;  $X_u(m\Omega/m)$ : 0;
- Potencia a instalar: 63 W.
- Potencia de cálculo: (Según ITC-BT-44):  
 $63 \times 1.8 = 113.4$  W.

$$I = 113.4 / 230 \times 1 = 0.49 \text{ A.}$$

Se eligen conductores Unipolares  $2 \times 1.5 + TT \times 1.5 \text{ mm}^2 \text{ Cu}$

Nivel Aislamiento, Aislamiento: 450/750 V, PVC. Desig. UNE: H07V-K

I.ad. a  $40^\circ\text{C}$  ( $F_c=1$ ) 15 A. según ITC-BT-19

Diámetro exterior tubo: 16 mm.

Caída de tensión:

Temperatura cable ( $^\circ\text{C}$ ): 40.03

$$e(\text{parcial}) = 2 \times 26 \times 113.4 / 51.51 \times 230 \times 1.5 = 0.33 \text{ V.} = 0.14 \%$$

$$e(\text{total}) = 0.21\% \text{ ADMIS (3\% MAX.)}$$

Prot. Térmica:

- I. Mag. Bipolar Int. 10 A.

#### Cálculo de la Línea: Caseta Seguridad

- Tensión de servicio: 400 V.
- Canalización: Enterrados Bajo Tubo (R.Subt)
- Longitud: 98 m; Cos  $\varphi$ : 0.8;  $X_u(m\Omega/m)$ : 0;

Universidad de Zaragoza

---

Escuela de Ingeniería y Arquitectura (EINA)-Grado en Ingeniería Eléctrica

Pág. Nº 73

#### DOC.1.MEMORIA

- Potencia a instalar: 7719 W.
- Potencia de cálculo: (Según ITC-BT-47 y ITC-BT-44):  
 $3680 \times 1.25 + 4326.2 = 8926.2$  W. (Coef. de Simult.: 1 )

$$I = 8926.2 / 1.732 \times 400 \times 0.8 = 16.11 \text{ A.}$$

Se eligen conductores Unipolares 4x6+TTx6mm<sup>2</sup>Cu

Nivel Aislamiento, Aislamiento: 0.6/1 kV, XLPE. Desig. UNE: RV-K

I.ad. a 25°C (Fc=0.8) 57.6 A. según ITC-BT-07

Diámetro exterior tubo: 50 mm.

Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 30.08

$$e(\text{parcial}) = 98 \times 8926.2 / 53.44 \times 400 \times 6 = 6.82 \text{ V.} = 1.71 \%$$

$$e(\text{total}) = 1.71\% \text{ ADMIS (3\% MAX.)}$$

Protección Termica en Principio de Línea

I. Mag. Tetrapolar Int. 30 A.

#### **SUBCUADRO Caseta Seguridad**

##### Cálculo de la Línea:

- Tensión de servicio: 230 V.
- Canalización: C-Unip.o Mult.sobre Pared
- Longitud: 0.3 m; Cos  $\varphi$ : 0.8; Xu(m $\Omega$ /m): 0;
- Potencia a instalar: 3830 W.
- Potencia de cálculo: (Según ITC-BT-47 y ITC-BT-44):  
 $3680 \times 1.25 + 270 = 4870$  W. (Coef. de Simult.: 1 )

$$I = 4870 / 230 \times 0.8 = 26.47 \text{ A.}$$

Se eligen conductores Unipolares 2x4mm<sup>2</sup>Cu

Nivel Aislamiento, Aislamiento: 450/750 V, PVC. Desig. UNE: H07V-K

I.ad. a 40°C (Fc=1) 31 A. según ITC-BT-19

Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 61.87

$$e(\text{parcial}) = 2 \times 0.3 \times 4870 / 47.72 \times 230 \times 4 = 0.07 \text{ V.} = 0.03 \%$$

$$e(\text{total}) = 1.73\% \text{ ADMIS (3\% MAX.)}$$

Protección diferencial:

Inter. Dif. Bipolar Int.: 40 A. Sens. Int.: 30 mA.

##### Cálculo de la Línea: C4 Puerta

- Tensión de servicio: 230 V.

---

Universidad de Zaragoza

Escuela de Ingeniería y Arquitectura (EINA)-Grado en Ingeniería Eléctrica

Pág. Nº 74

#### DOC.1.MEMORIA

- Canalización: B1-Unip.Tubos Superf.o Emp.Obra
- Longitud: 2.9 m; Cos  $\varphi$ : 0.8;  $X_u(m\Omega/m)$ : 0; R: 1
- Potencia a instalar: 3680 W.
- Potencia de cálculo: (Según ITC-BT-47):  
 $3680 \times 1.25 = 4600$  W.

$$I = 4600 / 230 \times 0.8 \times 1 = 25 \text{ A.}$$

Se eligen conductores Unipolares 2x4+TTx4mm<sup>2</sup>Cu  
Nivel Aislamiento, Aislamiento: 450/750 V, PVC. Desig. UNE: H07V-K  
I.ad. a 40°C (Fc=1) 27 A. según ITC-BT-19  
Diámetro exterior tubo: 20 mm.

Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 65.72

$$e(\text{parcial}) = 2 \times 2.9 \times 4600 / 47.11 \times 230 \times 4 \times 1 = 0.62 \text{ V.} = 0.27 \%$$

$$e(\text{total}) = 2\% \text{ ADMIS (5\% MAX.)}$$

Prot. Térmica:

I. Mag. Bipolar Int. 25 A.

Cálculo de la Línea: C3 Alu Cartel

- Tensión de servicio: 230 V.
- Canalización: B1-Unip.Tubos Superf.o Emp.Obra
- Longitud: 19.4 m; Cos  $\varphi$ : 1;  $X_u(m\Omega/m)$ : 0;
- Potencia a instalar: 150 W.
- Potencia de cálculo: (Según ITC-BT-44):  
 $150 \times 1.8 = 270$  W.

$$I = 270 / 230 \times 1 = 1.17 \text{ A.}$$

Se eligen conductores Unipolares 2x1.5+TTx1.5mm<sup>2</sup>Cu  
Nivel Aislamiento, Aislamiento: 450/750 V, PVC. Desig. UNE: H07V-K  
I.ad. a 40°C (Fc=1) 15 A. según ITC-BT-19  
Diámetro exterior tubo: 16 mm.

Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 40.18

$$e(\text{parcial}) = 2 \times 19.4 \times 270 / 51.48 \times 230 \times 1.5 = 0.59 \text{ V.} = 0.26 \%$$

$$e(\text{total}) = 1.99\% \text{ ADMIS (3\% MAX.)}$$

Prot. Térmica:

I. Mag. Bipolar Int. 10 A.

Cálculo de la Línea:

- Tensión de servicio: 230 V.
- Canalización: C-Unip.o Mult.sobre Pared
- Longitud: 0.3 m; Cos  $\varphi$ : 0.8;  $X_u(m\Omega/m)$ : 0;
- Potencia a instalar: 3889 W.
- Potencia de cálculo: (Según ITC-BT-44):

Universidad de Zaragoza

---



DOC.1.MEMORIA

4056.2 W.(Coef. de Simult.: 1 )

$I=4056.2/230 \times 0.8=22.04$  A.

Se eligen conductores Unipolares 2x4mm<sup>2</sup>Cu

Nivel Aislamiento, Aislamiento: 450/750 V, PVC. Desig. UNE: H07V-K

I.ad. a 40°C (Fc=1) 31 A. según ITC-BT-19

Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 55.17

$e(\text{parcial})=2 \times 0.3 \times 4056.2 / 48.82 \times 230 \times 4 = 0.05$  V.=0.02 %

$e(\text{total})=1.73\%$  ADMIS (3% MAX.)

Protección diferencial:

Inter. Dif. Bipolar Int.: 40 A. Sens. Int.: 30 mA.

Cálculo de la Línea: C2 TC General

- Tensión de servicio: 230 V.

- Canalización: B1-Unip.Tubos Superf.o Emp.Obra

- Longitud: 3.6 m; Cos  $\varphi$ : 1;  $X_u(m\Omega/m)$ : 0;

- Potencia a instalar: 3680 W.

- Potencia de cálculo: 3680 W.

$I=3680/230 \times 1=16$  A.

Se eligen conductores Unipolares 2x2.5+TTx2.5mm<sup>2</sup>Cu

Nivel Aislamiento, Aislamiento: 450/750 V, PVC. Desig. UNE: H07V-K

I.ad. a 40°C (Fc=1) 21 A. según ITC-BT-19

Diámetro exterior tubo: 20 mm.

Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 57.41

$e(\text{parcial})=2 \times 3.6 \times 3680 / 48.45 \times 230 \times 2.5 = 0.95$  V.=0.41 %

$e(\text{total})=2.14\%$  ADMIS (5% MAX.)

Prot. Térmica:

I. Mag. Bipolar Int. 16 A.

Cálculo de la Línea: C5 Alum Emergencia

- Tensión de servicio: 230 V.

- Canalización: B1-Unip.Tubos Superf.o Emp.Obra

- Longitud: 1.3 m; Cos  $\varphi$ : 1;  $X_u(m\Omega/m)$ : 0;

- Potencia a instalar: 9 W.

- Potencia de cálculo: (Según ITC-BT-44):

$9 \times 1.8=16.2$  W.

$I=16.2/230 \times 1=0.07$  A.

Se eligen conductores Unipolares 2x1.5+TTx1.5mm<sup>2</sup>Cu

Nivel Aislamiento, Aislamiento: 450/750 V, PVC. Desig. UNE: H07V-K

I.ad. a 40°C (Fc=1) 15 A. según ITC-BT-19

Universidad de Zaragoza

---

Escuela de Ingeniería y Arquitectura (EINA)-Grado en Ingeniería Eléctrica

Pág. Nº 76



#### DOC.1.MEMORIA

Diámetro exterior tubo: 16 mm.

Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 40

$e(\text{parcial})=2 \times 1.3 \times 16.2 / 51.52 \times 230 \times 1.5 = 0 \text{ V.} = 0 \%$

$e(\text{total})=1.73\% \text{ ADMIS (3\% MAX.)}$

Prot. Térmica:

I. Mag. Bipolar Int. 10 A.

#### Cálculo de la Línea: C1 Alumbrado

- Tensión de servicio: 230 V.

- Canalización: B1-Unip.Tubos Superf.o Emp.Obra

- Longitud: 4.28 m;  $\text{Cos } \varphi: 1$ ;  $X_u(\text{m}\Omega/\text{m}): 0$ ;

- Potencia a instalar: 200 W.

- Potencia de cálculo: (Según ITC-BT-44):

$200 \times 1.8 = 360 \text{ W.}$

$I = 360 / 230 \times 1 = 1.57 \text{ A.}$

Se eligen conductores Unipolares  $2 \times 1.5 + \text{TT} \times 1.5 \text{ mm}^2 \text{ Cu}$

Nivel Aislamiento, Aislamiento: 450/750 V, PVC. Desig. UNE: H07V-K

I.ad. a 40°C ( $F_c=1$ ) 15 A. según ITC-BT-19

Diámetro exterior tubo: 16 mm.

Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 40.33

$e(\text{parcial})=2 \times 4.28 \times 360 / 51.46 \times 230 \times 1.5 = 0.17 \text{ V.} = 0.08 \%$

$e(\text{total})=1.8\% \text{ ADMIS (3\% MAX.)}$

Prot. Térmica:

I. Mag. Bipolar Int. 10 A.

#### Cálculo de la Línea: Alumbrado VIAL

- Tensión de servicio: 400 V.

- Canalización: C-Unip.o Mult.sobre Pared

- Longitud: 0.3 m;  $\text{Cos } \varphi: 0.8$ ;  $X_u(\text{m}\Omega/\text{m}): 0$ ;

- Potencia a instalar: 6336 W.

- Potencia de cálculo: (Según ITC-BT-44):

$11404.8 \text{ W. (Coef. de Simult.: 1)}$

$I = 11404.8 / 1,732 \times 400 \times 0.8 = 20.58 \text{ A.}$

Se eligen conductores Unipolares  $4 \times 6 \text{ mm}^2 \text{ Cu}$

Nivel Aislamiento, Aislamiento: 450/750 V, PVC. Desig. UNE: H07V-K

I.ad. a 40°C ( $F_c=1$ ) 36 A. según ITC-BT-19

Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 49.8

$e(\text{parcial})=0.3 \times 11404.8 / 49.74 \times 400 \times 6 = 0.03 \text{ V.} = 0.01 \%$

---

Universidad de Zaragoza

Escuela de Ingeniería y Arquitectura (EINA)-Grado en Ingeniería Eléctrica

Pág. Nº 77

DOC.1.MEMORIA

$e(\text{total})=0.01\%$  ADMIS (3% MAX.)

Prot. Térmica:

I. Mag. Tetrapolar Int. 25 A.

Protección diferencial:

Inter. Dif. Tetrapolar Int.: 25 A. Sens. Int.: 30 mA.

Cálculo de la Línea: C1 APARCAMIENTO

- Tensión de servicio: 400 V.
- Canalización: Enterrados Bajo Tubo (R.Subt)
- Longitud: 131.5 m;  $\text{Cos } \varphi: 1$ ;  $X_u(\text{m}\Omega/\text{m}): 0$ ;
- Datos por tramo

Tramo	1	2	3	4	5
Longitud (m)	71.5	15	15	15	15
P.DES.NU (W)	80	80	80	80	80

- Potencia a instalar: 400 W.
- Potencia de cálculo: (Según ITC-BT-44):  
 $400 \times 1.8 = 720 \text{ W}$ .

$I = 720 / 1,732 \times 400 \times 1 = 1.04 \text{ A}$ .

Se eligen conductores Unipolares 4x6+TTx6mm<sup>2</sup>Cu

Nivel Aislamiento, Aislamiento: 0.6/1 kV, XLPE. Desig. UNE: RV-K

I.ad. a 25°C ( $F_c=0.8$ ) 57.6 A. según ITC-BT-07

Diámetro exterior tubo: 50 mm.

Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 25.02

$e(\text{parcial}) = 101.5 \times 720 / 54.48 \times 400 \times 6 = 0.56 \text{ V} = 0.14 \%$

$e(\text{total}) = 0.15\%$  ADMIS (3% MAX.)

Prot. Térmica:

I. Mag. Tetrapolar Int. 10 A.

Cálculo de la Línea: C2 PEATONAL

- Tensión de servicio: 400 V.
- Canalización: Enterrados Bajo Tubo (R.Subt)
- Longitud: 150.9 m;  $\text{Cos } \varphi: 1$ ;  $X_u(\text{m}\Omega/\text{m}): 0$ ;
- Datos por tramo

Tramo	1	2	3	4	5	6	7
Longitud (m)	98.4	7.5	7.5	7.5	7.5	7.5	7.5
P.DES.NU (W)	62	62	62	62	62	62	62

DOC.1.MEMORIA

- Potencia a instalar: 496 W.
- Potencia de cálculo: (Según ITC-BT-44):  
 $496 \times 1.8 = 892.8 \text{ W}$ .

$$I = 892.8 / (1.732 \times 400) = 1.29 \text{ A}$$

Se eligen conductores Unipolares 4x6+TTx6mm<sup>2</sup>Cu

Nivel Aislamiento, Aislamiento: 0.6/1 kV, XLPE. Desig. UNE: RV-K

I.ad. a 25°C (Fc=0.8) 57.6 A. según ITC-BT-07

Diámetro exterior tubo: 50 mm.

Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 25.03

$$e(\text{parcial}) = 124.65 \times 892.8 / (54.48 \times 400 \times 6) = 0.85 \text{ V} = 0.21 \%$$

$$e(\text{total}) = 0.22\% \text{ ADMIS (3\% MAX.)}$$

Prot. Térmica:

I. Mag. Tetrapolar Int. 10 A.

Cálculo de la Línea: c3 CALLE1 ARRIBA

- Tensión de servicio: 400 V.
- Canalización: Enterrados Bajo Tubo (R.Subt)
- Longitud: 240 m; Cos φ: 1; Xu(mΩ/m): 0;

- Datos por tramo

Tramo	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
Longitud (m)	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15
P.DES.NU (W)	80	80	80	80	80	80	80	80	80	80	80	80	80	80	80	80

- Potencia a instalar: 1280 W.
- Potencia de cálculo: (Según ITC-BT-44):  
 $1280 \times 1.8 = 2304 \text{ W}$ .

$$I = 2304 / (1.732 \times 400) = 3.33 \text{ A}$$

Se eligen conductores Unipolares 4x6+TTx6mm<sup>2</sup>Cu

Nivel Aislamiento, Aislamiento: 0.6/1 kV, XLPE. Desig. UNE: RV-K

I.ad. a 25°C (Fc=0.8) 57.6 A. según ITC-BT-07

Diámetro exterior tubo: 50 mm.

Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 25.22

$$e(\text{parcial}) = 127.5 \times 2304 / (54.44 \times 400 \times 6) = 2.25 \text{ V} = 0.56 \%$$

$$e(\text{total}) = 0.57\% \text{ ADMIS (3\% MAX.)}$$

Prot. Térmica:

I. Mag. Tetrapolar Int. 10 A.

Universidad de Zaragoza

Escuela de Ingeniería y Arquitectura (EINA)-Grado en Ingeniería Eléctrica

Pág. Nº 79

DOC.1.MEMORIA

Cálculo de la Línea: c4 CALLE1 ABAJO

- Tensión de servicio: 400 V.
- Canalización: Enterrados Bajo Tubo (R.Subt)
- Longitud: 240 m; Cos  $\varphi$ : 1;  $X_u(m\Omega/m)$ : 0;
- Datos por tramo

Tramo	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
Longitud (m)	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15
P.DES.NU (W)	80	80	80	80	80	80	80	80	80	80	80	80	80	80	80	80

- Potencia a instalar: 1280 W.
- Potencia de cálculo: (Según ITC-BT-44):  
 $1280 \times 1.8 = 2304$  W.

$$I = 2304 / (1.732 \times 400) = 3.33 \text{ A.}$$

Se eligen conductores Unipolares 4x6+TTx6mm<sup>2</sup>Cu  
 Nivel Aislamiento, Aislamiento: 0.6/1 kV, XLPE. Desig. UNE: RV-K  
 I.ad. a 25°C (Fc=0.8) 57.6 A. según ITC-BT-07  
 Diámetro exterior tubo: 50 mm.

Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 25.22

$$e(\text{parcial}) = 127.5 \times 2304 / (54.44 \times 400 \times 6) = 2.25 \text{ V.} = 0.56 \%$$

$$e(\text{total}) = 0.57\% \text{ ADMIS (3\% MAX.)}$$

Prot. Térmica:

I. Mag. Tetrapolar Int. 10 A.

Cálculo de la Línea: c5 CALLE2 ABAJO

- Tensión de servicio: 400 V.
- Canalización: Enterrados Bajo Tubo (R.Subt)
- Longitud: 270 m; Cos  $\varphi$ : 1;  $X_u(m\Omega/m)$ : 0;
- Datos por tramo

Tramo	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
Longitud (m)	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15
P.DES.NU (W)	80	80	80	80	80	80	80	80	80	80	80	80	80	80	80	80	80	80

- Potencia a instalar: 1440 W.
- Potencia de cálculo: (Según ITC-BT-44):  
 $1440 \times 1.8 = 2592$  W.

$$I = 2592 / (1.732 \times 400) = 3.74 \text{ A.}$$

Se eligen conductores Unipolares 4x6+TTx6mm<sup>2</sup>Cu

Universidad de Zaragoza

Escuela de Ingeniería y Arquitectura (EINA)-Grado en Ingeniería Eléctrica

Pág. Nº 80



DOC.1.MEMORIA

Nivel Aislamiento, Aislamiento: 0.6/1 kV, XLPE. Desig. UNE: RV-K  
I.ad. a 25°C (Fc=0.8) 57.6 A. según ITC-BT-07  
Diámetro exterior tubo: 50 mm.

Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 25.27

$e(\text{parcial})=142.5 \times 2592 / 54.43 \times 400 \times 6 = 2.83 \text{ V.} = 0.71 \%$

$e(\text{total})=0.71\% \text{ ADMIS (3\% MAX.)}$

Prot. Térmica:

I. Mag. Tetrapolar Int. 10 A.

Cálculo de la Línea: c6 CALLE2 ARRIBA

- Tensión de servicio: 400 V.
- Canalización: Enterrados Bajo Tubo (R.Subt)
- Longitud: 270 m; Cos  $\varphi$ : 1;  $X_u(\text{m}\Omega/\text{m})$ : 0;
- Datos por tramo

Tramo	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
Longitud (m)	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15
P.DES.NU (W)	80	80	80	80	80	80	80	80	80	80	80	80	80	80	80	80	80	80

- Potencia a instalar: 1440 W.
- Potencia de cálculo: (Según ITC-BT-44):  
 $1440 \times 1.8 = 2592 \text{ W.}$

$I=2592 / 1,732 \times 400 \times 1 = 3.74 \text{ A.}$

Se eligen conductores Unipolares 4x6+TTx6mm<sup>2</sup>Cu

Nivel Aislamiento, Aislamiento: 0.6/1 kV, XLPE. Desig. UNE: RV-K

I.ad. a 25°C (Fc=0.8) 57.6 A. según ITC-BT-07

Diámetro exterior tubo: 50 mm.

Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 25.27

$e(\text{parcial})=142.5 \times 2592 / 54.43 \times 400 \times 6 = 2.83 \text{ V.} = 0.71 \%$

$e(\text{total})=0.71\% \text{ ADMIS (3\% MAX.)}$

Prot. Térmica:

I. Mag. Tetrapolar Int. 10 A.

Cálculo de la Línea: C16 ICT

- Tensión de servicio: 230 V.
- Canalización: B1-Unip.Tubos Superf.o Emp.Obra
- Longitud: 3 m; Cos  $\varphi$ : 1;  $X_u(\text{m}\Omega/\text{m})$ : 0;
- Potencia a instalar: 3680 W.
- Potencia de cálculo: 3680 W.

DOC.1.MEMORIA

$I=3680/230 \times 1=16$  A.

Se eligen conductores Unipolares 2x2.5+TTx2.5mm<sup>2</sup>Cu

Nivel Aislamiento, Aislamiento: 450/750 V, PVC. Desig. UNE: H07V-K

I.ad. a 40°C (Fc=1) 21 A. según ITC-BT-19

Diámetro exterior tubo: 20 mm.

Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 57.41

$e(\text{parcial})=2 \times 3 \times 3680 / 48.45 \times 230 \times 2.5=0.79$  V.=0.34 %

$e(\text{total})=0.34\%$  ADMIS (5% MAX.)

Prot. Térmica:

I. Mag. Bipolar Int. 16 A.

Protección diferencial:

Inter. Dif. Bipolar Int.: 25 A. Sens. Int.: 30 mA.

**Los resultados obtenidos se reflejan en las siguientes tablas:**

Denominación	P.Cálculo (W)	Dist.Cálc (m)	Sección (mm <sup>2</sup> )	I.Cálculo (A)	I.Admi. (A)	C.T.Parc. (%)	C.T.Total (%)	Dimensiones(mm) Tubo,Canal,Band.
LGA1	97520.01	25	4x95+TTx50Cu	175.95	268	0.39	0.39	140
LGA2.	130251.01	30	4x120+TTx70Cu	235.01	304	0.43	0.43	160

**Cortocircuito**

Denominación	Longitud (m)	Sección (mm <sup>2</sup> )	I <sub>pccI</sub> (kA)	P de C (kA)	I <sub>pccF</sub> (A)	t <sub>mcc</sub> (sg)	t <sub>ficc</sub> (sg)	L <sub>máx</sub> (m)	Curvas válidas
LGA1 .	25	4x95+TTx50Cu	12	50	4230.1	10.31	0.472	250.99	200
LGA2 .	25	4x120+TTx70Cu	12	50	4230.1	10.31	0.472	250.99	200

**Cuadro de Mando y Protección: Viviendas**

Denominación	P.Cálculo (W)	Dist.Cálc (m)	Sección (mm <sup>2</sup> )	I.Cálculo (A)	I.Admi. (A)	C.T.Parc. (%)	C.T.Total (%)	Dimensiones(mm) Tubo,Canal,Band.
DI Caso 1.	9200	200	2x70+TTx35Cu	40	240.1	1.83	1.83	90
DI Caso 2.	9200	189.45	2x50+TTx25Cu	40	196	2.44	2.44	75
DI Caso 3.	9200	125.54	2x35+TTx16Cu	40	166.6	2.31	2.31	63
DI Caso 4.	9200	93.4	2x25+TTx16Cu	40	137.2	2.42	2.42	63
DI Caso 5.	9200	61	2x16+TTx16Cu	40	107.8	2.49	2.49	50
DI Caso 6.	9200	31.25	2x10+TTx10Cu	40	83.3	2.07	2.07	50
Agrup. 1	9899	0.3	2x10Cu	43.04	54	0.02	0.02	
C1 Alumbrado PC	2250	21.46	2x1.5+TTx1.5Cu	9.78	15	2.53	2.55	16
C2 TC Generales PC	3680	11.57	2x2.5+TTx2.5Cu	16	21	1.33	1.35	20
C3 Horno PC	5400	12.15	2x6+TTx6Cu	23.48	36	0.89	0.92	25
C4-1 Lavadora PC	3680	8.6	2x2.5+TTx2.5Cu	16	21	0.99	1.01	20
C4-2 Lavav PC	3680	13.19	2x2.5+TTx2.5Cu	16	21	1.52	1.54	20
C4-3 Caldera PC	3680	25	2x2.5+TTx2.5Cu	16	21	2.87	2.89	20
C5 TC Aux Baño PC	3680	15.44	2x2.5+TTx2.5Cu	16	21	1.77	1.8	20
Agrup. 2	10885.6	0.3	2x10Cu	47.33	54	0.03	0.03	
C6 Alumbrado P1	2250	20.57	2x1.5+TTx1.5Cu	9.78	15	2.42	2.45	16

Universidad de Zaragoza

Escuela de Ingeniería y Arquitectura (EINA)-Grado en Ingeniería Eléctrica

Pág. Nº 82

DOC.1.MEMORIA

C7 TC Generales PS	3680	20.38	2x2.5+TTx2.5Cu	16	21	2.34	2.37	20
C13 TC General P1	3680	19.92	2x2.5+TTx2.5Cu	16	21	2.29	2.31	20
C12 TC Baño P1	3680	13.3	2x2.5+TTx2.5Cu	16	21	1.53	1.55	20
C10 Secadora PC	3450	10	2x2.5+TTx2.5Cu	15	21	1.14	1.17	20
C14 Alumbrado PS	2250	24.7	2x1.5+TTx1.5Cu	9.78	15	2.91	2.93	16
C8 Calefac. Elect.	5750	25	2x6+TTx6Cu	25	36	1.85	1.88	25
Agrup. 3	6072	0.3	2x6Cu	33	40	0.02	0.02	
C11 Domótica	2300	25	2x1.5+TTx1.5Cu	10	15	2.95	2.97	16
C9-1 A Acond PC	5750	8.27	2x6+TTx6Cu	25	36	0.61	0.64	25
C9-2 A Acond P1	5750	8.27	2x6+TTx6Cu	25	36	0.61	0.64	25
C15	4600	19.1	2x4+TTx4Cu	25	27	1.76	1.76	20

**Cortocircuito**

Denominación	Longitud (m)	Sección (mm <sup>2</sup> )	IpccI (kA)	P de C (kA)	IpccF (A)	tmeicc (sg)	tficc (sg)	Lmáx (m)	Curvas válidas
DI Caso 1.	200	2x70+TTx35Cu	8.5	50	1118.09	51.84	0.194	1092.85	40
DI Caso 2.	189.45	2x50+TTx25Cu	8.5	50	900.15	40.8	0.299	780.61	40
DI Caso 3.	125.54	2x35+TTx16Cu	8.5	50	939.91	18.34	0.274	546.42	40
DI Caso 4.	93.4	2x25+TTx16Cu	8.5	50	910.25	9.98	0.292	390.3	40
DI Caso 5.	61	2x16+TTx16Cu	8.5	50	895.75	4.22	0.302	249.79	40
DI Caso 6.	31.25	2x10+TTx10Cu	8.5	50	1045.37	1.21	0.221	156.12	40
Agrup. 1	0.3	2x10Cu	2.1		1037.8	1.23			
C1 Alumbrado PC	21.46	2x1.5+TTx1.5Cu	2.08	4.5	232.88	0.55			10;B,C,D
C2 TC Generales PC	11.57	2x2.5+TTx2.5Cu	2.08	4.5	490.14	0.34			16;B,C,D
C3 Horno PC	12.15	2x6+TTx6Cu	2.08	4.5	697.14	0.98			25;B,C,D
C4-1 Lavadora PC	8.6	2x2.5+TTx2.5Cu	2.08	4.5	566.99	0.26			16;B,C,D
C4-2 Lavav PC	13.19	2x2.5+TTx2.5Cu	2.08	4.5	456.39	0.4			16;B,C,D
C4-3 Caldera PC	25	2x2.5+TTx2.5Cu	2.08	4.5	303.85	0.9			16;B,C
C5 TC Aux Baño PC	15.44	2x2.5+TTx2.5Cu	2.08	4.5	416.56	0.48			16;B,C,D
Agrup. 2	0.3	2x10Cu	2.1		1037.8	1.23			
C6 Alumbrado P1	20.57	2x1.5+TTx1.5Cu	2.08	4.5	240.63	0.51			10;B,C,D
C7 TC Generales PS	20.38	2x2.5+TTx2.5Cu	2.08	4.5	349.56	0.68			16;B,C,D
C13 TC General P1	19.92	2x2.5+TTx2.5Cu	2.08	4.5	354.88	0.66			16;B,C,D
C12 TC Baño P1	13.3	2x2.5+TTx2.5Cu	2.08	4.5	454.27	0.4			16;B,C,D
C10 Secadora PC	10	2x2.5+TTx2.5Cu	2.08	4.5	527.97	0.3			16;B,C,D
C14 Alumbrado PS	24.7	2x1.5+TTx1.5Cu	2.08	4.5	208.46	0.68			10;B,C,D
C8 Calefac. Elect.	25	2x6+TTx6Cu	2.08	4.5	517.37	1.78			25;B,C,D
Agrup. 3	0.3	2x6Cu	2.1		1032.82	0.45			
C11 Domótica	25	2x1.5+TTx1.5Cu	2.07	4.5	206.26	0.7			10;B,C,D
C9-1 A Acond PC	8.27	2x6+TTx6Cu	2.07	4.5	776	0.79			25;B,C,D
C9-2 A Acond P1	8.27	2x6+TTx6Cu	2.07	4.5	776	0.79			25;B,C,D
C15	19.1	2x4+TTx4Cu	2.1	4.5	483.68	0.9			25;B,C

**Cuadro de Mando y Protección: SERVICIOS GENERALES**

Denominación	P.Cálculo (W)	Dist.Cálc (m)	Sección (mm <sup>2</sup> )	I.Cálculo (A)	I.Admi. (A)	C.T.Parc. (%)	C.T.Total (%)	Dimensiones(mm) Tubo,Canal,Band.
DERIVACION IND.	45611.2	0.3	4x16+TTx16Cu	82.3	88	0.01	0.01	63
Gimnasio	8548	20	4x6+TTx6Cu	15.42	50.4	0.33	0.33	50
Pistas Tennis	8780	16	4x6+TTx6Cu	15.84	50.4	0.27	0.27	50
Cuartos Tecnicos	4272.2	3	4x2.5+TTx2.5Cu	7.71	18.5	0.06	0.06	20
Caseta Seguridad	8926.2	98	4x6+TTx6Cu	16.11	57.6	1.71	1.71	50
Alumbrado VIAL	11404.8	0.3	4x6Cu	20.58	36	0.01	0.01	
C1 APARCAMIENTO	720	131.5	4x6+TTx6Cu	1.04	57.6	0.14	0.15	50
C2 PEATONAL	892.8	150.9	4x6+TTx6Cu	1.29	57.6	0.21	0.22	50
C3 CALLE1 ARRIBA	2304	240	4x6+TTx6Cu	3.33	57.6	0.56	0.57	50
C4 CALLE1 ABAJO	2304	240	4x6+TTx6Cu	3.33	57.6	0.56	0.57	50
C5 CALLE2 ABAJO	2592	270	4x6+TTx6Cu	3.74	57.6	0.71	0.71	50
C6 CALLE2 ARRIBA	2592	270	4x6+TTx6Cu	3.74	57.6	0.71	0.71	50
C16 ICT	3680	3	2x2.5+TTx2.5Cu	16	21	0.34	0.34	20

**Cortocircuito**

Denominación	Longitud	Sección	IpccI	P de C	IpccF	tmeicc	tficc	Lmáx	Curvas válidas
--------------	----------	---------	-------	--------	-------	--------	-------	------	----------------

**DOC.1.MEMORIA**

	(m)	(mm <sup>2</sup> )	(kA)	(kA)	(A)	(sg)	(sg)	(m)	
DERIVACION IND.	0.3	4x16+TTx16Cu	8.5	50	4156.59	0.2	0.104	91.59	100
Gimnasio	20	4x6+TTx6Cu	8.35	10	990.72	0.49			40;B,C,D
Pistas Tenis	16	4x6+TTx6Cu	8.35	10	1170.26	0.35			25;B,C,D
Cuartos Tecnicos	3	4x2.5+TTx2.5Cu	8.35	10	1942.81	0.02			16;B,C,D
Caseta Seguridad	98	4x6+TTx6Cu	8.35	10	247.8	11.99			30;B
Alumbrado VIAL	0.3	4x6Cu	8.35	10	3971.9	0.03			25
C1 APARCAMIENTO	131.5	4x6+TTx6Cu	7.98	10	187	21.05			10;B,C
C2 PEATONAL	150.9	4x6+TTx6Cu	7.98	10	163.92	27.4			10;B,C
C3 CALLE1 ARRIBA	240	4x6+TTx6Cu	7.98	10	104.61	67.27			10;B,C
C4 CALLE1 ABAJO	240	4x6+TTx6Cu	7.98	10	104.61	67.27			10;B,C
C5 CALLE2 ABAJO	270	4x6+TTx6Cu	7.98	10	93.25	84.66			10;B
C6 CALLE2 ARRIBA	270	4x6+TTx6Cu	7.98	10	93.25	84.66			10;B
C16 ICT	3	2x2.5+TTx2.5Cu	8.35	10	1942.81	0.02			16;B,C,D

**Subcuadro Gimnasio**

Denominación	P.Cálculo (W)	Dist.Cálc (m)	Sección (mm <sup>2</sup> )	I.Cálculo (A)	I.Admi. (A)	C.T.Parc. (%)	C.T.Total (%)	Dimensiones(mm) Tubo,Canal,Band.
Agrupación 1	1188	0.3	2x1.5Cu	6.46	16.5	0.02	0.35	
C1 Alumbrado	1123.2	16	2x1.5+TTx1.5Cu	4.88	15	0.89	1.24	16
C3 A. Emergencia	64.8	11.9	2x1.5+TTx1.5Cu	0.28	15	0.04	0.39	16
Agrupación 2	7360	0.3	2x6Cu	40	40	0.03	0.36	
C2 TC General	3680	9.6	2x2.5+TTx2.5Cu	16	21	1.1	1.46	20
C4 Sauna	3680	15.4	2x2.5+TTx2.5Cu	16	21	1.77	2.13	20

**Cortocircuito**

Denominación	Longitud (m)	Sección (mm <sup>2</sup> )	IpccI (kA)	P de C (kA)	IpccF (A)	tmcicc (sg)	tficc (sg)	Lmáx (m)	Curvas válidas
Agrupación 1	0.3	2x1.5Cu	1.99		947.11	0.03			
C1 Alumbrado	16	2x1.5+TTx1.5Cu	1.9	4.5	282.58	0.37			10;B,C,D
C3 A. Emergencia	11.9	2x1.5+TTx1.5Cu	1.9	4.5	344.56	0.25			10;B,C,D
Agrupación 2	0.3	2x6Cu	1.99		979.45	0.5			
C2 TC General	9.6	2x2.5+TTx2.5Cu	1.97	4.5	522.38	0.3			16;B,C,D
C4 Sauna	15.4	2x2.5+TTx2.5Cu	1.97	4.5	407.43	0.5			16;B,C,D

**Subcuadro Pistas Tenis**

Denominación	P.Cálculo (W)	Dist.Cálc (m)	Sección (mm <sup>2</sup> )	I.Cálculo (A)	I.Admi. (A)	C.T.Parc. (%)	C.T.Total (%)	Dimensiones(mm) Tubo,Canal,Band.
C1 Pista 1	3240	40	2x6+TTx6Cu	16.57	70.56	1.52	1.79	50
C2 Pista 2	3240	40	2x6+TTx6Cu	16.57	70.56	1.52	1.79	50
C3 Domótica	2300	0.3	2x1.5+TTx1.5Cu	10	15	0.04	0.31	16

**Cortocircuito**

Denominación	Longitud (m)	Sección (mm <sup>2</sup> )	IpccI (kA)	P de C (kA)	IpccF (A)	tmcicc (sg)	tficc (sg)	Lmáx (m)	Curvas válidas
C1 Pista 1	40	2x6+TTx6Cu	2.35	4.5	415.71	4.26			25;B,C
C2 Pista 2	40	2x6+TTx6Cu	2.35	4.5	415.71	4.26			25;B,C
C3 Domótica	0.3	2x1.5+TTx1.5Cu	2.35	4.5	1109.94	0.02			10;B,C,D

**Subcuadro Cuartos Técnicos**

Denominación	P.Cálculo (W)	Dist.Cálc (m)	Sección (mm <sup>2</sup> )	I.Cálculo (A)	I.Admi. (A)	C.T.Parc. (%)	C.T.Total (%)	Dimensiones(mm) Tubo,Canal,Band.
C2 TC General	3680	32	2x2.5+TTx2.5Cu	16	21	3.68	3.74	20
C1 Alumbrado	478.8	26	2x1.5+TTx1.5Cu	2.08	15	0.61	0.67	
C3 Alum Emergencia	113.4	26	2x1.5+TTx1.5Cu	0.49	15	0.14	0.21	16

Universidad de Zaragoza

Escuela de Ingeniería y Arquitectura (EINA)-Grado en Ingeniería Eléctrica

Pág. Nº 84

DOC.1.MEMORIA

**Cortocircuito**

Denominación	Longitud (m)	Sección (mm <sup>2</sup> )	IpccI (kA)	P de C (kA)	IpccF (A)	tmcicc (sg)	tficc (sg)	Lmáx (m)	Curvas válidas
C2 TC General	32	2x2.5+TTx2.5Cu	3.9	4.5	286.35	1.01			16;B,C
C1 Alumbrado	26	2x1.5+TTx1.5Cu	3.9	4.5	219.88	0.62			10;B,C,D
C3 Alum Emergencia	26	2x1.5+TTx1.5Cu	3.9	4.5	219.88	0.62			10;B,C,D

**Subcuadro Caseta Seguridad**

Denominación	P.Cálculo (W)	Dist.Cálc (m)	Sección (mm <sup>2</sup> )	I.Cálculo (A)	I.Admi. (A)	C.T.Parc. (%)	C.T.Total (%)	Dimensiones(mm) Tubo,Canal,Band.
Agrupación 1	4870	0.3	2x4Cu	26.47	31	0.03	1.73	
C4 Puerta	4600	2.9	2x4+TTx4Cu	25	27	0.27	2	20
C3 Alu Cartel	270	19.4	2x1.5+TTx1.5Cu	1.17	15	0.26	1.99	16
Agrupación 2	4056.2	0.3	2x4Cu	22.04	31	0.02	1.73	
C2 TC General	3680	3.6	2x2.5+TTx2.5Cu	16	21	0.41	2.14	20
C5 Alum Emergencia	16.2	1.3	2x1.5+TTx1.5Cu	0.07	15	0	1.73	16
C1 Alumbrado	360	4.28	2x1.5+TTx1.5Cu	1.57	15	0.08	1.8	16

**Cortocircuito**

Denominación	Longitud (m)	Sección (mm <sup>2</sup> )	IpccI (kA)	P de C (kA)	IpccF (A)	tmcicc (sg)	tficc (sg)	Lmáx (m)	Curvas válidas
Agrupación 1	0.3	2x4Cu	0.5		246.73	3.48			
C4 Puerta	2.9	2x4+TTx4Cu	0.5	4.5	236.86	3.77			25;B
C3 Alu Cartel	19.4	2x1.5+TTx1.5Cu	0.5	4.5	141.54	1.49			10;B,C
Agrupación 2	0.3	2x4Cu	0.5		246.73	3.48			
C2 TC General	3.6	2x2.5+TTx2.5Cu	0.5	4.5	227.87	1.59			16;B,C
C5 Alum Emergencia	1.3	2x1.5+TTx1.5Cu	0.5	4.5	235.02	0.54			10;B,C,D
C1 Alumbrado	4.28	2x1.5+TTx1.5Cu	0.5	4.5	211.97	0.66			10;B,C,D

**CALCULO DE LA PUESTA A TIERRA**

**Calculo de la puesta a tierra de las viviendas**

- La resistividad del terreno es 300 ohmiosxm.
- El electrodo en la puesta a tierra del edificio, se constituye con los siguientes elementos:

M. conductor de Cu desnudo	35 mm <sup>2</sup>	30 m.
M. conductor de Acero galvanizado	95 mm <sup>2</sup>	
Picas verticales de Cobre	14 mm	
de Acero recubierto Cu	14 mm	4 picas de 2m.
de Acero galvanizado	25 mm	

Con lo que se obtendrá una Resistencia de tierra de 13.04 ohmios.

Los conductores de protección, se calcularon adecuadamente y según la ITC-BT-18, en el apartado del cálculo de circuitos.

Así mismo cabe señalar que la línea principal de tierra no será inferior a 16 mm<sup>2</sup> en Cu, y la línea de enlace con tierra, no será inferior a 25 mm<sup>2</sup> en Cu.



DOC.1.MEMORIA

**Calculo de la puesta a tierra del CT**

Estará constituida por 4 picas en cuadrado unidas por un conductor horizontal de cobre desnudo de 50 mm<sup>2</sup> de sección.

Las picas tendrán un diámetro de 14 mm. y una longitud de 2.00 m. Se enterrarán verticalmente a una profundidad de 0.5 m. y la separación entre cada pica y la siguiente será de 3.00 m. Con esta configuración, la longitud de conductor desde la primera pica a la última será de 15 m., dimensión que tendrá que haber disponible en el terreno.

La conexión desde el Centro hasta la primera pica se realizará con cable de cobre aislado de 0.6/1 kV protegido contra daños mecánicos.

El valor de la resistencia de puesta a tierra de este electrodo deberá ser inferior a 37  $\Omega$ . Con este criterio se consigue que un defecto a tierra en una instalación de Baja Tensión protegida contra contactos indirectos por un interruptor diferencial de sensibilidad 650 mA., no ocasione en el electrodo de puesta a tierra una tensión superior a 24 Voltios ( $=37 \times 0,650$ ).

## **23. Anexo Estudio de Seguridad y Salud**

### **23.1. Prevención de Riesgos Laborales.**

#### **23.1.1. Introducción**

La ley **31/1995**, de 8 de noviembre de 1995, de **Prevención de Riesgos Laborales** tiene por objeto la determinación del cuerpo básico de garantías y responsabilidades preciso para establecer un adecuado nivel de protección de la salud de los trabajadores frente a los *riesgos derivados de las condiciones de trabajo*.

Como ley establece un marco legal a partir del cual las **normas reglamentarias** irán fijando y concretando los aspectos más técnicos de las medidas preventivas.

Estas normas complementarias quedan resumidas a continuación:

- Disposiciones mínimas de seguridad y salud en los lugares de trabajo.
- Disposiciones mínimas en materia de señalización de seguridad y salud en el trabajo.
- Disposiciones mínimas de seguridad y salud para la utilización por los trabajadores de los equipos de trabajo.
- Disposiciones mínimas de seguridad y salud en las obras de construcción.
- Disposiciones mínimas de seguridad y salud relativas a la utilización por los trabajadores de equipos de protección individual.

#### **23.1.2 Derechos y obligaciones**

##### **DERECHO A LA PROTECCIÓN FRENTE A LOS RIESGOS LABORALES.**

Los trabajadores tienen derecho a una protección eficaz en materia de seguridad y salud en el trabajo.

A este efecto, el empresario realizará la prevención de los riesgos laborales mediante la adopción de cuantas medidas sean necesarias para la protección de la seguridad y la salud de los trabajadores, con las especialidades que se recogen en los artículos siguientes en materia de evaluación de riesgos, información, consulta, participación y formación de los trabajadores, actuación en casos de emergencia y de riesgo grave e inminente y vigilancia de la salud.

##### **PRINCIPIOS DE LA ACCIÓN PREVENTIVA.**

El empresario aplicará las medidas preventivas pertinentes, con arreglo a los siguientes principios generales:

- Evitar los riesgos.
- Evaluar los riesgos que no se pueden evitar.
- Combatir los riesgos en su origen.
- Adaptar el trabajo a la persona, en particular en lo que respecta a la concepción de los puestos de trabajo, la organización del trabajo, las condiciones de trabajo, las relaciones

#### DOC.1.MEMORIA

sociales y la influencia de los factores ambientales en el trabajo.

- Adoptar medidas que antepongan la protección colectiva a la individual.
- Dar las debidas instrucciones a los trabajadores.
- Adoptar las medidas necesarias a fin de garantizar que sólo los trabajadores que hayan recibido información suficiente y adecuada puedan acceder a las zonas de riesgo grave y específico.
- Prever las distracciones o imprudencias no temerarias que pudiera cometer el trabajador.

#### **EVALUACIÓN DE LOS RIESGOS.**

La acción preventiva en la empresa se planificará por el empresario a partir de una evaluación inicial de los riesgos para la seguridad y la salud de los trabajadores, que se realizará, con carácter general, teniendo en cuenta la naturaleza de la actividad, y en relación con aquellos que estén expuestos a riesgos especiales. Igual evaluación deberá hacerse con ocasión de la elección de los equipos de trabajo, de las sustancias o preparados químicos y del acondicionamiento de los lugares de trabajo.

De alguna manera se podrían clasificar las causas de los riesgos en las categorías siguientes:

- Insuficiente calificación profesional del personal dirigente, jefes de equipo y obreros.
- Empleo de maquinaria y equipos en trabajos que no corresponden a la finalidad para la que fueron concebidos o a sus posibilidades.
- Negligencia en el manejo y conservación de las máquinas e instalaciones. Control deficiente en la explotación.
- Insuficiente instrucción del personal en materia de seguridad.

Referente a las máquinas herramienta, los riesgos que pueden surgir al manejarlas se pueden resumir en los siguientes puntos:

- Se puede producir un accidente o deterioro de una máquina si se pone en marcha sin conocer su modo de funcionamiento.
- La lubricación deficiente conduce a un desgaste prematuro por lo que los puntos de engrase manual deben ser engrasados regularmente.
- Puede haber ciertos riesgos si alguna palanca de la máquina no está en su posición correcta.
- El resultado de un trabajo puede ser poco exacto si las guías de las máquinas se desgastan, y por ello hay que protegerlas contra la introducción de virutas.
- Puede haber riesgos mecánicos que se deriven fundamentalmente de los diversos movimientos que realicen las distintas partes de una máquina y que pueden provocar que el operario:
  - Entre en contacto con alguna parte de la máquina o ser atrapado entre ella y cualquier estructura fija o material.
  - Sea golpeado o arrastrado por cualquier parte en movimiento de la máquina.
  - Ser golpeado por elementos de la máquina que resulten proyectados.
  - Ser golpeado por otros materiales proyectados por la máquina.
- Puede haber riesgos no mecánicos tales como los derivados de la utilización de energía eléctrica, productos químicos, generación de ruido, vibraciones, radiaciones, etc.

Los movimientos peligrosos de las máquinas se clasifican en cuatro grupos:

Universidad de Zaragoza

---

Escuela de Ingeniería y Arquitectura (EINA)-Grado en Ingeniería Eléctrica

Pág. Nº 88



#### DOC.1.MEMORIA

- Movimientos de rotación. Son aquellos movimientos sobre un eje con independencia de la inclinación del mismo y aún cuando giren lentamente. Se clasifican en los siguientes grupos:
  - Elementos considerados aisladamente tales como árboles de transmisión, vástagos, brocas, acoplamientos.
  - Puntos de atrapamiento entre engranajes y ejes girando y otras fijas o dotadas de desplazamiento lateral a ellas.
- Movimientos alternativos y de traslación. El punto peligroso se sitúa en el lugar donde la pieza dotada de este tipo de movimiento se aproxima a otra pieza fija o móvil y la sobrepasa.
- Movimientos de traslación y rotación. Las conexiones de bielas y vástagos con ruedas y volantes son algunos de los mecanismos que generalmente están dotadas de este tipo de movimientos.
- Movimientos de oscilación. Las piezas dotadas de movimientos de oscilación pendular generan puntos de "tijera" entre ellas y otras piezas fijas.

Las actividades de prevención deberán ser modificadas cuando se aprecie por el empresario, como consecuencia de los controles periódicos previstos en el apartado anterior, su inadecuación a los fines de protección requeridos.

#### **EQUIPOS DE TRABAJO Y MEDIOS DE PROTECCIÓN.**

Cuando la utilización de un equipo de trabajo pueda presentar un riesgo específico para la seguridad y la salud de los trabajadores, el empresario adoptará las medidas necesarias con el fin de que:

- La utilización del equipo de trabajo quede reservada a los encargados de dicha utilización.
- Los trabajos de reparación, transformación, mantenimiento o conservación sean realizados por los trabajadores específicamente capacitados para ello.

El empresario deberá proporcionar a sus trabajadores equipos de protección individual adecuados para el desempeño de sus funciones y velar por el uso efectivo de los mismos.

#### **INFORMACIÓN, CONSULTA Y PARTICIPACIÓN DE LOS TRABAJADORES.**

El empresario adoptará las medidas adecuadas para que los trabajadores reciban todas las informaciones necesarias en relación con:

- Los riesgos para la seguridad y la salud de los trabajadores en el trabajo.
- Las medidas y actividades de protección y prevención aplicables a los riesgos.

Los trabajadores tendrán derecho a efectuar propuestas al empresario, así como a los órganos competentes en esta materia, dirigidas a la mejora de los niveles de la protección de la seguridad y la salud en los lugares de trabajo, en materia de señalización en dichos lugares, en cuanto a la utilización por los trabajadores de los equipos de trabajo, en las obras de construcción y en cuanto a utilización por los trabajadores de equipos de protección individual.

DOC.1.MEMORIA

**FORMACIÓN DE LOS TRABAJADORES.**

El empresario deberá garantizar que cada trabajador reciba una formación teórica y práctica, suficiente y adecuada, en materia preventiva.

**MEDIDAS DE EMERGENCIA.**

El empresario, teniendo en cuenta el tamaño y la actividad de la empresa, así como la posible presencia de personas ajenas a la misma, deberá analizar las posibles situaciones de emergencia y adoptar las medidas necesarias en materia de primeros auxilios, lucha contra incendios y evacuación de los trabajadores, designando para ello al personal encargado de poner en práctica estas medidas y comprobando periódicamente, en su caso, su correcto funcionamiento.

**RIESGO GRAVE E INMINENTE.**

Cuando los trabajadores estén expuestos a un riesgo grave e inminente con ocasión de su trabajo, el empresario estará obligado a:

- Informar lo antes posible a todos los trabajadores afectados acerca de la existencia de dicho riesgo y de las medidas adoptadas en materia de protección.
- Dar las instrucciones necesarias para que, en caso de peligro grave, inminente e inevitable, los trabajadores puedan interrumpir su actividad y además estar en condiciones, habida cuenta de sus conocimientos y de los medios técnicos puestos a su disposición, de adoptar las medidas necesarias para evitar las consecuencias de dicho peligro.

**VIGILANCIA DE LA SALUD.**

El empresario garantizará a los trabajadores a su servicio la vigilancia periódica de su estado de salud en función de los riesgos inherentes al trabajo, optando por la realización de aquellos reconocimientos o pruebas que causen las menores molestias al trabajador y que sean proporcionales al riesgo.

**DOCUMENTACIÓN.**

El empresario deberá elaborar y conservar a disposición de la autoridad laboral la siguiente documentación:

- Evaluación de los riesgos para la seguridad y salud en el trabajo, y planificación de la acción preventiva.
- Medidas de protección y prevención a adoptar.
- Resultado de los controles periódicos de las condiciones de trabajo.
- Práctica de los controles del estado de salud de los trabajadores.
- Relación de accidentes de trabajo y enfermedades profesionales que hayan causado al trabajador una incapacidad laboral superior a un día de trabajo.

DOC.1.MEMORIA

**COORDINACIÓN DE ACTIVIDADES EMPRESARIALES.**

Cuando en un mismo centro de trabajo desarrollen actividades trabajadores de dos o más empresas, éstas deberán cooperar en la aplicación de la normativa sobre prevención de riesgos laborales.

**PROTECCIÓN DE TRABAJADORES ESPECIALMENTE SENSIBLES A DETERMINADOS RIESGOS.**

El empresario garantizará, evaluando los riesgos y adoptando las medidas preventivas necesarias, la protección de los trabajadores que, por sus propias características personales o estado biológico conocido, incluidos aquellos que tengan reconocida la situación de discapacidad física, psíquica o sensorial, sean específicamente sensibles a los riesgos derivados del trabajo.

**PROTECCIÓN DE LA MATERNIDAD.**

La evaluación de los riesgos deberá comprender la determinación de la naturaleza, el grado y la duración de la exposición de las trabajadoras en situación de embarazo o parto reciente, a agentes, procedimientos o condiciones de trabajo que puedan influir negativamente en la salud de las trabajadoras o del feto, adoptando, en su caso, las medidas necesarias para evitar la exposición a dicho riesgo.

**PROTECCIÓN DE LOS MENORES.**

Antes de la incorporación al trabajo de jóvenes menores de dieciocho años, y previamente a cualquier modificación importante de sus condiciones de trabajo, el empresario deberá efectuar una evaluación de los puestos de trabajo a desempeñar por los mismos, a fin de determinar la naturaleza, el grado y la duración de su exposición, teniendo especialmente en cuenta los riesgos derivados de su falta de experiencia, de su inmadurez para evaluar los riesgos existentes o potenciales y de su desarrollo todavía incompleto.

**RELACIONES DE TRABAJO TEMPORALES, DE DURACIÓN DETERMINADA Y EN EMPRESAS DE TRABAJO TEMPORAL.**

Los trabajadores con relaciones de trabajo temporales o de duración determinada, así como los contratados por empresas de trabajo temporal, deberán disfrutar del mismo nivel de protección en materia de seguridad y salud que los restantes trabajadores de la empresa en la que prestan sus servicios.

**OBLIGACIONES DE LOS TRABAJADORES EN MATERIA DE PREVENCIÓN DE RIESGOS.**

Corresponde a cada trabajador velar, según sus posibilidades y mediante el cumplimiento de las medidas de prevención que en cada caso sean adoptadas, por su propia seguridad y salud en el trabajo y por la de aquellas otras personas a las que pueda afectar su actividad profesional, a causa de sus actos y omisiones en el trabajo, de conformidad con su formación y las instrucciones del empresario.

Los trabajadores, con arreglo a su formación y siguiendo las instrucciones del empresario, deberán en particular:

- Usar adecuadamente, de acuerdo con su naturaleza y los riesgos previsibles, las máquinas, aparatos, herramientas, sustancias peligrosas, equipos de transporte y, en

#### DOC.1.MEMORIA

general, cualesquiera otros medios con los que desarrollen su actividad.

- Utilizar correctamente los medios y equipos de protección facilitados por el empresario.
- No poner fuera de funcionamiento y utilizar correctamente los dispositivos de seguridad existentes.
- Informar de inmediato un riesgo para la seguridad y la salud de los trabajadores.
- Contribuir al cumplimiento de las obligaciones establecidas por la autoridad competente.

#### **23.1.3. Servicios de Prevención.**

##### **PROTECCIÓN Y PREVENCIÓN DE RIESGOS PROFESIONALES.**

En cumplimiento del deber de prevención de riesgos profesionales, el empresario designará uno o varios trabajadores para ocuparse de dicha actividad, constituirá un servicio de prevención o concertará dicho servicio con una entidad especializada ajena a la empresa.

Los trabajadores designados deberán tener la capacidad necesaria, disponer del tiempo y de los medios precisos y ser suficientes en número, teniendo en cuenta el tamaño de la empresa, así como los riesgos a que están expuestos los trabajadores.

En las empresas de menos de seis trabajadores, el empresario podrá asumir personalmente las funciones señaladas anteriormente, siempre que desarrolle de forma habitual su actividad en el centro de trabajo y tenga capacidad necesaria.

El empresario que no hubiere concertado el Servicio de Prevención con una entidad especializada ajena a la empresa deberá someter su sistema de prevención al control de una auditoría o evaluación externa.

##### **SERVICIOS DE PREVENCIÓN.**

Si la designación de uno o varios trabajadores fuera insuficiente para la realización de las actividades de prevención, en función del tamaño de la empresa, de los riesgos a que están expuestos los trabajadores o de la peligrosidad de las actividades desarrolladas, el empresario deberá recurrir a uno o varios servicios de prevención propios o ajenos a la empresa, que colaborarán cuando sea necesario.

Se entenderá como servicio de prevención el conjunto de medios humanos y materiales necesarios para realizar las actividades preventivas a fin de garantizar la adecuada protección de la seguridad y la salud de los trabajadores, asesorando y asistiendo para ello al empresario, a los trabajadores y a sus representantes y a los órganos de representación especializados.

### **23.1.4. Consulta y participación de los trabajadores.**

#### **CONSULTA DE LOS TRABAJADORES.**

El empresario deberá consultar a los trabajadores, con la debida antelación, la adopción de las decisiones relativas a:

- La planificación y la organización del trabajo en la empresa y la introducción de nuevas tecnologías, en todo lo relacionado con las consecuencias que éstas pudieran tener para la seguridad y la salud de los trabajadores.
- La organización y desarrollo de las actividades de protección de la salud y prevención de los riesgos profesionales en la empresa, incluida la designación de los trabajadores encargados de dichas actividades o el recurso a un servicio de prevención externo.
- La designación de los trabajadores encargados de las medidas de emergencia.
- El proyecto y la organización de la formación en materia preventiva.

#### **DERECHOS DE PARTICIPACIÓN Y REPRESENTACIÓN.**

Los trabajadores tienen derecho a participar en la empresa en las cuestiones relacionadas con la prevención de riesgos en el trabajo.

En las empresas o centros de trabajo que cuenten con seis o más trabajadores, la participación de éstos se canalizará a través de sus representantes y de la representación especializada.

#### **DELEGADOS DE PREVENCIÓN.**

Los Delegados de Prevención son los representantes de los trabajadores con funciones específicas en materia de prevención de riesgos en el trabajo. Serán designados por y entre los representantes del personal, con arreglo a la siguiente escala:

- De 50 a 100 trabajadores: 2 Delegados de Prevención.
- De 101 a 500 trabajadores: 3 Delegados de Prevención.
- De 501 a 1000 trabajadores: 4 Delegados de Prevención.
- De 1001 a 2000 trabajadores: 5 Delegados de Prevención.
- De 2001 a 3000 trabajadores: 6 Delegados de Prevención.
- De 3001 a 4000 trabajadores: 7 Delegados de Prevención.
- De 4001 en adelante: 8 Delegados de Prevención.

En las empresas de hasta treinta trabajadores el Delegado de Prevención será el Delegado de Personal. En las empresas de treinta y uno a cuarenta y nueve trabajadores habrá un Delegado de Prevención que será elegido por y entre los Delegados de Personal.

DOC.1.MEMORIA

## **23.2. Disposiciones mínimas de seguridad y salud en los lugares de trabajo**

### **23.2.1. Introducción.**

La ley 31/1995, de 8 de noviembre de 1995, de Prevención de Riesgos Laborales es la norma legal por la que se determina el cuerpo básico de garantías y responsabilidades preciso para establecer un adecuado nivel de protección de la salud de los trabajadores frente a los *riesgos derivados de las condiciones de trabajo*.

De acuerdo con el artículo 6 de dicha ley, serán las **normas reglamentarias** las que fijarán y concretarán los aspectos más técnicos de las medidas preventivas, a través de normas mínimas que garanticen la adecuada protección de los trabajadores. Entre éstas se encuentran necesariamente las destinadas a *garantizar la seguridad y la salud en los lugares de trabajo*, de manera que de su utilización no se deriven riesgos para los trabajadores.

Por todo lo expuesto, el Real Decreto **486/1997** de 14 de Abril de 1.997 establece las **disposiciones mínimas de seguridad y de salud aplicables a los lugares de trabajo**, entendiéndose como tales las áreas del centro de trabajo, edificadas o no, en las que los trabajadores deban permanecer o a las que puedan acceder en razón de su trabajo, sin incluir las obras de construcción temporales o móviles.

### **23.2.2. Obligaciones del empresario.**

El empresario deberá adoptar las medidas necesarias para que la utilización de los lugares de trabajo no origine riesgos para la seguridad y salud de los trabajadores.

En cualquier caso, los lugares de trabajo deberán cumplir las disposiciones mínimas establecidas en el presente Real Decreto en cuanto a sus condiciones constructivas, orden, limpieza y mantenimiento, señalización, instalaciones de servicio o protección, condiciones ambientales, iluminación, servicios higiénicos y locales de descanso, y material y locales de primeros auxilios.

### **CONDICIONES CONSTRUCTIVAS.**

El diseño y las características constructivas de los lugares de trabajo deberán ofrecer seguridad frente a los riesgos de resbalones o caídas, choques o golpes contra objetos y derrumbaciones o caídas de materiales sobre los trabajadores, para ello el pavimento constituirá un conjunto homogéneo, llano y liso sin solución de continuidad, de material consistente, no resbaladizo o susceptible de serlo con el uso y de fácil limpieza, las paredes serán lisas, guarnecidas o pintadas en tonos claros y susceptibles de ser lavadas y blanqueadas y los techos deberán resguardar a los trabajadores de las inclemencias del tiempo y ser lo suficientemente consistentes.

El diseño y las características constructivas de los lugares de trabajo deberán también facilitar el control de las situaciones de emergencia, en especial en caso de incendio, y posibilitar,

#### DOC.1.MEMORIA

cuando sea necesario, la rápida y segura evacuación de los trabajadores.

Todos los elementos estructurales o de servicio (cimentación, pilares, forjados, muros y escaleras) deberán tener la solidez y resistencia necesarias para soportar las cargas o esfuerzos a que sean sometidos.

Las dimensiones de los locales de trabajo deberán permitir que los trabajadores realicen su trabajo sin riesgos para su seguridad y salud y en condiciones ergonómicas aceptables, adoptando una superficie libre superior a 2 m<sup>2</sup> por trabajador, un volumen mayor a 10 m<sup>3</sup> por trabajador y una altura mínima desde el piso al techo de 2,50 m. Las zonas de los lugares de trabajo en las que exista riesgo de caída, de caída de objetos o de contacto o exposición a elementos agresivos, deberán estar claramente señalizadas.

El suelo deberá ser fijo, estable y no resbaladizo, sin irregularidades ni pendientes peligrosas. Las aberturas, desniveles y las escaleras se protegerán mediante barandillas de 90 cm de altura.

Los trabajadores deberán poder realizar de forma segura las operaciones de apertura, cierre, ajuste o fijación de ventanas, y en cualquier situación no supondrán un riesgo para éstos.

Las vías de circulación deberán poder utilizarse conforme a su uso previsto, de forma fácil y con total seguridad. La anchura mínima de las puertas exteriores y de los pasillos será de 100 cm.

Las puertas transparentes deberán tener una señalización a la altura de la vista y deberán estar protegidas contra la rotura.

Las puertas de acceso a las escaleras no se abrirán directamente sobre sus escalones, sino sobre descansos de anchura al menos igual a la de aquellos.

Los pavimentos de las rampas y escaleras serán de materiales no resbaladizos y caso de ser perforados la abertura máxima de los intersticios será de 8 mm. La pendiente de las rampas variará entre un 8 y 12 %. La anchura mínima será de 55 cm para las escaleras de servicio y de 1 m. para las de uso general.

Caso de utilizar escaleras de mano, éstas tendrán la resistencia y los elementos de apoyo y sujeción necesarios para que su utilización en las condiciones requeridas no suponga un riesgo de caída, por rotura o desplazamiento de las mismas. En cualquier caso, no se emplearán escaleras de más de 5 m de altura, se colocarán formando un ángulo aproximado de 75º con la horizontal, sus largueros deberán prolongarse al menos 1 m sobre la zona a acceder, el ascenso, descenso y los trabajos desde escaleras se efectuarán frente a las mismas, los trabajos a más de 3,5 m de altura, desde el punto de operación al suelo, que requieran movimientos o esfuerzos peligrosos para la estabilidad del trabajador, sólo se efectuarán si se utiliza cinturón de seguridad y no serán utilizadas por dos o más personas simultáneamente.

Las vías y salidas de evacuación deberán permanecer expeditas y desembocarán en el exterior. El número, la distribución y las dimensiones de las vías deberán estar dimensionadas para poder evacuar todos los lugares de trabajo rápidamente, dotando de alumbrado de emergencia aquellas que lo requieran.

#### DOC.1.MEMORIA

La instalación eléctrica no deberá entrañar riesgos de incendio o explosión, para ello se dimensionarán todos los circuitos considerando las sobreesfuerzos previsibles y se dotará a los conductores y resto de aparataje eléctrica de un nivel de aislamiento adecuado.

Para evitar el contacto eléctrico directo se utilizará el sistema de separación por distancia o alejamiento de las partes activas hasta una zona no accesible por el trabajador, interposición de obstáculos y/o barreras (armarios para cuadros eléctricos, tapas para interruptores, etc.) y recubrimiento o aislamiento de las partes activas.

Para evitar el contacto eléctrico indirecto se utilizará el sistema de puesta a tierra de las masas (conductores de protección conectados a las carcasas de los receptores eléctricos, líneas de enlace con tierra y electrodos artificiales) y dispositivos de corte por intensidad de defecto (interruptores diferenciales de sensibilidad adecuada al tipo de local, características del terreno y constitución de los electrodos artificiales).

#### **ORDEN, LIMPIEZA Y MANTENIMIENTO. SEÑALIZACIÓN.**

Las zonas de paso, salidas y vías de circulación de los lugares de trabajo y, en especial, las salidas y vías de circulación previstas para la evacuación en casos de emergencia, deberán permanecer libres de obstáculos.

Las características de los suelos, techos y paredes serán tales que permitan dicha limpieza y mantenimiento. Se eliminarán con rapidez los desperdicios, las manchas de grasa, los residuos de sustancias peligrosas y demás productos residuales que puedan originar accidentes o contaminar el ambiente de trabajo.

Los lugares de trabajo y, en particular, sus instalaciones, deberán ser objeto de un mantenimiento periódico.

#### **CONDICIONES AMBIENTALES.**

La exposición a las condiciones ambientales de los lugares de trabajo no debe suponer un riesgo para la seguridad y la salud de los trabajadores.

En los locales de trabajo cerrados deberán cumplirse las condiciones siguientes:

- La temperatura de los locales donde se realicen trabajos sedentarios propios de oficinas o similares estará comprendida entre 17 y 27 °C. En los locales donde se realicen trabajos ligeros estará comprendida entre 14 y 25 °C.
- La humedad relativa estará comprendida entre el 30 y el 70 por 100, excepto en los locales donde existan riesgos por electricidad estática en los que el límite inferior será el 50 por 100.
- Los trabajadores no deberán estar expuestos de forma frecuente o continuada a corrientes de aire cuya velocidad exceda los siguientes límites:
  - Trabajos en ambientes no calurosos: 0,25 m/s.
  - Trabajos sedentarios en ambientes calurosos: 0,5 m/s.
  - Trabajos no sedentarios en ambientes calurosos: 0,75 m/s.
- La renovación mínima del aire de los locales de trabajo será de 30 m<sup>3</sup> de aire limpio por hora y trabajador en el caso de trabajos sedentarios en ambientes no calurosos ni contaminados por humo de tabaco y 50 m<sup>3</sup> en los casos restantes.



#### DOC.1.MEMORIA

- Se evitarán los olores desagradables.

#### **ILUMINACIÓN.**

La iluminación será natural con puertas y ventanas acristaladas, complementándose con iluminación artificial en las horas de visibilidad deficiente. Los puestos de trabajo llevarán además puntos de luz individuales, con el fin de obtener una visibilidad notable. Los niveles de iluminación mínimos establecidos (lux) son los siguientes:

- Areas o locales de uso ocasional: 50 lux
- Areas o locales de uso habitual: 100 lux
- Vías de circulación de uso ocasional: 25 lux.
- Vías de circulación de uso habitual: 50 lux.
- Zonas de trabajo con bajas exigencias visuales: 100 lux.
- Zonas de trabajo con exigencias visuales moderadas: 200 lux.
- Zonas de trabajo con exigencias visuales altas: 500 lux.
- Zonas de trabajo con exigencias visuales muy altas: 1000 lux.

La iluminación anteriormente especificada deberá poseer una uniformidad adecuada, mediante la distribución uniforme de luminarias, evitándose los deslumbramientos directos por equipos de alta luminancia.

Se instalará además el correspondiente alumbrado de emergencia y señalización con el fin de poder iluminar las vías de evacuación en caso de fallo del alumbrado general.

#### **SERVICIOS HIGIÉNICOS Y LOCALES DE DESCANSO.**

En el local se dispondrá de agua potable en cantidad suficiente y fácilmente accesible por los trabajadores.

Se dispondrán vestuarios cuando los trabajadores deban llevar ropa especial de trabajo, provistos de asientos y de armarios o taquillas individuales con llave, con una capacidad suficiente para guardar la ropa y el calzado. Si los vestuarios no fuesen necesarios, se dispondrán colgadores o armarios para colocar la ropa.

Existirán aseos con espejos, retretes con descarga automática de agua y papel higiénico y lavabos con agua corriente, caliente si es necesario, jabón y toallas individuales u otros sistema de secado con garantías higiénicas. Dispondrán además de duchas de agua corriente, caliente y fría, cuando se realicen habitualmente trabajos sucios, contaminantes o que originen elevada sudoración. Llevarán alicatados los paramentos hasta una altura de 2 m. del suelo, con baldosín cerámico esmaltado de color blanco. El solado será continuo e impermeable, formado por losas de gres rugoso antideslizante.

Si el trabajo se interrumpiera regularmente, se dispondrán espacios donde los trabajadores puedan permanecer durante esas interrupciones, diferenciándose espacios para fumadores y no fumadores.



DOC.1.MEMORIA

**MATERIAL Y LOCALES DE PRIMEROS AUXILIOS.**

El lugar de trabajo dispondrá de material para primeros auxilios en caso de accidente, que deberá ser adecuado, en cuanto a su cantidad y características, al número de trabajadores y a los riesgos a que estén expuestos.

Como mínimo se dispondrá, en lugar reservado y a la vez de fácil acceso, de un botiquín portátil, que contendrá en todo momento, agua oxigenada, alcohol de 96, tintura de yodo, mercurocromo, gasas estériles, algodón hidrófilo, bolsa de agua, torniquete, guantes esterilizados y desechables, jeringuillas, hervidor, agujas, termómetro clínico, gasas, esparadrapo, apósitos adhesivos, tijeras, pinzas, antiespasmódicos, analgésicos y vendas.

**23.3. Disposiciones mínimas de seguridad y salud para la utilización por los trabajadores de los equipos de trabajo**

**23.3.1 Introducción**

La ley 31/1995, de 8 de noviembre de 1995, de Prevención de Riesgos Laborales es la norma legal por la que se determina el cuerpo básico de garantías y responsabilidades preciso para establecer un adecuado nivel de protección de la salud de los trabajadores frente a los *riesgos derivados de las condiciones de trabajo*.

De acuerdo con el artículo 6 de dicha ley, serán las **normas reglamentarias** las que fijarán las medidas mínimas que deben adoptarse para la adecuada protección de los trabajadores. Entre éstas se encuentran las destinadas a *garantizar que de la presencia o utilización de los equipos de trabajo puestos a disposición de los trabajadores en la empresa o centro de trabajo no se deriven riesgos para la seguridad o salud de los mismos*.

Por todo lo expuesto, el Real Decreto **1215/1997** de 18 de Julio de 1.997 establece las **disposiciones mínimas de seguridad y de salud para la utilización por los trabajadores de los equipos de trabajo**, entendiéndose como tales cualquier máquina, aparato, instrumento o instalación utilizado en el trabajo.

**23.3.2 Obligación general del empresario**

El empresario adoptará las medidas necesarias para que los equipos de trabajo que se pongan a disposición de los trabajadores sean adecuados al trabajo que deba realizarse y convenientemente adaptados al mismo, de forma que garanticen la seguridad y la salud de los trabajadores al utilizar dichos equipos.

Deberá utilizar únicamente equipos que satisfagan cualquier disposición legal o reglamentaria que les sea de aplicación.

Para la elección de los equipos de trabajo el empresario deberá tener en cuenta los siguientes factores:

- Las condiciones y características específicas del trabajo a desarrollar.

#### DOC.1.MEMORIA

- Los riesgos existentes para la seguridad y salud de los trabajadores en el lugar de trabajo.
- En su caso, las adaptaciones necesarias para su utilización por trabajadores discapacitados.

Adoptará las medidas necesarias para que, mediante un mantenimiento adecuado, los equipos de trabajo se conserven durante todo el tiempo de utilización en unas condiciones adecuadas. Todas las operaciones de mantenimiento, ajuste, desbloqueo, revisión o reparación de los equipos de trabajo se realizará tras haber parado o desconectado el equipo. Estas operaciones deberán ser encomendadas al personal especialmente capacitado para ello.

El empresario deberá garantizar que los trabajadores reciban una formación e

información adecuadas a los riesgos derivados de los equipos de trabajo. La información, suministrada preferentemente por escrito, deberá contener, como mínimo, las indicaciones relativas a:

- Las condiciones y forma correcta de utilización de los equipos de trabajo, teniendo en cuenta las instrucciones del fabricante, así como las situaciones o formas de utilización anormales y peligrosas que puedan preverse.
- Las conclusiones que, en su caso, se puedan obtener de la experiencia adquirida en la utilización de los equipos de trabajo.

#### **Disposiciones mínimas generales aplicables a los equipos de trabajo**

Los órganos de accionamiento de un equipo de trabajo que tengan alguna incidencia en la seguridad deberán ser claramente visibles e identificables y no deberán acarrear riesgos como consecuencia de una manipulación involuntaria.

Cada equipo de trabajo deberá estar provisto de un órgano de accionamiento que permita su parada total en condiciones de seguridad.

Cualquier equipo de trabajo que entrañe riesgo de caída de objetos o de proyecciones deberá estar provisto de dispositivos de protección adecuados a dichos riesgos.

Cualquier equipo de trabajo que entrañe riesgo por emanación de gases, vapores o líquidos o por emisión de polvo deberá estar provisto de dispositivos adecuados de captación o extracción cerca de la fuente emisora correspondiente.

Si fuera necesario para la seguridad o la salud de los trabajadores, los equipos de trabajo y sus elementos deberán estabilizarse por fijación o por otros medios.

Cuando los elementos móviles de un equipo de trabajo puedan entrañar riesgo de accidente por contacto mecánico, deberán ir equipados con resguardos o dispositivos que impidan el acceso a las zonas peligrosas.

Las zonas y puntos de trabajo o mantenimiento de un equipo de trabajo deberán estar adecuadamente iluminadas en función de las tareas que deban realizarse.

Las partes de un equipo de trabajo que alcancen temperaturas elevadas o muy bajas deberán estar protegidas cuando corresponda contra los riesgos de contacto o la proximidad de los trabajadores.

## DOC.1.MEMORIA

Todo equipo de trabajo deberá ser adecuado para proteger a los trabajadores expuestos contra el riesgo de contacto directo o indirecto de la electricidad y los que entrañen riesgo por ruido, vibraciones o radiaciones deberá disponer de las protecciones o dispositivos adecuados para limitar, en la medida de lo posible, la generación y propagación de estos agentes físicos.

Las herramientas manuales deberán estar construidas con materiales resistentes y la unión entre sus elementos deberá ser firme, de manera que se eviten las roturas o proyecciones de los mismos.

La utilización de todos estos equipos no podrá realizarse en contradicción con las instrucciones facilitadas por el fabricante, comprobándose antes del iniciar la tarea que todas sus protecciones y condiciones de uso son las adecuadas.

Deberán tomarse las medidas necesarias para evitar el atrapamiento del cabello, ropas de trabajo u otros objetos del trabajador, evitando, en cualquier caso, someter a los equipos a sobrecargas, sobrepresiones, velocidades o tensiones excesivas.

### **Disposiciones mínimas adicionales aplicables a los equipos de trabajo móviles**

Los equipos con trabajadores transportados deberán evitar el contacto de éstos con ruedas y orugas y el aprisionamiento por las mismas. Para ello dispondrán de una estructura de protección que impida que el equipo de trabajo incline más de un cuarto de vuelta o una estructura que garantice un espacio suficiente alrededor de los trabajadores transportados cuando el equipo pueda inclinarse más de un cuarto de vuelta. No se requerirán estas estructuras de protección cuando el equipo de trabajo se encuentre estabilizado durante su empleo.

Las carretillas elevadoras deberán estar acondicionadas mediante la instalación de una cabina para el conductor, una estructura que impida que la carretilla vuelque, una estructura que garantice que, en caso de vuelco, quede espacio suficiente para el trabajador entre el suelo y determinadas partes de dicha carretilla y una estructura que mantenga al trabajador sobre el asiento de conducción en buenas condiciones.

Los equipos de trabajo automotores deberán contar con dispositivos de frenado y parada, con dispositivos para garantizar una visibilidad adecuada y con una señalización acústica de advertencia. En cualquier caso, su conducción estará reservada a los trabajadores que hayan recibido una información específica.

### **Disposiciones mínimas adicionales aplicables a los equipos de trabajo para elevación de cargas**

Deberán estar instalados firmemente, teniendo presente la carga que deban levantar y las tensiones inducidas en los puntos de suspensión o de fijación. En cualquier caso, los aparatos de izar estarán equipados con limitador del recorrido del carro y de los ganchos, los motores eléctricos estarán provistos de limitadores de altura y del peso, los ganchos de sujeción serán de acero con "pestillos de seguridad" y los carriles para desplazamiento estarán limitados a una distancia de 1 m de su término mediante topes de seguridad de final de carrera eléctricos.

Deberá figurar claramente la carga nominal.

#### DOC.1.MEMORIA

Deberán instalarse de modo que se reduzca el riesgo de que la carga caiga en picado, se suelte o se desvíe involuntariamente de forma peligrosa. En cualquier caso, se evitará la presencia de trabajadores bajo las cargas suspendidas. Caso de ir equipadas con cabinas para trabajadores deberá evitarse la caída de éstas, su aplastamiento o choque.

Los trabajos de izado, transporte y descenso de cargas suspendidas, quedarán interrumpidos bajo régimen de vientos superiores a los 60 km/h.

#### **Disposiciones mínimas adicionales aplicables a los equipos de trabajo para movimiento de tierras y maquinaria pesada en general**

Las máquinas para los movimientos de tierras estarán dotadas de faros de marcha hacia adelante y de retroceso, servofrenos, freno de mano, bocina automática de retroceso, retrovisores en ambos lados, pórtico de seguridad antivuelco y antiimpactos y un extintor.

Se prohíbe trabajar o permanecer dentro del radio de acción de la maquinaria de movimiento de tierras, para evitar los riesgos por atropello.

Durante el tiempo de parada de las máquinas se señalizará su entorno con "señales de peligro", para evitar los riesgos por fallo de frenos o por atropello durante la puesta en marcha.

Si se produjese contacto con líneas eléctricas el maquinista permanecerá inmóvil en su puesto y solicitará auxilio por medio de las bocinas. De ser posible el salto sin riesgo de contacto eléctrico, el maquinista saltará fuera de la máquina sin tocar, al unísono, la máquina y el terreno.

Antes del abandono de la cabina, el maquinista habrá dejado en reposo, en contacto con el pavimento (la cuchilla, cazo, etc.), puesto el freno de mano y parado el motor extrayendo la llave de contacto para evitar los riesgos por fallos del sistema hidráulico.

Las pasarelas y peldaños de acceso para conducción o mantenimiento permanecerán limpios de gravas, barros y aceite, para evitar los riesgos de caída.

Se prohíbe el transporte de personas sobre las máquinas para el movimiento de tierras, para evitar los riesgos de caídas o de atropellos.

Se instalarán topes de seguridad de fin de recorrido, ante la coronación de los cortes (taludes o terraplenes) a los que debe aproximarse la maquinaria empleada en el movimiento de tierras, para evitar los riesgos por caída de la máquina.

Se señalizarán los caminos de circulación interna mediante cuerda de banderolas y señales normalizadas de tráfico.

Se prohíbe el acopio de tierras a menos de 2 m. del borde de la excavación (como norma general).

No se debe fumar cuando se abastezca de combustible la máquina, pues podría inflamarse. Al realizar dicha tarea el motor deberá permanecer parado.

Se prohíbe realizar trabajos en un radio de 10 m entorno a las máquinas de hinca, en prevención de golpes y atropellos.

## DOC.1.MEMORIA

Las cintas transportadoras estarán dotadas de pasillo lateral de visita de 60 cm de anchura y barandillas de protección de éste de 90 cm de altura. Estarán dotadas de encauzadores antidesprendimientos de objetos por rebose de materiales. Bajo las cintas, en todo su recorrido, se instalarán bandejas de recogida de objetos desprendidos.

Los compresores serán de los llamados “silenciosos” en la intención de disminuir el nivel de ruido. La zona dedicada para la ubicación del compresor quedará acordonada en un radio de 4 m. Las mangueras estarán en perfectas condiciones de uso, es decir, sin grietas ni desgastes que puedan producir un reventón.

Cada tajo con martillos neumáticos, estará trabajado por dos cuadrillas que se turnarán cada hora, en prevención de lesiones por permanencia continuada recibiendo vibraciones. Los pisones mecánicos se guiarán avanzando frontalmente, evitando los desplazamientos laterales. Para realizar estas tareas se utilizará faja elástica de protección de cintura, muñequeras bien ajustadas, botas de seguridad, cascos antirruído y una mascarilla con filtro mecánico recambiable.

### **Disposiciones mínimas adicionales aplicables a la maquinaria herramienta**

Las máquinas-herramienta estarán protegidas eléctricamente mediante doble aislamiento y sus motores eléctricos estarán protegidos por la carcasa.

Las que tengan capacidad de corte tendrán el disco protegido mediante una carcasa antiproyecciones.

Las que se utilicen en ambientes inflamables o explosivos estarán protegidas mediante carcasas antideflagrantes. Se prohíbe la utilización de máquinas accionadas mediante combustibles líquidos en lugares cerrados o de ventilación insuficiente.

Se prohíbe trabajar sobre lugares encharcados, para evitar los riesgos de caídas y los eléctricos.

Para todas las tareas se dispondrá una iluminación adecuada, en torno a 100 lux.

En prevención de los riesgos por inhalación de polvo, se utilizarán en vía húmeda las herramientas que lo produzcan.

Las mesas de sierra circular, cortadoras de material cerámico y sierras de disco manual no se ubicarán a distancias inferiores a tres metros del borde de los forjados, con la excepción de los que estén claramente protegidos (redes o barandillas, petos de remate, etc). Bajo ningún concepto se retirará la protección del disco de corte, utilizándose en todo momento gafas de seguridad antiproyección de partículas. Como normal general, se deberán extraer los clavos o partes metálicas hincadas en el elemento a cortar.

Con las pistolas fija-clavos no se realizarán disparos inclinados, se deberá verificar que no hay nadie al otro lado del objeto sobre el que se dispara, se evitará clavar sobre fábricas de ladrillo hueco y se asegurará el equilibrio de la persona antes de efectuar el disparo.

Para la utilización de los taladros portátiles y rozadoras eléctricas se elegirán siempre las brocas y discos adecuados al material a taladrar, se evitará realizar taladros en una sola maniobra y taladros o rozaduras inclinadas a pulso y se tratará no recalentar las brocas y discos.

## DOC.1.MEMORIA

Las pulidoras y abrillantadoras de suelos, lijadoras de madera y alisadoras mecánicas tendrán el manillar de manejo y control revestido de material aislante y estarán dotadas de aro de protección antiatrapamientos o abrasiones.

En las tareas de soldadura por arco eléctrico se utilizará yelmo del soldar o pantalla de mano, no se mirará directamente al arco voltaico, no se tocarán las piezas recientemente soldadas, se soldará en un lugar ventilado, se verificará la inexistencia de personas en el entorno vertical de puesto de trabajo, no se dejará directamente la pinza en el suelo o sobre la perfilería, se escogerá el electrodo adecuada para el cordón a ejecutar y se suspenderán los trabajos de soldadura con vientos superiores a 60 km/h y a la intemperie con régimen de lluvias.

En la soldadura oxiacetilénica (oxicorte) no se mezclarán botellas de gases distintos, éstas se transportarán sobre bateas enjauladas en posición vertical y atadas, no se ubicarán al sol ni en posición inclinada y los mecheros estarán dotados de válvulas antirretroceso de la llama. Si se desprenden pinturas se trabajará con mascarilla protectora y se hará al aire libre o en un local ventilado.

### **23.4 Disposiciones mínimas de seguridad y salud en obras de construcción**

#### **23.4.1 Introducción**

La ley 31/1995, de 8 de noviembre de 1995, de Prevención de Riesgos Laborales es la norma legal por la que se determina el cuerpo básico de garantías y responsabilidades preciso para establecer un adecuado nivel de protección de la salud de los trabajadores frente a los *riesgos derivados de las condiciones de trabajo*.

De acuerdo con el artículo 6 de dicha ley, serán las **normas reglamentarias** las que fijarán las medidas mínimas que deben adoptarse para la adecuada protección de los trabajadores. Entre éstas se encuentran necesariamente las destinadas a *garantizar la seguridad y la salud en las obras de construcción*.

Por todo lo expuesto, el Real Decreto **1627/1997** de 24 de Octubre de 1.997 establece las **disposiciones mínimas de seguridad y salud en las obras de construcción**, entendiéndose como tales cualquier obra, pública o privada, en la que se efectúen trabajos de construcción o ingeniería civil.

La obra en proyecto referente a la *Ejecución de una Edificación de uso Industrial o Comercial* se encuentra incluida en el **Anexo I** de dicha legislación, con la clasificación **a) Excavación, b) Movimiento de tierras, c) Construcción, d) Montaje y desmontaje de elementos prefabricados, e) Acondicionamiento o instalación, l) Trabajos de pintura y de limpieza y m) Saneamiento**.

Al tratarse de una obra con las siguientes condiciones:

- a) El presupuesto de ejecución por contrata incluido en el proyecto es inferior a 75 millones de pesetas.
- b) La duración estimada es inferior a 30 días laborables, no utilizándose en ningún momento a más de 20 trabajadores simultáneamente.

DOC.1.MEMORIA

- c) El volumen de mano de obra estimada, entendiendo por tal la suma de los días de trabajo del total de los trabajadores en la obra, es inferior a 500.

Por todo lo indicado, el promotor estará obligado a que en la fase de redacción del proyecto se elabore un **estudio básico de seguridad y salud**. Caso de superarse alguna de las condiciones citadas anteriormente deberá realizarse un estudio completo de seguridad y salud.

### 23.4.2 Estudio básico de seguridad y salud

#### Riesgos más frecuentes en las obras de construcción

Los Oficios más comunes en las obras de construcción son los siguientes:

- Movimiento de tierras. Excavación de pozos y zanjas.
- Relleno de tierras.
- Encofrados.
- Trabajos con ferralla, manipulación y puesta en obra.
- Trabajos de manipulación del hormigón.
- Montaje de estructura metálica
- Montaje de prefabricados.
- Albañilería.
- Cubiertas.
- Alicatados.
- Enfoscados y enlucidos.
- Solados con mármoles, terrazos, plaquetas y asimilables.
- Carpintería de madera, metálica y cerrajería.
- Montaje de vidrio.
- Pintura y barnizados.
- Instalación eléctrica definitiva y provisional de obra.
- Instalación de fontanería, aparatos sanitarios, calefacción y aire acondicionado.
- Instalación de antenas y pararrayos.

Los *riesgos más frecuentes* durante estos oficios son los descritos a continuación:

- Deslizamientos, desprendimientos de tierras por diferentes motivos (no emplear el talud adecuado, por variación de la humedad del terreno, etc).
- Riesgos derivados del manejo de máquinas-herramienta y maquinaria pesada en general.
- Atropellos, colisiones, vuelcos y falsas maniobras de la maquinaria para movimiento de tierras.
- Caídas al mismo o distinto nivel de personas, materiales y útiles.
- Los derivados de los trabajos pulverulentos.
- Contactos con el hormigón (dermatitis por cementos, etc).
- Caída de los encofrados al vacío, caída de personal al caminar o trabajar sobre los fondillos de las vigas, pisadas sobre objetos punzantes, etc.
- Desprendimientos por mal apilado de la madera, planchas metálicas, etc.
- Cortes y heridas en manos y pies, aplastamientos, tropiezos y torceduras al caminar sobre las armaduras.



#### DOC.1.MEMORIA

- Hundimientos, rotura o reventón de encofrados, fallos de entibaciones.
- Contactos con la energía eléctrica (directos e indirectos), electrocuciones, quemaduras, etc.
- Los derivados de la rotura fortuita de las planchas de vidrio.
- Cuerpos extraños en los ojos, etc.
- Agresión por ruido y vibraciones en todo el cuerpo.
- Microclima laboral (frío-calor), agresión por radiación ultravioleta, infrarroja.
- Agresión mecánica por proyección de partículas.
- Golpes.
- Cortes por objetos y/o herramientas.
- Incendio y explosiones.
- Riesgo por sobreesfuerzos musculares y malos gestos.
- Carga de trabajo física.
- Deficiente iluminación.
- Efecto psico-fisiológico de horarios y turno.

#### **Medidas preventivas de carácter general**

Se establecerán a lo largo de la obra letreros divulgativos y señalización de los riesgos (vuelo, atropello, colisión, caída en altura, corriente eléctrica, peligro de incendio, materiales inflamables, prohibido fumar, etc), así como las medidas preventivas previstas (uso obligatorio del casco, uso obligatorio de las botas de seguridad, uso obligatorio de guantes, uso obligatorio de cinturón de seguridad, etc).

Se habilitarán zonas o estancias para el acopio de material y útiles (ferralla, perfilería metálica, piezas prefabricadas, carpintería metálica y de madera, vidrio, pinturas, barnices y disolventes, material eléctrico, aparatos sanitarios, tuberías, aparatos de calefacción y climatización, etc).

Se procurará que los trabajos se realicen en superficies secas y limpias, utilizando los elementos de protección personal, fundamentalmente calzado antideslizante reforzado para protección de golpes en los pies, casco de protección para la cabeza y cinturón de seguridad.

El transporte aéreo de materiales y útiles se hará suspendiéndolos desde dos puntos mediante eslingas, y se guiarán por tres operarios, dos de ellos guiarán la carga y el tercero ordenará las maniobras.

El transporte de elementos pesados (sacos de aglomerante, ladrillos, arenas, etc) se hará sobre carretilla de mano y así evitar sobreesfuerzos.

Los andamios sobre borriquetas, para trabajos en altura, tendrán siempre plataformas de trabajo de anchura no inferior a 60 cm (3 tablones trabados entre sí), prohibiéndose la formación de andamios mediante bidones, cajas de materiales, bañeras, etc.

Se tenderán cables de seguridad amarrados a elementos estructurales sólidos en los que enganchar el mosquetón del cinturón de seguridad de los operarios encargados de realizar trabajos en altura.

#### DOC.1.MEMORIA

La distribución de máquinas, equipos y materiales en los locales de trabajo será la adecuada, delimitando las zonas de operación y paso, los espacios destinados a puestos de trabajo, las separaciones entre máquinas y equipos, etc.

El área de trabajo estará al alcance normal de la mano, sin necesidad de ejecutar movimientos forzados.

Se vigilarán los esfuerzos de torsión o de flexión del tronco, sobre todo si el cuerpo están en posición inestable.

Se evitarán las distancias demasiado grandes de elevación, descenso o transporte, así como un ritmo demasiado alto de trabajo.

Se tratará que la carga y su volumen permitan asirla con facilidad.

Se recomienda evitar los barrizales, en prevención de accidentes.

Se debe seleccionar la herramienta correcta para el trabajo a realizar, manteniéndola en buen estado y uso correcto de ésta. Después de realizar las tareas, se guardarán en lugar seguro.

La iluminación para desarrollar los oficios convenientemente oscilará en torno a los 100 lux.

Es conveniente que los vestidos estén configurados en varias capas al comprender entre ellas cantidades de aire que mejoran el aislamiento al frío. Empleo de guantes, botas y orejeras. Se resguardará al trabajador de vientos mediante apantallamientos y se evitará que la ropa de trabajo se empape de líquidos evaporables.

Si el trabajador sufriese estrés térmico se deben modificar las condiciones de trabajo, con el fin de disminuir su esfuerzo físico, mejorar la circulación de aire, apantallar el calor por radiación, dotar al trabajador de vestimenta adecuada (sombbrero, gafas de sol, cremas y lociones solares), vigilar que la ingesta de agua tenga cantidades moderadas de sal y establecer descansos de recuperación si las soluciones anteriores no son suficientes.

El aporte alimentario calórico debe ser suficiente para compensar el gasto derivado de la actividad y de las contracciones musculares.

Para evitar el contacto eléctrico directo se utilizará el sistema de separación por distancia o alejamiento de las partes activas hasta una zona no accesible por el trabajador, interposición de obstáculos y/o barreras (armarios para cuadros eléctricos, tapas para interruptores, etc.) y recubrimiento o aislamiento de las partes activas.

Para evitar el contacto eléctrico indirecto se utilizará el sistema de puesta a tierra de las masas (conductores de protección, líneas de enlace con tierra y electrodos artificiales) y dispositivos de corte por intensidad de defecto (interruptores diferenciales de sensibilidad adecuada a las condiciones de humedad y resistencia de tierra de la instalación provisional).

Las vías y salidas de emergencia deberán permanecer expeditas y desembocar lo más directamente posible en una zona de seguridad.

El número, la distribución y las dimensiones de las vías y salidas de emergencia dependerán

#### DOC.1.MEMORIA

del uso, de los equipos y de las dimensiones de la obra y de los locales, así como el número máximo de personas que puedan estar presentes en ellos.

En caso de avería del sistema de alumbrado, las vías y salidas de emergencia que requieran iluminación deberán estar equipadas con iluminación de seguridad de suficiente intensidad.

Será responsabilidad del empresario garantizar que los primeros auxilios puedan prestarse en todo momento por personal con la suficiente formación para ello.

### **Medidas preventivas de carácter particular para cada oficio**

#### Movimiento de tierras. Excavación de pozos y zanjas

Antes del inicio de los trabajos, se inspeccionará el tajo con el fin de detectar posibles grietas o movimientos del terreno.

Se prohibirá el acopio de tierras o de materiales a menos de dos metros del borde de la excavación, para evitar sobrecargas y posibles vuelcos del terreno, señalizándose además mediante una línea esta distancia de seguridad.

Se eliminarán todos los bolos o viseras de los frentes de la excavación que por su situación ofrezcan el riesgo de desprendimiento.

La maquinaria estará dotada de peldaños y asidero para subir o bajar de la cabina de control. No se utilizará como apoyo para subir a la cabina las llantas, cubiertas, cadenas y guardabarros.

Los desplazamientos por el interior de la obra se realizarán por caminos señalizados.

Se utilizarán redes tensas o mallazo electrosoldado situadas sobre los taludes, con un solape mínimo de 2 m.

La circulación de los vehículos se realizará a un máximo de aproximación al borde de la excavación no superior a los 3 m. para vehículos ligeros y de 4 m para pesados.

Se conservarán los caminos de circulación interna cubriendo baches, eliminando blandones y compactando mediante zahorras.

El acceso y salida de los pozos y zanjas se efectuará mediante una escalera sólida, anclada en la parte superior del pozo, que estará provista de zapatas antideslizantes.

Cuando la profundidad del pozo sea igual o superior a 1,5 m, se entibará (o encamisará) el perímetro en prevención de derrumbamientos.

Se efectuará el achique inmediato de las aguas que afloran (o caen) en el interior de las zanjas, para evitar que se altere la estabilidad de los taludes.

## DOC.1.MEMORIA

En presencia de líneas eléctricas en servicio se tendrán en cuenta las siguientes condiciones:

Se procederá a solicitar de la compañía propietaria de la línea eléctrica el corte de fluido y puesta a tierra de los cables, antes de realizar los trabajos.

La línea eléctrica que afecta a la obra será desviada de su actual trazado al límite marcado en los planos.

La distancia de seguridad con respecto a las líneas eléctricas que cruzan la obra, queda fijada en 5 m, en zonas accesibles durante la construcción.

Se prohíbe la utilización de cualquier calzado que no sea aislante de la electricidad en proximidad con la línea eléctrica.

### Relleno de tierras

Se prohíbe el transporte de personal fuera de la cabina de conducción y/o en número superior a los asientos existentes en el interior.

Se regarán periódicamente los tajos, las cargas y cajas de camión, para evitar las polvaredas. Especialmente si se debe conducir por vías públicas, calles y carreteras.

Se instalará, en el borde de los terraplenes de vertido, sólidos topes de limitación de recorrido para el vertido en retroceso.

Se prohíbe la permanencia de personas en un radio no inferior a los 5 m. en torno a las compactadoras y apisonadoras en funcionamiento.

Los vehículos de compactación y apisonado, irán provistos de cabina de seguridad de protección en caso de vuelco.

### Encofrados

Se prohíbe la permanencia de operarios en las zonas de batido de cargas durante las operaciones de izado de tablonas, sopandas, puntales y ferralla; igualmente se procederá durante la elevación de viguetas, nervios, armaduras, pilares, bovedillas, etc.

El ascenso y descenso del personal a los encofrados, se efectuará a través de escaleras de mano reglamentarias.

Se instalarán barandillas reglamentarias en los frentes de losas horizontales, para impedir la caída al vacío de las personas.

Los clavos o puntas existentes en la madera usada, se extraerán o remacharán, según casos.

## DOC.1.MEMORIA

Queda prohibido encofrar sin antes haber cubierto el riesgo de caída desde altura mediante la ubicación de redes de protección.

### Trabajos con ferralla, manipulación y puesta en obra

Los paquetes de redondos se almacenarán en posición horizontal sobre durmientes de madera capa a capa, evitándose las alturas de las pilas superiores al 1'50 m.

Se efectuará un barrido diario de puntas, alambres y recortes de ferralla en torno al banco (o bancos, borriquetas, etc.) de trabajo.

Queda prohibido el transporte aéreo de armaduras de pilares en posición vertical.

Se prohíbe trepar por las armaduras en cualquier caso.

Se prohíbe el montaje de zunchos perimetrales, sin antes estar correctamente instaladas las redes de protección.

Se evitará, en lo posible, caminar por los fondillos de los encofrados de jácenas o vigas.

### Trabajos de manipulación del hormigón

Se instalarán fuertes topes final de recorrido de los camiones hormigonera, en evitación de vuelcos.

Se prohíbe acercar las ruedas de los camiones hormigoneras a menos de 2 m. del borde de la excavación.

Se prohíbe cargar el cubo por encima de la carga máxima admisible de la grúa que lo sustenta.

Se procurará no golpear con el cubo los encofrados, ni las entibaciones.

La tubería de la bomba de hormigonado, se apoyará sobre caballetes, arriestrándose las partes susceptibles de movimiento.

Para vibrar el hormigón desde posiciones sobre la cimentación que se hormigona, se establecerán plataformas de trabajo móviles formadas por un mínimo de tres tablonas, que se dispondrán perpendicularmente al eje de la zanja o zapata.

El hormigonado y vibrado del hormigón de pilares, se realizará desde "castilletes de hormigonado"

En el momento en el que el forjado lo permita, se izará en torno a los huecos el peto definitivo de fábrica, en prevención de caídas al vacío.

## DOC.1.MEMORIA

Se prohíbe transitar pisando directamente sobre las bovedillas (cerámicas o de hormigón), en prevención de caídas a distinto nivel.

### Montaje de estructura mecánica

Los perfiles se apilarán ordenadamente sobre durmientes de madera de soporte de cargas, estableciendo capas hasta una altura no superior al 1'50 m.

Una vez montada la "primera altura" de pilares, se tenderán bajo ésta redes horizontales de seguridad.

Se prohíbe elevar una nueva altura, sin que en la inmediata inferior se hayan concluido los cordones de soldadura.

Las operaciones de soldadura en altura, se realizarán desde el interior de una guindola de soldador, provista de una barandilla perimetral de 1 m. de altura formada por pasamanos, barra intermedia y rodapié. El soldador, además, amarrará el mosquetón del cinturón a un cable de seguridad, o a argollas soldadas a tal efecto en la perfilera.

Se prohíbe la permanencia de operarios dentro del radio de acción de cargas suspendidas.

Se prohíbe la permanencia de operarios directamente bajo tajos de soldadura.

Se prohíbe trepar directamente por la estructura y desplazarse sobre las alas de una viga sin atar el cinturón de seguridad.

El ascenso o descenso a/o de un nivel superior, se realizará mediante una escalera de mano provista de zapatas antideslizantes y ganchos de cuelgue e inmovilidad dispuestos de tal forma que sobrepase la escalera 1 m. la altura de desembarco.

El riesgo de caída al vacío por fachadas se cubrirá mediante la utilización de redes de horca (o de bandeja).

### Montaje de prefabricados

El riesgo de caída desde altura, se evitará realizando los trabajos de recepción e instalación del prefabricado desde el interior de una plataforma de trabajo rodeada de barandillas de 90 cm., de altura, formadas por pasamanos, listón intermedio y rodapié de 15 cm., sobre andamios (metálicos, tubulares de borriquetas).

Se prohíbe trabajar o permanecer en lugares de tránsito de piezas suspendidas en prevención del riesgo de desplome.

Los prefabricados se acopiarán en posición horizontal sobre durmientes dispuestos por capas de tal forma que no dañen los elementos de enganche para su izado.

## DOC.1.MEMORIA

Se paralizará la labor de instalación de los prefabricados bajo régimen de vientos superiores a 60 Km/h.

### Albañilería

Los grandes huecos (patios) se cubrirán con una red horizontal instalada alternativamente cada dos plantas, para la prevención de caídas.

Se prohíbe concentrar las cargas de ladrillos sobre vanos. El acopio de palets, se realizará próximo a cada pilar, para evitar las sobrecargas de la estructura en los lugares de menor resistencia.

Los escombros y cascotes se evacuarán diariamente mediante trompas de vertido montadas al efecto, para evitar el riesgo de pisadas sobre materiales.

Las rampas de las escaleras estarán protegidas en su entorno por una barandilla sólida de 90 cm. de altura, formada por pasamanos, listón intermedio y rodapié de 15 cm.

### Cubiertas

El riesgo de caída al vacío, se controlará instalando redes de horca alrededor del edificio. No se permiten caídas sobre red superiores a los 6 m. de altura.

Se paralizarán los trabajos sobre las cubiertas bajo régimen de vientos superiores a 60 km/h, lluvia, helada y nieve.

### Alicatados

El corte de las plaquetas y demás piezas cerámicas, se ejecutará en vía húmeda, para evitar la formación de polvo ambiental durante el trabajo.

El corte de las plaquetas y demás piezas cerámicas se ejecutará en locales abiertos o a la intemperie, para evitar respirar aire con gran cantidad de polvo.

### Enfoscados y enlucidos

Las "miras", reglas, tablones, etc., se cargarán a hombro en su caso, de tal forma que al caminar, el extremo que va por delante, se encuentre por encima de la altura del casco de quién lo transporta, para evitar los golpes a otros operarios, los tropezones entre obstáculos, etc.

Se acordonará la zona en la que pueda caer piedra durante las operaciones de proyección de "garbancillo" sobre morteros, mediante cinta de banderolas y letreros de prohibido el paso.

### Solados con mármoles, terrazos, plaquetas y asimilables

El corte de piezas de pavimento se ejecutará en vía húmeda, en evitación de lesiones por trabajar en atmósferas pulverulentas.

## DOC.1.MEMORIA

Las piezas del pavimento se izarán a las plantas sobre plataformas emplintadas, correctamente apiladas dentro de las cajas de suministro, que no se romperán hasta la hora de utilizar su contenido.

Los lodos producto de los pulidos, serán orillados siempre hacia zonas no de paso y eliminados inmediatamente de la planta.

### Carpintería de madera, metálica y cerrajería

Los recortes de madera y metálicos, objetos punzantes, cascotes y serrín producidos durante los ajustes se recogerán y se eliminarán mediante las tolvas de vertido, o mediante bateas o plataformas emplintadas amarradas del gancho de la grúa.

Los cercos serán recibidos por un mínimo de una cuadrilla, en evitación de golpes, caídas y vuelcos.

Los listones horizontales inferiores contra deformaciones, se instalarán a una altura en torno a los 60 cm. Se ejecutarán en madera blanca, preferentemente, para hacerlos más visibles y evitar los accidentes por tropiezos.

El "cuelgue" de hojas de puertas o de ventanas, se efectuará por un mínimo de dos operarios, para evitar accidentes por desequilibrio, vuelco, golpes y caídas.

### Montaje de vidrio

Se prohíbe permanecer o trabajar en la vertical de un tajo de instalación de vidrio.

Los tajos se mantendrán libres de fragmentos de vidrio, para evitar el riesgo de cortes.

La manipulación de las planchas de vidrio, se ejecutará con la ayuda de ventosas de seguridad.

Los vidrios ya instalados, se pintarán de inmediato a base de pintura a la cal, para significar su existencia.

### Pintura y barnizados

Se prohíbe almacenar pinturas susceptibles de emanar vapores inflamables con los recipientes mal o incompletamente cerrados, para evitar accidentes por generación de atmósferas tóxicas o explosivas.

Se prohíbe realizar trabajos de soldadura y oxicorte en lugares próximos a los tajos en los que se empleen pinturas inflamables, para evitar el riesgo de explosión o de incendio.

Se tenderán redes horizontales sujetas a puntos firmes de la estructura, para evitar el riesgo de caída desde alturas.



## DOC.1.MEMORIA

Se prohíbe la conexión de aparatos de carga accionados eléctricamente (puentes grúa por ejemplo) durante las operaciones de pintura de carriles, soportes, topes, barandillas, etc., en prevención de atrapamientos o caídas desde altura.

Se prohíbe realizar "pruebas de funcionamiento" en las instalaciones, tuberías de presión, equipos motobombas, calderas, conductos, etc. durante los trabajos de pintura de señalización o de protección de conductos.

### Instalación eléctrica provisional de obra

El montaje de aparatos eléctricos será ejecutado por personal especialista, en prevención de los riesgos por montajes incorrectos.

El calibre o sección del cableado será siempre el adecuado para la carga eléctrica que ha de soportar.

Los hilos tendrán la funda protectora aislante sin defectos apreciables (rasgones, repelones y asimilables). No se admitirán tramos defectuosos.

La distribución general desde el cuadro general de obra a los cuadros secundarios o de planta, se efectuará mediante manguera eléctrica antihumedad.

El tendido de los cables y mangueras, se efectuará a una altura mínima de 2 m. en los lugares peatonales y de 5 m. en los de vehículos, medidos sobre el nivel del pavimento.

Los empalmes provisionales entre mangueras, se ejecutarán mediante conexiones normalizadas estancas antihumedad.

Las mangueras de "alargadera" por ser provisionales y de corta estancia pueden llevarse tendidas por el suelo, pero arrimadas a los paramentos verticales.

Los interruptores se instalarán en el interior de cajas normalizadas, provistas de puerta de entrada con cerradura de seguridad.

Los cuadros eléctricos metálicos tendrán la carcasa conectada a tierra.

Los cuadros eléctricos se colgarán pendientes de tableros de madera recibidos a los paramentos verticales o bien a "pies derechos" firmes.

Las maniobras a ejecutar en el cuadro eléctrico general se efectuarán subidas a una banqueta de maniobra o alfombrilla aislante.

Los cuadros eléctricos poseerán tomas de corriente para conexiones normalizadas blindadas para intemperie.

La tensión siempre estará en la clavija "hembra", nunca en la "macho", para evitar los contactos eléctricos directos.

## DOC.1.MEMORIA

Los interruptores diferenciales se instalarán de acuerdo con las siguientes sensibilidades:

- 300 mA. Alimentación a la maquinaria.
- 30 mA. Alimentación a la maquinaria como mejora del nivel de seguridad.
- 30 mA. Para las instalaciones eléctricas de alumbrado.

Las partes metálicas de todo equipo eléctrico dispondrán de toma de tierra.

El neutro de la instalación estará puesto a tierra.

La toma de tierra se efectuará a través de la pica o placa de cada cuadro general.

El hilo de toma de tierra, siempre estará protegido con macarrón en colores amarillo y verde. Se prohíbe expresamente utilizarlo para otros usos.

La iluminación mediante portátiles cumplirá la siguiente norma:

- Portalámparas estanco de seguridad con mango aislante, rejilla protectora de la bombilla dotada de gancho de cuelgue a la pared, manguera antihumedad, clavija de conexión normalizada estanca de seguridad, alimentados a 24 V.
- La iluminación de los tajos se situará a una altura en torno a los 2 m., medidos desde la superficie de apoyo de los operarios en el puesto de trabajo.
- La iluminación de los tajos, siempre que sea posible, se efectuará cruzada con el fin de disminuir sombras.
- Las zonas de paso de la obra, estarán permanentemente iluminadas evitando rincones oscuros.

No se permitirá las conexiones a tierra a través de conducciones de agua.

No se permitirá el tránsito de carretillas y personas sobre mangueras eléctricas, pueden pelarse y producir accidentes.

No se permitirá el tránsito bajo líneas eléctricas de las compañías con elementos longitudinales transportados a hombro (pértigas, reglas, escaleras de mano y asimilables). La

Inclinación de la pieza puede llegar a producir el contacto eléctrico.

### Instalación de fontanería, aparatos sanitarios, calefacción y aire acondicionado

El transporte de tramos de tubería a hombro por un solo hombre, se realizará inclinando la carga hacia atrás, de tal forma que el extremo que va por delante supere la altura de un hombre, en evitación de golpes y tropiezos con otros operarios en lugares poco iluminados o iluminados a contra luz.

Se prohíbe el uso de mecheros y sopletes junto a materiales inflamables.

Se prohíbe soldar con plomo, en lugares cerrados, para evitar trabajos en atmósferas tóxicas.

DOC.1.MEMORIA

Instalación de antenas y pararrayos

Bajo condiciones meteorológicas extremas, lluvia, nieve, hielo o fuerte viento, se suspenderán los trabajos.

Se prohíbe expresamente instalar pararrayos y antenas a la vista de nubes de tormenta próximas.

Las antenas y pararrayos se instalarán con ayuda de la plataforma horizontal, apoyada sobre las cuñas en pendiente de encaje en la cubierta, rodeada de barandilla sólida de 90 cm. de altura, formada por pasamanos, barra intermedia y rodapié, dispuesta según detalle de planos.

Las escaleras de mano, pese a que se utilicen de forma "momentánea", se anclarán firmemente al apoyo superior, y estarán dotados de zapatas antideslizantes, y sobrepasarán en 1 m la altura a salvar.

Las líneas eléctricas próximas al tajo, se dejarán sin servicio durante la duración de los trabajos.

**23.4.3 Disposiciones específicas de seguridad y salud durante la ejecución de las obras**

Cuando en la ejecución de la obra intervenga más de una empresa, o una empresa y trabajadores autónomos o diversos trabajadores autónomos, el promotor designará un *coordinador en materia de seguridad y salud durante la ejecución de la obra*, que será un técnico competente integrado en la dirección facultativa.

Cuando no sea necesaria la designación de coordinador, las funciones de éste serán asumidas por la dirección facultativa.

En aplicación del estudio básico de seguridad y salud, cada contratista elaborará un *plan de seguridad y salud en el trabajo* en el que se analicen, estudien, desarrollen y complementen las previsiones contenidas en el estudio desarrollado en el proyecto, en función de su propio sistema de ejecución de la obra.

Antes del comienzo de los trabajos, el promotor deberá efectuar un *aviso* a la autoridad laboral competente.

## **23.5 Disposiciones mínimas de seguridad y salud relativas a la utilización por los trabajadores de equipos de protección individual**

### **23.5.1 Introducción**

La ley 31/1995, de 8 de noviembre, de Prevención de Riesgos Laborales, determina el cuerpo básico de garantías y responsabilidades preciso para establecer un adecuado nivel de protección de la salud de los trabajadores frente a los riesgos derivados de las condiciones de trabajo.

Así son las **normas de desarrollo reglamentario** las que deben fijar las medidas mínimas que deben adoptarse para la adecuada protección de los trabajadores. Entre ellas se encuentran las destinadas a garantizar *la utilización por los trabajadores en el trabajo de equipos de protección individual* que los protejan adecuadamente de aquellos riesgos para su salud o su seguridad que *no puedan evitarse o limitarse* suficientemente mediante la utilización de medios de protección colectiva o la adopción de medidas de organización en el trabajo.

### **23.5.2 Obligaciones generales del empresario**

Hará obligatorio el uso de los equipos de protección individual que a continuación se desarrollan.

#### **Protectores de la cabeza**

- Cascos de seguridad, no metálicos, clase N, aislados para baja tensión, con el fin de proteger a los trabajadores de los posibles choques, impactos y contactos eléctricos.
- Protectores auditivos acoplables a los cascos de protección.
- Gafas de montura universal contra impactos y antipolvo.
- Mascarilla antipolvo con filtros protectores.
- Pantalla de protección para soldadura autógena y eléctrica.

#### **Protectores de manos y brazos**

- Guantes contra las agresiones mecánicas (perforaciones, cortes, vibraciones).
- Guantes de goma finos, para operarios que trabajen con hormigón.
- Guantes dieléctricos para B.T.
- Guantes de soldador.
- Muñequeras.
- Mango aislante de protección en las herramientas.

DOC.1.MEMORIA

**Protectores de pies y piernas**

- Calzado provisto de suela y puntera de seguridad contra las agresiones mecánicas.
- Botas dieléctricas para B.T.
- Botas de protección impermeable.
- Polainas de soldador.
- Rodilleras.

**Protectores del cuerpo**

- Crema de protección y pomadas.
- Chalecos, chaquetas y mandiles de cuero para protección de las agresiones mecánicas.
- Traje impermeable de trabajo.
- Cinturón de seguridad, de sujeción y caída, clase A.
- Fajas y cinturones antivibraciones.
- Pértiga de B.T.
- Banqueta aislante clase I para maniobra de B.T.
- Linterna individual de situación.
- Comprobador de tensión.