

## ÍNDICE

<b>DOCUMENTO 1: MEMORIA DESCRIPTIVA .....</b>	<b>6</b>
<b>1. ANTECEDENTES. ....</b>	<b>6</b>
<b>2. SITUACIÓN GEOGRAFICA.....</b>	<b>6</b>
<b>3. OBJETO DEL PROYECTO.....</b>	<b>6</b>
<b>4. PETICIONARIO.....</b>	<b>6</b>
<b>5. DESCRIPCIÓN DEL EDIFICIO.....</b>	<b>6</b>
<b>5.1 DISTRIBUCIÓN Y ZONAS.....</b>	<b>6</b>
<b>5.2 SUPERFICIES CONSTRUIDAS.....</b>	<b>10</b>
<b>6. DESCRIPCIÓN INSTALACIÓN ELÉCTRICA.....</b>	<b>12</b>
<b>6.1 DESCRIPCIÓN GENERAL. ....</b>	<b>12</b>
6.1.1 Objeto. ....	12
6.1.2 Normativa. ....	12
6.1.3 Clasificación del edificio. ....	13
<b>6.2 PREVISIÓN DE POTENCIA. ....</b>	<b>13</b>
<b>6.3 DESCRIPCIÓN INSTALACIÓN.....</b>	<b>16</b>
6.3.1 Acometida.....	16
6.3.2 Instalación de enlace.....	17
6.3.3 Instalaciones interiores. ....	20
6.3.4 Prescripciones particulares para locales de reunión.....	27
6.3.5 Protección contra sobreintensidades. ....	32
6.3.6 Protección contra sobretensiones. ....	33
6.3.7 Protección contra contactos directos e indirectos. ....	35
6.3.8 Puestas a tierra. ....	36
6.3.9 Receptores de alumbrado.....	40
6.3.10 Receptores a motor. ....	41
<b>7. DESCRIPCIÓN INSTALACIÓN ILUMINACIÓN.....</b>	<b>42</b>
<b>7.1 DESCRIPCIÓN GENERAL. ....</b>	<b>42</b>
7.1.1 Objeto. ....	42
7.1.2 Normativa. ....	42
7.1.3 Iluminación interior. ....	42
7.1.4 Iluminación de emergencia. ....	45

<b>8. DESCRIPCIÓN INSTALACIÓN A.C.S. ....</b>	<b>46</b>
<b>8.1 DESCRIPCIÓN GENERAL. ....</b>	<b>46</b>
8.1.1 Objeto. ....	46
8.1.2 Normativa. ....	46
<b>8.2 PREVISIÓN DE ENERGÍAS Y ECONÓMICA.....</b>	<b>47</b>
8.2.1 Consumo de A.C.S. y demanda energética.....	47
8.2.2 Radiación solar recibida y energía útil.....	48
8.2.3 Tiempo de recuperación de la inversión. ....	48
<b>8.3 DESCRIPCIÓN DE LA INSTALACIÓN.....</b>	<b>48</b>
8.3.1 Sistema de captación.....	48
8.3.2 Disposición de los captadores.....	49
8.3.3 Orientación de las placas y sombras. ....	50
8.3.4 Sistema de soporte. ....	51
8.3.5. Bomba de circulación. ....	51
8.3.6 Vaso de expansión. ....	51
8.3.7 Sistema de control.....	52
8.3.8 Acumulador. ....	52
8.3.9 Intercambiador.....	53
8.3.10 Tuberías y aislamiento térmico.....	54
8.3.11 Líquido caloportador. ....	55
8.3.12 Otros componentes. ....	56
8.3.13 Mantenimiento.....	56
<b>9. DESCRIPCIÓN INSTALACIÓN CONTRA INCENDIOS. ....</b>	<b>56</b>
<b>9.1 DESCRIPCIÓN GENERAL. ....</b>	<b>56</b>
9.1.1 Objeto ....	56
9.1.2 Normativa ....	56
<b>9.2 DESCRIPCIÓN EDIFICIO Y EVACUACIÓN.....</b>	<b>57</b>
9.2.1 Sectores de incendio. ....	57
9.2.2 Locales y zonas de riesgo especial.....	57
9.2.3 Ocupación.....	58
9.2.4 Evacuación.....	58
9.2.5 Señalización.....	59
9.2.6 Resistencia al fuego de elementos constructivos .....	60
9.2.7 Carga de fuego del edificio.....	60
<b>9.3 DESCRIPCIÓN INSTALACIÓN CONTRA INCENDIOS.....</b>	<b>61</b>
9.3.1 Central de detección de incendios.....	61
9.3.2 Sistema detección de incendios. ....	61
9.3.3 Sistema de alarma .....	62
9.3.4 Cables .....	62
9.3.5 Pulsadores de alarma. ....	62
9.3.6 Extintores portátiles .....	63
9.3.7 Bocas de incendio equipadas .....	63
9.3.8 Grupo de presión.....	65
<b>10. RESUMEN PRESUPUESTO.....</b>	<b>66</b>
<b>11. CÁLCULOS JUSTIFICATIVOS ELECTRICIDAD.....</b>	<b>66</b>

<b>11.1. FÓRMULAS.</b> .....	<b>66</b>
<b>11.2 DEMANDA DE POTENCIAS.</b> .....	<b>69</b>
<b>11.3 CÁLCULO ACOMETIDA, L.G.A Y D.I.</b> .....	<b>70</b>
<b>11.4 CÁLCULO CUADRO GENERAL DE MANDO Y PROTECCIÓN.</b> .....	<b>71</b>
<b>11.5 CÁLCULO SUBCUADRO GIMNASIO.</b> .....	<b>88</b>
<b>11.6 CÁLCULO SUBCUADRO COCINA.</b> .....	<b>98</b>
<b>11.7 CÁLCULO SUBCUADRO ASCENSOR.</b> .....	<b>107</b>
<b>11.8 CÁLCULO SUBCUADRO SALA DE CALDERAS.</b> .....	<b>111</b>
<b>11.9 CÁLCULO SUBCUADRO A.C.S.</b> .....	<b>117</b>
<b>11.10 CÁLCULO SUBCUADRO INCENDIOS.</b> .....	<b>120</b>
<b>11.11 CÁLCULO SUBCUADRO PLANTA 1.</b> .....	<b>123</b>
<b>11.12 CÁLCULO CUADRO TALLER.</b> .....	<b>135</b>
<b>11.13 CÁLCULO CUADRO TECNOLOGÍA.</b> .....	<b>139</b>
<b>11.14 CÁLCULO SUBCUADRO PLANTA 2.</b> .....	<b>145</b>
<b>11.15 CÁLCULO CUADRO INFORMATICA.</b> .....	<b>155</b>
<b>11.16 CÁLCULO CUADRO LABORATORIO 1.</b> .....	<b>160</b>
<b>11.17 CÁLCULO CUADRO LABORATORIO 2.</b> .....	<b>164</b>
<b>11.18 CALCULO DE LA PUESTA A TIERRA</b> .....	<b>177</b>
<b>12. CÁLCULOS LUMINOTECNICOS.</b> .....	<b>178</b>
<b>12.1 ILUMINANCIA MEDIA (EM).</b> .....	<b>178</b>
<b>12.2 ÍNDICE DE DESLUMBRAMIENTO UNIFICADO (UGR).</b> .....	<b>178</b>
<b>12.3 VALOR DE EFICIENCIA ENERGETICA (VEEI).</b> .....	<b>178</b>
<b>12.4 ÍNDICE DEL LOCAL (K).</b> .....	<b>179</b>
<b>12.5 FACTOR DE MANTENIMIENTO (FM).</b> .....	<b>180</b>
<b>12.6 FACTOR DE UTILIZACIÓN (FU).</b> .....	<b>180</b>
<b>12.7 MÉTODO DE CÁLCULO Y RESULTADOS.</b> .....	<b>180</b>
<b>12.8 ILUMINACIÓN DE AMBIENTE O ANTIPÁTICO.</b> .....	<b>183</b>

<b>12.9 ILUMINACIÓN DE EVACUACIÓN. ....</b>	<b>183</b>
<b>12.10 MÉTODO DE CÁLCULO Y RESULTADOS. ....</b>	<b>183</b>
<b>13. CÁLCULOS JUSTIFICATIVOS ACS.....</b>	<b>184</b>
<b>13.1 CONSUMO Y DEMANDA ENERGETICA DE ACS.....</b>	<b>184</b>
<b>13.2 RADIACIÓN SOLAR EFECTIVA O CONSUMIDA POR LOS CAPTADORES.....</b>	<b>186</b>
<b>13.3 RENDIMIENTO DEL CAPTADOR.....</b>	<b>187</b>
<b>13.4 ENERGIA SOLAR APROVECHADA O ÚTIL .....</b>	<b>188</b>
<b>13.5 SUPERFICIE CAPTADORES Y NÚMERO DE CAPTADORES .....</b>	<b>189</b>
<b>13.6 CÁLCULO DE LA FRACCIÓN SOLAR.....</b>	<b>190</b>
<b>13.7 CÁLCULO DE LA COBERTURA SOLAR ANUAL .....</b>	<b>190</b>
<b>13.8 CÁLCULO DEL TIEMPO DE RECUPERACIÓN DE LA INVERSIÓN DEL SISTEMA DE ACS.....</b>	<b>194</b>
<b>13.9 SEPARACIÓN ENTRE CAPTADORES .....</b>	<b>195</b>
<b>13.10 CÁLCULO DEL DIAMETRO DE LOS TUBERIAS .....</b>	<b>195</b>
<b>13.11 ELECCIÓN DE LA BOMBA DE CIRCULACIÓN .....</b>	<b>196</b>
<b>13.12 CÁLCULO DEL VOLUMEN DEL ACUMULADOR.....</b>	<b>197</b>
<b>14. CALCULOS JUSTIFICATIVOS INSTALACIÓN CONTRA INCENDIOS. ....</b>	<b>197</b>
<b>14.1 GRUPO DE PRESIÓN. ....</b>	<b>197</b>
<b>14.2 RIESGO DE INCENDIO.....</b>	<b>200</b>
14.2.1 Método Gretener.....	200
14.2.2 Evaluación del riesgo de incendio. ....	200
14.2.3 Cálculo de la evaluación del riesgo de incendios.....	202
<b>15. ESTUDIO SEGURIDAD Y SALUD. ....</b>	<b>206</b>
<b>15.1. PREVENCION DE RIESGOS LABORALES. ....</b>	<b>206</b>
<b>15.2. DISPOSICIONES MINIMAS DE SEGURIDAD Y SALUD EN LOS LUGARES DE TRABAJO. ....</b>	<b>213</b>
<b>15.3. DISPOSICIONES MINIMAS EN MATERIA DE SEÑALIZACION DE SEGURIDAD Y SALUD EN EL TRABAJO.....</b>	<b>217</b>

<b>15.4. DISPOSICIONES MINIMAS DE SEGURIDAD Y SALUD PARA LA UTILIZACION POR LOS TRABAJADORES DE LOS EQUIPOS DE TRABAJO.</b> .....	<b>218</b>
<b>15.5. DISPOSICIONES MINIMAS DE SEGURIDAD Y SALUD EN LAS OBRAS DE CONSTRUCCION.</b> .....	<b>224</b>
<b>15.6. DISPOSICIONES MINIMAS DE SEGURIDAD Y SALUD RELATIVAS A LA UTILIZACION POR LOS TRABAJADORES DE EQUIPOS DE PROTECCION INDIVIDUAL.</b> .....	<b>236</b>

## **DOCUMENTO 1: MEMORIA DESCRIPTIVA**

### **1. ANTECEDENTES.**

Se redacta el presente proyecto a petición de la Escuela de Ingeniería Técnica Industrial de Zaragoza (E.U.I.T.I.Z.) con el título “Instalación eléctrica, de A.C.S. y contra incendios de un instituto” para su presentación como Proyecto Fin de Carrera.

### **2. SITUACIÓN GEOGRAFICA.**

El edificio destinado al instituto de educación secundaria y bachillerato se encuentra en la parcela situada entre C/ Ibon de Orbiceto y Paseo Lagos de Alba, de Zaragoza.

### **3. OBJETO DEL PROYECTO**

Este proyecto corresponde al diseño y cálculo del conjunto de las instalaciones de un instituto de enseñanza secundaria y bachillerato de nueva construcción. Las instalaciones a realizar son:

- Instalación eléctrica de baja tensión.
- Instalación agua caliente sanitaria por paneles solares térmicos
- Instalación contra incendios en el edificio.

Para ello se realizará una descripción detallada, cálculos justificativos y planos de las instalaciones que se proyectan, así como una valoración mediante presupuesto.

### **4. PETICIONARIO**

Como ya se ha comentado anteriormente este proyecto no va a ser realizado con carácter industrial para su posterior realización, sino con carácter didáctico como presentación del proyecto fin de carrera. Así que no existe un petionario al uso, en caso de considerar uno sería la E.U.I.T.I.Z.

### **5. DESCRIPCIÓN DEL EDIFICIO**

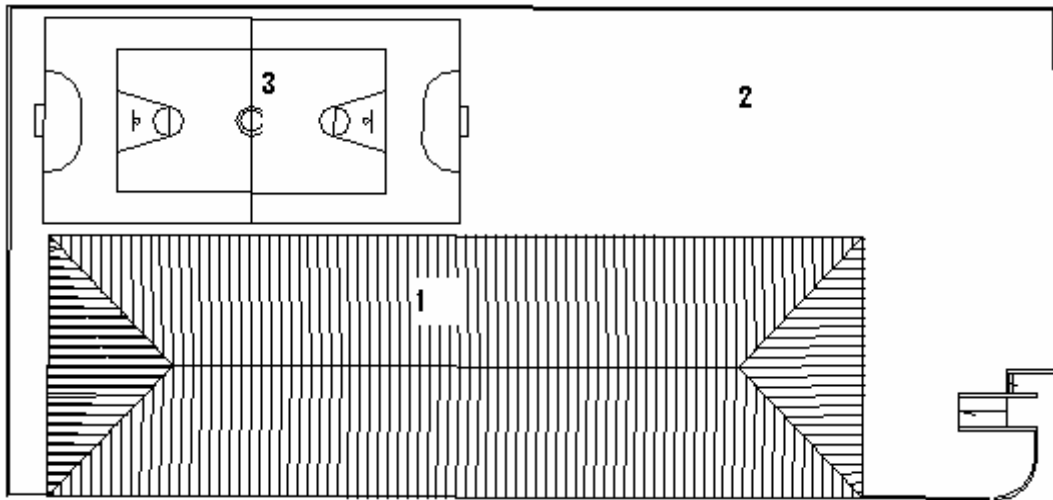
#### **5.1 DISTRIBUCIÓN Y ZONAS.**

El edificio consta de planta baja, primera y segunda.

**-Planta baja**

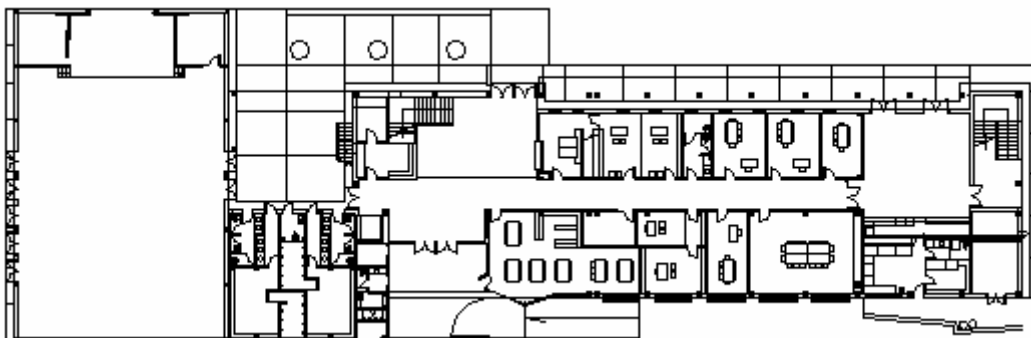
La planta baja consta de tres zonas:

1. *Zona edificada.*
2. *Patio.*
3. *Pista de juego.*



**1. Zona edificada:**

La zona edificada consta a su vez de varias zonas claramente identificadas.



### *1.1 Vestíbulo y pasillo principal:*

Desde aquí podemos acceder a las escaleras principales para subir a las distintas plantas, a la conserjería con su pequeño archivo para guardar la documentación, a la secretaría, al despacho de dirección, a un aseo para personal del centro y otro para minusválidos, a dos seminarios para realizar diversas tutorías y a la sala de los padres de alumnos (APA).

Por el otro lado del pasillo accedemos a la biblioteca, que consta de zona de estanterías, con los distintos libros de consulta y la zona de lectura de estudio con sus correspondientes mesas y sillas. Contiguo a la biblioteca encontramos un pequeño almacén, dos despachos que corresponden uno al jefe de estudios y otro a la delegación de estudiantes, seguidamente encontramos la sala de orientación al alumno, la cual también se utiliza para realizar tutorías y finalmente encontramos la sala de profesores.

### *1.2 Zona del bar:*

Por un extremo del pasillo encontramos el bar-cafetería, con dos zonas diferenciadas, la de las mesas y sillas y la zona de la barra y la cocina. Desde el bar podemos acceder al patio y a las escaleras de emergencia del edificio. Desde la cocina de bar también podemos acceder a la parte trasera del patio en la cual se encuentra una puerta que nos lleva a la sala de calderas.

### *1.3 Zona técnica:*

En el otro extremo del pasillo y frente a la entrada principal, encontramos el cuarto donde se encuentran varios cuadros eléctricos con otro cuarto destinado a la SAI y a la central de contra incendios. También se encuentra el ascensor del instituto, una zona solo para personal del centro que consta de un porche que comunica con la biblioteca y con el exterior del recinto mediante una rampa por la que entran los coches. En el porche se encuentra el cuarto de máquinas del ascensor, el cuarto del grupo de presión y otro cuarto destinado para el subcuadro del A.C.S. y otros usos. Al lado del cuarto del subcuadro A.C.S. está el cuarto de contadores donde se encuentra la caja general de protección (CGP), pero a este cuarto solo se puede acceder desde el exterior del recinto.

### *1.4 Zona de gimnasio:*

Salimos del pasillo y entramos en el antes citado patio cubierto que nos da acceso al gimnasio, el cual consta de la zona de gimnasia propiamente dicha y la zona de escenario o tarima, ya que esporádicamente se utiliza como sala de actos. En el gimnasio encontramos dos almacenes, el de gimnasia para guardar todo el material deportivo y otro para guardar sillas y demás elementos para la función de sala de actos. Desde el gimnasio podemos acceder a la pista y por lo tanto al patio. También en el patio cubierto se encuentran dos vestidores (uno para hombres y otro de mujeres) y tres lavabos, el de hombres, el de mujeres y uno de minusválidos



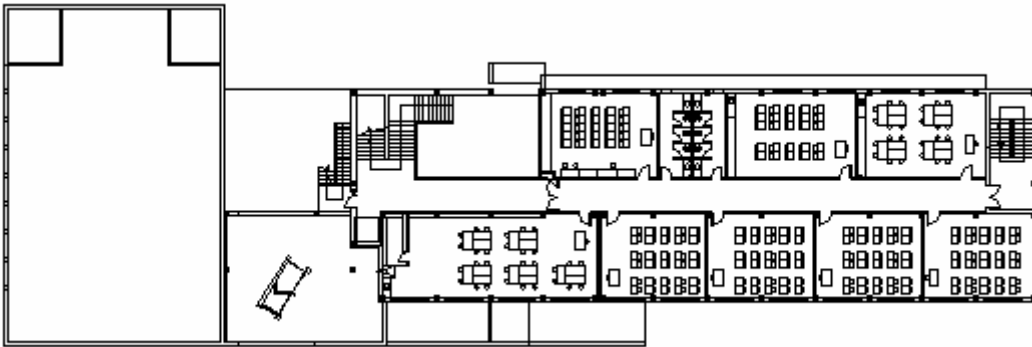
## 2. Patio:

Cuando accedemos al instituto, lo hacemos por el patio. Esta amplia superficie se utiliza para la hora del recreo, la entrada y salida de los estudiantes al centro. La mayor parte del patio está al descubierto, pero al lado de la pista podemos encontrar una pequeña zona que está cubierta para que los alumnos puedan refugiarse en caso de lluvia.

## 3. Pista de juego:

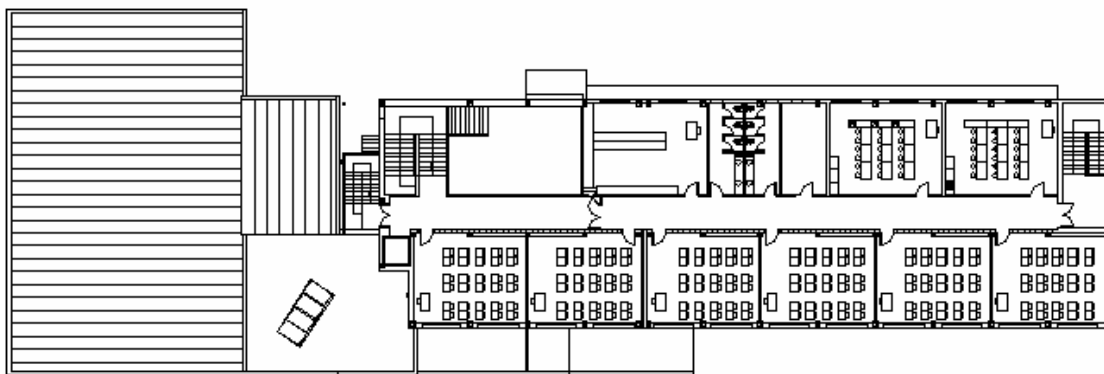
La pista de juego se utiliza para disputar diferentes partidos y para realizar la asignatura de educación física. Consta de pista de básquet, fútbol sala y ocasionalmente se coloca una red para habilitarla como pista de vóley o tenis. Fuera de horario de clases se utiliza como pista de entrenamiento y juegos a la hora del recreo.

### **-Planta primera:**



Tanto si accedemos por las escaleras de emergencia que están en el patio cubierto, como si lo hacemos por las principales (del vestíbulo) llegamos a un pasillo en el que encontramos a parte del ascensor, la zona de aulas, en las que hay cuatro aulas para 1º de E.S.O. A y B, 2º de E.S.O. A y B, el aula de tecnología en la que hay un almacén para guardar el material necesario para las clases, el aula de música, el aula de dibujo y un taller. En esta planta encontramos aproximadamente a la mitad del pasillo un aseo de hombres y uno de mujeres. Al final del pasillo encontramos la escalera de emergencia.

### **-Planta segunda:**



Cuatro aulas más de E.S.O. (3º ESO A y B, 4º ESO A y B) y las dos aulas de 1º y 2º de Bachillerato. Por el otro lado del pasillo hay dos laboratorios, un almacén, el aula de informática, los aseos de hombres y mujeres distribuidos de la misma forma que en la planta anterior, el ascensor y los distintos accesos a esta planta, las escaleras que dan al patio cubierto y las principales del vestíbulo. Al final del pasillo tenemos las escaleras de emergencia.

## 5.2 SUPERFICIES CONSTRUIDAS.

*-Superficies planta baja:*

Superficie almacenes gimnasio	31,1
Superficie escenario gimnasio	41
Superficie gimnasio	321
Superficie vestidores	87,4
Superficie ascensor	4,75
Superficie cuarto máquinas ascensor	3,6
Superficie cuartos A.C.S. y grupo presión	10,08
Superficie cuarto CGP	3
Superficie porche cubierto	55,89
Superficie biblioteca	61,6
Superficie almacén biblioteca	10,44
Superficie despacho 1	9,8
Superficie despacho 2	17,4
Superficie pasillo despachos	4
Superficie sala tutorías	19,85
Superficie sala profesores	53,6
Superficie seminarios	40
Superficie APA	15,4

Superficie aseos	10,85
Superficie dirección	15
Superficie secretaría	15,75
Superficie conserjería y archivo.	22,5
Superficie vestíbulo	121
Superficie entrada principal	9,76
Superficie pasillo	40,5
Superficie cuarto cuadros eléctricos	18,5
Superficie bar - cafetería (cocina + barra)	118,76
Superficie sala calderas	22,46
Superficie escaleras de emergencia	31,93
Superficie útil total planta baja	1216,92

-Superficies planta primera:

Superficie ascensor	4,75
Superficie aula tecnología+almacén	113
Superficie aulas 1º y 2º ESO (4)	200
Superficie escaleras emergencia	31,93
Superficie taller	58
Superficie aula dibujo	62
Superficie aseos (2)	32
Superficie aula música	56
Superficie pasillo	40,5
Superficie escalera principal	45
Superficie útil total planta primera	643,18

-Superficies planta segunda:

Superficie ascensor	4,75
Superficie aulas 3º y 4º ESO y BACH. (6)	300
Superficie escaleras emergencia	31,93
Superficie aula informática	65
Superficie laboratorios (2)	100
Superficie almacén	24
Superficie aseos (2)	32
Superficie pasillo	40,5
Superficie escalera principal	45
Superficie útil total planta primera	643,18

-Superficies zonas:

Superficie pista de juego	800
Superficie patio + patio cubierto	2250
Superficie edificada	1216,92
Superficie total	4266,92

## **6. DESCRIPCIÓN INSTALACIÓN ELÉCTRICA.**

### **6.1 DESCRIPCIÓN GENERAL.**

#### **6.1.1 Objeto.**

El objetivo es el cálculo y dimensionado de los diferentes elementos que van a constituir la instalación eléctrica de este edificio destinado a un instituto, para que esta pueda utilizarse normalmente y con todas las protecciones y seguridad exigible a esta clase de instalación.

Además de asegurar el cumplimiento de todas las Normas y Reglamentaciones actualmente en vigor, con el fin de poder conseguir las aprobaciones por parte de los Organismos Oficiales, que han de autorizar su ejecución.

#### **6.1.2 Normativa.**

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 de baja tensión REBT según el RD 842/2003, del 2 de agosto.
- Ordenanzas municipales de Zaragoza.
- Normas UNE de aplicación.
- Normas particulares de las empresas distribuidoras de energía eléctrica, Endesa.

### 6.1.3 Clasificación del edificio.

Según el REBT el edificio está clasificado como local de pública concurrencia. Por tanto, se ajustará a las normas y reglamentación dictadas en la instrucción ITC-BT-28 puntos 3, 4 y 6.

Dentro del instituto se distinguen unas zonas de especial interés como son:

- Los aseos.
- Los vestuarios.

Para la instalación en cuartos de baño o aseos, se tendrán en cuenta los siguientes volúmenes y prescripciones (ITC-BT 27).

## 6.2 PREVISIÓN DE POTENCIA.

Se detallan a continuación las potencias de los receptores que compondrán la instalación, clasificándolas en diferentes circuitos, tanto en fuerza como en alumbrado, teniendo en cuenta el consumo de las reactancias en los equipos fluorescentes y el rendimiento en los motores, y los coeficientes de simultaneidad de aplicación recomendados para este tipo de instalación. Las potencias previstas, que se justifican en el esquema unifilar, serán las siguientes:

### - Demanda de potencia según líneas:

Línea	Zonas	Potencia [W]
L1	Cuarto cuadros eléctricos 1 y 2	304
L2	Cuarto CGP, grupo presión y A.C.S.	228
L3	Escaleras emergencia derecha planta baja	304
L4	Patio cubierto y escaleras emergencias izquierda	760
L5	Escaleras planta baja	152
L6	Porche cubierto	456
L7	Vestíbulo 1	630
L8	Vestíbulo 2 y 3	380
L9	Pasillo planta baja, pasillo despacho 1, pasillo conserjería y archivo, aseos planta baja	608

L10	Conserjería y archivo, secretaria	304
L11	Dirección y seminario 1	304
L12	Seminario 2 y A.P.A.	304
L13	Biblioteca	684
L14	Almacén biblioteca, despacho 1 , despacho 2	304
L15	Tutorías	152
L16	Sala profesores	304
L17	Gimnasio 1	900
L18	Gimnasio 2	900
L19	Gimnasio 3	900
L20	Escenario gimnasio	900
L21	Almacenes gimnasio	304
L22	Aseo vestidores 1, aseo cara 1, aseo minusvalidos	160
L23	Aseo vestidores 2, aseo cara 2	128
L24	Vestidor 1 y 2	304
L25	Duchas 1 y 2	128
L26	Cafetería	456
L27	Barra cafetería	160
L28	Cocina, almacén y baño cocina	304
L29	Ascensor subcuadro, puertas y dentro	126
L30	Sala calderas	228
L31	Escaleras planta 1	304
L32	Pasillo y aseos planta 1	800
L33	Aula música	456
L34	Aula dibujo 1	608
L35	Aula dibujo 2	608
L36	Aula clase 1º A E.S.O.	304
L37	Aula clase 1º B E.S.O.	304
L38	Aula clase 2º A E.S.O.	304
L39	Aula clase 2º B E.S.O.	304
L40	Escaleras emergencia derecha planta primera	304
L41	Aula taller	684
L42	Almacén tecnología y aula tecnología 1	532
L43	Aula tecnología 2	456
L44	Pasillo planta 2	672
L45	Almacén y aseos planta 2	285
L46	Aula clase 3º A E.S.O.	304
L47	Aula clase 3º B E.S.O.	304
L48	Aula clase 4º A E.S.O.	304
L49	Aula clase 4º B E.S.O.	304
L50	Aula clase 1º Bachillerato	304
L51	Aula clase 2º Bachillerato	304
L52	Aula informática	456
L53	Laboratorio 1	684

L54	Laboratorio 2	684
M1	Cafetera	2500
M2	Lavavajillas	1500
M3	Freidora gas	30
M4	Campana cocina	1000
M5	Motor Ascensor	5000
M6	Cuadro maniobras y control ascensor	700
M7	Bomba recirculación sala calderas	980
M8	Cuadro maniobras y control sala calderas	700
M9	Bomba recirculación A.C.S.	490
M10	Cuadro maniobras y control A.C.S.	700
M11	Bomba principal grupo presión	11000
M12	Bomba Jockey	1850
M13	Cuadro maniobras y control grupo presión	700
Emergencias 1	Emergencias planta baja	96
Emergencias 2	Emergencias planta baja	96
Emergencias 3	Emergencias planta baja	96
Emergencias 4	Emergencias planta baja	96
Emergencias 5	Emergencias planta baja	96
Emergencias 6	Emergencias planta baja	96
Emergencias 7	Emergencias planta baja	96
Emergencias 8	Emergencias planta 1	96
Emergencias 9	Emergencias planta 1	96
Emergencias 10	Emergencias planta 1	96
Emergencias 11	Emergencias planta 1	96
Emergencias 12	Emergencias planta 2	96
Emergencias 13	Emergencias planta 2	96
Emergencias 14	Emergencias planta 2	96
Emergencias 15	Emergencias planta 2	96
TC1	Cuarto cuadros eléctricos, CGP y ascensor	1200
TC2	Conserjería y archivo	1300
TC3	Biblioteca, almacén biblioteca, despacho1 y 2, sala profesores y tutorías.	1100
TC4	Secretaria, dirección, seminarios y A.P.A.	700
TC5	Almacenes gimnasio, escenario y gimnasio	400
TC6	Cafetería y barra	700
TC7	Cocina y almacén	1000
TC8	Sala calderas	500
TC9	Aula música y dibujo	200
TC10	Aulas E.S.O. 1º y 2º	400
TC11	Aula taller y taller c1	500
TC12	Taller c2,c3 y c4	1200
TC13	Aula tecnología y c1,c2	600
TC14	Aula tecnología c3,c4 y c5	750

TC15	Almacén, aula E.S.O. 3º y 4º A	400
TC16	Aula E.S.O. 4º B y bachillerato.	300
TC17	Aula informática, c1	620
TC18	Aula informática c2	520
TC19	Aula informática c3	520
TC20	Aula laboratorio 1, c1	500
TC21	Aula laboratorio 1 c2 y c3	800
TC22	Aula laboratorio 2, c1	500
TC23	Aula laboratorio 2 c2 y c3	800

#### **- Demanda de potencias según circuitos:**

A continuación vamos a exponer y detallar la demanda de potencias de fuerza motriz y de alumbrado.

Escaleras + Porche cubierto + Zona máquinas	2300 W
Vestíbulo + Pasillo + Zona administración 1	2018 W
Zona administración 2 + Biblioteca + Despachos	2148 W
Enchufes planta baja	4300 W
Subcuadro gimnasio	5216 W
Subcuadro cocina	7746 W
Subcuadro ascensor	5826 W
Subcuadro sala calderas	2504 W
Subcuadro ACS	1190 W
Subcuadro contra incendios	13550 W
Subcuadro planta 1	10002 W
Subcuadro planta 2	9949 W
Potencia total	66749 W

#### **- Potencia a contratar:**

La potencia a contratar será la pactada con una empresa comercializadora.  
La potencia contratada con maxímetro será pues de 60000 W.

## **6.3 DESCRIPCIÓN INSTALACIÓN.**

### **6.3.1 Acometida**

Es parte de la instalación de la red de distribución, que alimenta la caja general 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 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.
- Aéreo-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 será parte de la instalación constituida por la Empresa Suministradora, por lo tanto su diseño debe basarse en las normas particulares de ella.

### **6.3.2 Instalación de enlace.**

#### ***-Caja de protección y medida.***

Para el caso de suministros a un único usuario, al no existir línea general de alimentación, se colocará en un único elemento la caja general de protección y el equipo de medida; dicho elemento se denominará caja de protección y medida. En consecuencia, el fusible de seguridad ubicado antes del contador coincide con el fusible que incluye una CGP.

Se instalarán preferentemente sobre las fachadas exteriores de los edificios, en lugares de libre y permanente acceso. Su situación se fijará de común acuerdo entre la propiedad y la empresa suministradora.

Se instalará siempre en un nicho en pared, que se cerrará con una puerta preferentemente metálica, con grado de protección IK 10 según UNE-EN 50.102, revestida exteriormente de acuerdo con las características del entorno y estará protegida contra la corrosión, disponiendo de una cerradura o candado normalizado por la empresa suministradora. Los dispositivos de lectura de los equipos de medida deberán estar situados a una altura comprendida entre 0,70 y 1,80 m.

En el nicho se dejarán previstos los orificios necesarios para alojar los conductos de entrada de la acometida.

Cuando la fachada no linde con la vía pública, la caja general se situará en el límite entre las propiedades públicas y privadas.

Las cajas de protección y medida a utilizar corresponderán a uno de los tipos recogidos en las especificaciones técnicas de la empresa suministradora que hayan sido aprobadas por la Administración Pública competente, en función del número y naturaleza del suministro. Dentro de las mismas se instalarán cortacircuitos fusibles en todos los conductores de fase o polares, con poder de corte al menos igual a la corriente de cortocircuito prevista en el punto de su instalación.

Las cajas de protección y medida cumplirán todo lo que sobre el particular se indica en la Norma UNE-EN 60.439 -1, tendrán grado de inflamabilidad según se indica en la norma UNE-EN 60.439 -3, una vez instaladas tendrán un grado de protección IP43 según UNE 20.324 e IK 09 según UNE-EN 50.102 y serán precintables.

La envolvente deberá disponer de la ventilación interna necesaria que garantice la no formación de condensaciones. El material transparente para la lectura será resistente a la acción de los rayos ultravioleta.

Las disposiciones generales de este tipo de caja quedan recogidas en la ITC -BT-13.

#### ***-Derivación individual.***

Es la parte de la instalación que, partiendo de la caja de protección y medida, suministra energía eléctrica a una instalación de usuario. 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 -2.
- Conductores aislados en el interior de conductos cerrados de obra de fábrica, proyectados y construidos al efecto.

Los conductores a utilizar serán de cobre o aluminio, aislados y normalmente unipolares, siendo su tensión asignada 450/750 V como mínimo. 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 derivaciones individuales en suministros para un único usuario en que no existe línea general de alimentación, del 1,5 %.

#### ***-Dispositivos generales e individuales de mando y protección.***

Los dispositivos generales de mando y protección se situarán lo más cerca posible del punto de entrada de la derivación individual. En establecimientos en los que proceda, se colocará una caja para el interruptor de control de potencia, inmediatamente antes de los demás dispositivos, en compartimento independiente y precintable. Dicha caja se podrá colocar en el mismo cuadro donde se coloquen los dispositivos generales de mando y protección.

Los dispositivos individuales de mando y protección de cada uno de los circuitos, que son el origen de la instalación interior, podrán instalarse en cuadros separados y en otros lugares.

En locales de uso común o de pública concurrencia deberán tomarse las precauciones necesarias para que los dispositivos de mando y protección no sean accesibles al público en general.

La altura a la cual se situarán los dispositivos generales e individuales de mando y protección de los circuitos, medida desde el nivel del suelo, estará comprendida entre 1 y 2 m.

Las envolventes de los cuadros se ajustarán a las normas UNE 20.451 y UNE-EN 60.439 -3, con un grado de protección mínimo IP 30 según UNE 20.324 e IK07 según UNE-EN 50.102. La envolvente para el interruptor de control de potencia será precintable y sus dimensiones estarán de acuerdo con el tipo de suministro y tarifa a aplicar. Sus características y tipo corresponderán a un modelo oficialmente aprobado.

El instalador fijará de forma permanente sobre el cuadro de distribución una placa, impresa con caracteres indelebles, en la que conste su nombre o marca comercial, fecha en que se realizó la instalación, así como la intensidad asignada del interruptor general automático.

Los dispositivos generales e individuales de mando y protección serán, como mínimo:

- Un interruptor general automático de corte omnipolar, de intensidad nominal mínima 25 A, que permita su accionamiento manual y que esté dotado de elementos de protección contra sobrecarga y cortocircuitos (según ITC-BT-22). Tendrá poder de corte suficiente para la intensidad de cortocircuito que pueda producirse en el punto de su instalación, de 4,5 kA como mínimo. Este interruptor será independiente del interruptor de control de potencia.

- Un interruptor diferencial general, de intensidad asignada superior o igual a la del interruptor general, destinado a la protección contra contactos indirectos de todos los circuitos (según ITC-BT-24). Se cumplirá la siguiente condición:

$$R_a \times I_a \leq U$$

donde:

" $R_a$ " es la suma de las resistencias de la toma de tierra y de los conductores de protección de masas.

" $I_a$ " es la corriente que asegura el funcionamiento del dispositivo de protección (corriente diferencial-residual asignada).

" $U$ " es la tensión de contacto límite convencional (50 V en locales secos y 24 V en locales húmedos).

Si por el tipo o carácter de la instalación se instalase un interruptor diferencial por cada circuito o grupo de circuitos, se podría prescindir del interruptor diferencial general, siempre que queden protegidos todos los circuitos. En el caso de que se instale más de un interruptor diferencial en serie, existirá una selectividad entre ellos.

Todas las masas de los equipos eléctricos protegidos por un mismo dispositivo de protección, deben ser interconectadas y unidas por un conductor de protección a una misma toma de tierra.

- Dispositivos de corte omnipolar, destinados a la protección contra sobrecargas y cortocircuitos de cada uno de los circuitos interiores (según ITC -BT-22).

- Dispositivo de protección contra sobretensiones, según ITC -BT-23, si fuese necesario.

### **6.3.3 Instalaciones interiores.**

#### ***-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 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:

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

#### ***- 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.

### **-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.

### **-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:

<i>Tensión nominal instalación</i>	<i>Tensión ensayo corriente continua (V)</i>	<i>Resistencia de aislamiento (M<math>\Omega</math>)</i>
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.

### **-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.

### **-Sistemas de instalación.**

#### *a) 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 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 envolventes, 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.

*b) Conductores aislados bajo tubos 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 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



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.

*c) Conductores aislados fijados directamente sobre las paredes.*

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

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.

*d) Conductores aislados en el interior de huecos de la construcción.*

Los cables utilizados serán de tensión asignada no inferior a 450/750 V, con cubierta de protección.

Los cables o tubos podrán instalarse directamente en los huecos de la construcción totalmente contruidos con materiales incombustibles de resistencia al fuego RF-120 como mínimo.

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.

*e) 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.

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.

### **6.3.4 Prescripciones particulares para locales de reunión.**

#### ***-Alimentación de los servicios de seguridad.***

Para los servicios de seguridad la fuente de energía debe ser elegida de forma que la alimentación esté asegurada durante un tiempo apropiado.

Para que los servicios de seguridad funcionen en caso de incendio, los equipos y materiales utilizados deben presentar, por construcción o por instalación, una resistencia al fuego de duración apropiada.

Se elegirán preferentemente medidas de protección contra los contactos indirectos sin corte automático al primer defecto.

Se pueden utilizar las siguientes fuentes de alimentación:

- Baterías de acumuladores.
- Generadores independientes.
- Derivaciones separadas de la red de distribución, independientes de la alimentación normal.

Las fuentes para servicios complementarios o de seguridad deben estar instaladas en lugar fijo y de forma que no puedan ser afectadas por el fallo de la fuente normal. Además, con excepción de los equipos autónomos, deberán cumplir las siguientes condiciones:

- se instalarán en emplazamiento apropiado, accesible solamente a las personas cualificadas o expertas.
- el emplazamiento estará convenientemente ventilado, de forma que los gases y los humos que produzcan no puedan propagarse en los locales accesibles a las personas.
- no se admiten derivaciones separadas, independientes y alimentadas por una red de distribución pública, salvo si se asegura que las dos derivaciones no puedan fallar simultáneamente.
- cuando exista una sola fuente para los servicios de seguridad, ésta no debe ser utilizada para otros usos. Sin embargo, cuando se dispone de varias fuentes, pueden utilizarse igualmente como fuentes de reemplazamiento, con la condición, de que en caso de fallo de una de ellas, la potencia todavía disponible sea suficiente para garantizar la puesta en funcionamiento de todos los servicios de seguridad, siendo necesario generalmente, el corte automático de los equipos no concernientes a la seguridad.

La puesta en funcionamiento se realizará al producirse la falta de tensión en los circuitos alimentados por los diferentes suministros procedentes de la Empresa o Empresas distribuidoras de energía eléctrica, o cuando aquella tensión descienda por debajo del 70% de su valor nominal.

La capacidad mínima de una fuente propia de energía será, como norma general, la precisa para proveer al alumbrado de seguridad (alumbrado de evacuación, alumbrado ambiente y alumbrado de zonas de alto riesgo).

Todos los locales de pública concurrencia deberán disponer de alumbrado de emergencia (alumbrado de seguridad y alumbrado de reemplazamiento, según los casos).

Deberán disponer de suministro de socorro (potencia mínima: 15 % del total contratado) los locales de espectáculos y actividades recreativas cualquiera que sea su ocupación y los locales de reunión, trabajo y usos sanitarios con una ocupación prevista de más de 300 personas.

Deberán disponer de suministro de reserva (potencia mínima: 25 % del total contratado):

- Hospitales, clínicas, sanatorios, ambulatorios y centros de salud.
- Estaciones de viajeros y aeropuertos.
- Estacionamientos subterráneos para más de 100 vehículos.
- Establecimientos comerciales o agrupaciones de éstos en centros comerciales de más de 2.000 m<sup>2</sup> de superficie.
- Estadios y pabellones deportivos.

#### ***-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).

#### ***a) Alumbrado de seguridad.***

Es el alumbrado de emergencia previsto para garantizar la seguridad de las personas que evacuen una zona o que tienen que terminar un trabajo potencialmente peligroso antes de abandonar la zona.

El alumbrado de seguridad estará previsto para entrar en funcionamiento automáticamente cuando se produce el fallo del alumbrado general o cuando la tensión de éste baje a menos del 70% de su valor nominal.

La instalación de este alumbrado será fija y estará provista de fuentes propias de energía. Sólo se podrá utilizar el suministro exterior para proceder a su carga, cuando la

fuerza propia de energía esté constituida por baterías de acumuladores o aparatos autónomos automáticos.

*-Alumbrado de evacuación.*

Es la parte del alumbrado de seguridad previsto para garantizar el reconocimiento y la utilización de los medios o rutas de evacuación cuando los locales estén o puedan estar ocupados.

En rutas de evacuación, el alumbrado de evacuación debe proporcionar, a nivel del suelo y en el eje de los pasos principales, una iluminancia horizontal mínima de 1 lux. En los puntos en los que estén situados los equipos de las instalaciones de protección contra incendios que exijan utilización manual y en los cuadros de distribución del alumbrado, la iluminancia mínima será de 5 lux. La relación entre la iluminancia máxima y la mínima en el eje de los pasos principales será menor de 40.

El alumbrado de evacuación deberá poder funcionar, cuando se produzca el fallo de la alimentación normal, como mínimo durante una hora, proporcionando la iluminancia prevista.

*-Alumbrado ambiente o anti-pánico.*

Es la parte del alumbrado de seguridad previsto para evitar todo riesgo de pánico y proporcionar una iluminación ambiente adecuada que permita a los ocupantes identificar y acceder a las rutas de evacuación e identificar obstáculos.

El alumbrado ambiente o anti-pánico debe proporcionar una iluminancia horizontal mínima de 0,5 lux en todo el espacio considerado, desde el suelo hasta una altura de 1 m. La relación entre la iluminancia máxima y la mínima en todo el espacio considerado será menor de 40.

El alumbrado ambiente o anti-pánico deberá poder funcionar, cuando se produzca el fallo de la alimentación normal, como mínimo durante una hora, proporcionando la iluminancia prevista.

*-Alumbrado de zonas de alto riesgo.*

Es la parte del alumbrado de seguridad previsto para garantizar la seguridad de las personas ocupadas en actividades potencialmente peligrosas o que trabajan en un entorno peligroso. Permite la interrupción de los trabajos con seguridad para el operador y para los otros ocupantes del local.

El alumbrado de las zonas de alto riesgo debe proporcionar una iluminancia mínima de 15 lux o el 10% de la iluminancia normal, tomando siempre el mayor de los valores. La relación entre la iluminancia máxima y la mínima en todo el espacio considerado será menor de 10.

El alumbrado de las zonas de alto riesgo deberá poder funcionar, cuando se produzca el fallo de la alimentación normal, como mínimo el tiempo necesario para abandonar la actividad o zona de alto riesgo.

*b) Alumbrado de reemplazamiento.*

Parte del alumbrado de emergencia que permite la continuidad de las actividades normales. Cuando el alumbrado de reemplazamiento proporcione una iluminancia inferior al alumbrado normal, se usará únicamente para terminar el trabajo con seguridad.

*c) Lugares en que deberá instalarse alumbrado de emergencia.*

*-Con alumbrado de seguridad.*

Es obligatorio situar el alumbrado de seguridad en las siguientes zonas de los locales de pública concurrencia:

- a) en todos los recintos cuya ocupación sea mayor de 100 personas.
- b) los recorridos generales de evacuación de zonas destinadas a usos residencial u hospitalario y los de zonas destinadas a cualquier otro uso que estén previstos para la evacuación de más de 100 personas.
- c) en los aseos generales de planta en edificios de acceso público.
- d) en los estacionamientos cerrados y cubiertos para más de 5 vehículos, incluidos los pasillos y las escaleras que conduzcan desde aquellos hasta el exterior o hasta las zonas generales del edificio.
- e) en los locales que alberguen equipos generales de las instalaciones de protección.
- f) en las salidas de emergencia y en las señales de seguridad reglamentarias.
- g) en todo cambio de dirección de la ruta de evacuación.
- h) en toda intersección de pasillos con las rutas de evacuación.
- i) en el exterior del edificio, en la vecindad inmediata a la salida.
- j) a menos de 2 m de las escaleras, de manera que cada tramo de escaleras reciba una iluminación directa.
- k) a menos de 2 m de cada cambio de nivel.
- l) a menos de 2 m de cada puesto de primeros auxilios.
- m) a menos de 2 m de cada equipo manual destinado a la prevención y extinción de incendios.
- n) en los cuadros de distribución de la instalación de alumbrado de las zonas indicadas anteriormente.

En las zonas incluidas en los apartados m) y n), el alumbrado de seguridad proporcionará una iluminancia mínima de 5 lux al nivel de operación.

Solo se instalará alumbrado de seguridad para zonas de alto riesgo en las zonas que así lo requieran.

*-Con alumbrado de reemplazamiento.*

En las zonas de hospitalización, la instalación de alumbrado de emergencia proporcionará una iluminancia no inferior de 5 lux y durante 2 horas como mínimo. Las salas de intervención, las destinadas a tratamiento intensivo, las salas de curas, paritorios, urgencias dispondrán de un alumbrado de reemplazamiento que

proporcionará un nivel de iluminancia igual al del alumbrado normal durante 2 horas como mínimo.

d) 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.

*-Prescripciones de carácter general.*

Las instalaciones en los locales de pública concurrencia, cumplirán las condiciones de carácter general que a continuación se señalan.

- Los aparatos receptores que consuman más de 16 amperios se alimentarán directamente desde el cuadro general o desde los secundarios.

- El cuadro general de distribución e, igualmente, los cuadros secundarios, se instalarán en lugares a los que no tenga acceso el público y que estarán separados de los locales donde exista un peligro acusado de incendio o de pánico (cabinas de proyección, escenarios, salas de público, escaparates, etc.), por medio de elementos a prueba de incendios y puertas no propagadoras del fuego. Los contadores podrán instalarse en otro lugar, de acuerdo con la empresa distribuidora de energía eléctrica, y siempre antes del cuadro general.

- Cerca de cada uno de los interruptores del cuadro se colocará una placa indicadora del circuito al que pertenecen.

- En las instalaciones para alumbrado de locales o dependencias donde se reúna público, el número de líneas secundarias y su disposición en relación con el total de lámparas a alimentar deberá ser tal que el corte de corriente en una cualquiera de ellas no afecte a más de la tercera parte del total de lámparas instaladas en los locales o dependencias que se iluminan alimentadas por dichas líneas. Cada una de estas líneas estarán protegidas en su origen contra sobrecargas, cortocircuitos, y si procede contra contactos indirectos.
- Los cables y sistemas de conducción de cables deben instalarse de manera que no se reduzcan las características de la estructura del edificio en la seguridad contra incendios.
- Los cables eléctricos a utilizar en las instalaciones de tipo general y en el conexionado interior de cuadros eléctricos en este tipo de locales, serán no propagadores del incendio y con emisión de humos y opacidad reducida.
- Las fuentes propias de energía de corriente alterna a 50 Hz, no podrán dar tensión de retorno a la acometida o acometidas de la red de Baja Tensión pública que alimenten al local de pública concurrencia.
- A partir del cuadro general de distribución se instalarán líneas distribuidoras generales, accionadas por medio de interruptores omnipolares, al menos para cada uno de los siguientes grupos de dependencias o locales:
  - Salas de venta o reunión, por planta del edificio
  - Escaparates
  - Almacenes
  - Talleres
  - Pasillos, escaleras y vestíbulos

### **6.3.5 Protección contra sobreintensidades.**

Todo circuito estará protegido contra los efectos de las sobreintensidades que puedan presentarse en el mismo, para lo cual la interrupción de este circuito se realizará en un tiempo conveniente o estará dimensionado para las sobreintensidades previsibles.

Las sobreintensidades pueden estar motivadas por:

- Sobrecargas debidas a los aparatos de utilización o defectos de aislamiento de gran impedancia.
  - Cortocircuitos.
  - Descargas eléctricas atmosféricas.
- a) Protección contra sobrecargas. El límite de intensidad de corriente admisible en un conductor ha de quedar en todo caso garantizada por el dispositivo de protección utilizado. El dispositivo de protección podrá estar constituido por un interruptor automático de corte omnipolar con curva térmica de corte, o por cortacircuitos fusibles calibrados de características de funcionamiento adecuadas.
- b) Protección contra cortocircuitos. En el origen de todo circuito se establecerá un dispositivo de protección contra cortocircuitos cuya capacidad de corte estará de



acuerdo con la intensidad de cortocircuito que pueda presentarse en el punto de su conexión. Se admite, no obstante, que cuando se trate de circuitos derivados de uno principal, cada uno de estos circuitos derivados disponga de protección contra sobrecargas, mientras que un solo dispositivo general pueda asegurar la protección contra cortocircuitos para todos los circuitos derivados. Se admiten como dispositivos de protección contra cortocircuitos los fusibles calibrados de características de funcionamiento adecuadas y los interruptores automáticos con sistema de corte omnipolar.

La norma UNE 20.460 -4-43 recoge todos los aspectos requeridos para los dispositivos de protección. La norma UNE 20.460 -4-473 define la aplicación de las medidas de protección expuestas en la norma UNE 20.460 -4-43 según sea por causa de sobrecargas o cortocircuito, señalando en cada caso su emplazamiento u omisión.

### 6.3.6 Protección contra sobretensiones.

#### - Categorías de las sobretensiones.

Las categorías indican los valores de tensión soportada a la onda de choque de sobretensión que deben de tener los equipos, determinando, a su vez, el valor límite máximo de tensión residual que deben permitir los diferentes dispositivos de protección de cada zona para evitar el posible daño de dichos equipos.

Se distinguen 4 categorías diferentes, indicando en cada caso el nivel de tensión soportada a impulsos, en kV, según la tensión nominal de la instalación.

Tensión nominal instalación		Tensión soportada a impulsos 1,2/50 (kV)			
Sistemas III Categoría I	Sistemas II	Categoría IV	Categoría III	Categoría II	
230/400	230	6	4	2,5	1,5
400/690	400	8	6	4	2,5

#### -Categoría I

Se aplica a los equipos muy sensibles a las sobretensiones y que están destinados a ser conectados a la instalación eléctrica fija (ordenadores, equipos electrónicos muy sensibles, etc.). En este caso, las medidas de protección se toman fuera de los equipos a proteger, ya sea en la instalación fija o entre la instalación fija y los equipos, con objeto de limitar las sobretensiones a un nivel específico.

#### -Categoría II

Se aplica a los equipos destinados a conectarse a una instalación eléctrica fija (electrodomésticos, herramientas portátiles y otros equipos similares).

#### -Categoría III

Se aplica a los equipos y materiales que forman parte de la instalación eléctrica fija y a otros equipos para los cuales se requiere un alto nivel de fiabilidad (armarios de distribución, embarrados, aparataje: interruptores, seccionadores, tomas de corriente, etc., canalizaciones y sus accesorios: cables, caja de derivación, etc., motores con conexión eléctrica fija: ascensores, máquinas industriales, etc.

*-Categoría IV*

Se aplica a los equipos y materiales que se conectan en el origen o muy próximos al origen de la instalación, aguas arriba del cuadro de distribución (contadores de energía, aparatos de telemedida, equipos principales de protección contra sobretensiones, etc.).

***-Medidas para el control de las sobretensiones.***

Se pueden presentar dos situaciones diferentes:

- Situación natural: cuando no es preciso la protección contra las sobretensiones transitorias, pues se prevé un bajo riesgo de sobretensiones en la instalación (debido a que está alimentada por una red subterránea en su totalidad). En este caso se considera suficiente la resistencia a las sobretensiones de los equipos indicada en la tabla de categorías, y no se requiere ninguna protección suplementaria contra las sobretensiones transitorias.

- Situación controlada: cuando es preciso la protección contra las sobretensiones transitorias en el origen de la instalación, pues la instalación se alimenta por, o incluye, una línea aérea con conductores desnudos o aislados.

También se considera situación controlada aquella situación natural en que es conveniente incluir dispositivos de protección para una mayor seguridad (continuidad de servicio, valor económico de los equipos, pérdidas irreparables, etc.).

Los dispositivos de protección contra sobretensiones de origen atmosférico deben seleccionarse de forma que su nivel de protección sea inferior a la tensión soportada a impulso de la categoría de los equipos y materiales que se prevé que se vayan a instalar.

Los descargadores se conectarán entre cada uno de los conductores, incluyendo el neutro o compensador y la tierra de la instalación.

***- Selección de los materiales en la instalación.***

Los equipos y materiales deben escogerse de manera que su tensión soportada a impulsos no sea inferior a la tensión soportada prescrita en la tabla anterior, según su categoría.

Los equipos y materiales que tengan una tensión soportada a impulsos inferior a la indicada en la tabla, se pueden utilizar, no obstante:

- en situación natural, cuando el riesgo sea aceptable.
- en situación controlada, si la protección contra las sobretensiones es adecuada.

### **6.3.7 Protección contra contactos directos e indirectos.**

#### ***-Protección contra contactos directos.***

##### *-Protección por aislamiento de las partes activas.*

Las partes activas deberán estar recubiertas de un aislamiento que no pueda ser eliminado más que destruyéndolo.

##### *-Protección por medio de barreras o envolventes.*

Las partes activas deben estar situadas en el interior de las envolventes o detrás de barreras que posean, como mínimo, el grado de protección IP XXB, según UNE20.324. Si se necesitan aberturas mayores para la reparación de piezas o para el buen funcionamiento de los equipos, se adoptarán precauciones apropiadas para impedir que las personas o animales domésticos toquen las partes activas y se garantizará que las personas sean conscientes del hecho de que las partes activas no deben ser tocadas voluntariamente.

Las superficies superiores de las barreras o envolventes horizontales que son fácilmente accesibles, deben responder como mínimo al grado de protección IP4X o IP XXD.

Las barreras o envolventes deben fijarse de manera segura y ser de una robustez y durabilidad suficientes para mantener los grados de protección exigidos, con una separación suficiente de las partes activas en las condiciones normales de servicio, teniendo en cuenta las influencias externas.

Cuando sea necesario suprimir las barreras, abrir las envolventes o quitar partes de éstas, esto no debe ser posible más que:

- bien con la ayuda de una llave o de una herramienta;
- o bien, después de quitar la tensión de las partes activas protegidas por estas barreras o estas envolventes, no pudiendo ser restablecida la tensión hasta después de volver a colocar las barreras o las envolventes;
- o bien, si hay interpuesta una segunda barrera que posee como mínimo el grado de protección IP2X o IP XXB, que no pueda ser quitada más que con la ayuda de una llave o de una herramienta y que impida todo contacto con las partes activas.

##### *-Protección complementaria por dispositivos de corriente diferencial-residual.*

Esta medida de protección está destinada solamente a complementar otras medidas de protección contra los contactos directos.

El empleo de dispositivos de corriente diferencial-residual, cuyo valor de corriente diferencial asignada de funcionamiento sea inferior o igual a 30 mA, se reconoce como medida de protección complementaria en caso de fallo de otra medida de protección contra los contactos directos o en caso de imprudencia de los usuarios.

#### ***-Protección contra contactos indirectos.***

La protección contra contactos indirectos se conseguirá mediante "corte automático de la alimentación". Esta medida consiste en impedir, después de la aparición de un fallo, que una tensión de contacto de valor suficiente se mantenga durante un tiempo tal que pueda dar como resultado un riesgo. La tensión límite convencional es igual a 50 V, valor eficaz en corriente alterna, en condiciones normales y a 24 V en locales húmedos.

Todas las masas de los equipos eléctricos protegidos por un mismo dispositivo de protección, deben ser interconectadas y unidas por un conductor de protección a una misma toma de tierra. El punto neutro de cada generador o transformador debe ponerse a tierra.

Se cumplirá la siguiente condición:

$$R_a \times I_a \leq U$$

donde:

- $R_a$  es la suma de las resistencias de la toma de tierra y de los conductores de protección de masas.
- $I_a$  es la corriente que asegura el funcionamiento automático del dispositivo de protección. Cuando el dispositivo de protección es un dispositivo de corriente diferencial-residual es la corriente diferencial-residual asignada.
- $U$  es la tensión de contacto límite convencional (50 ó 24V).

### **6.3.8 Puestas a 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.

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.

**-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 21.022.

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.

<i>Tipo</i>	<i>Protegido mecánicamente</i>	<i>No protegido mecánicamente</i>
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
No protegido contra la corrosión	25 mm <sup>2</sup> Cu 50 mm <sup>2</sup> Hierro	25 mm <sup>2</sup> Cu 50 mm <sup>2</sup> Hierro

\* 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:

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

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.

*- Conductores de equipotencialidad.*

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.

***-Resistencia a 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.

***-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.

***-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 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.

#### ***-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 mas 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.

### **6.3.9 Receptores de alumbrado.**

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

La masa de las luminarias suspendidas excepcionalmente de cables flexibles no deben exceder de 5 kg. 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.

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, que irá conectado de manera fiable y permanente al conductor de protección del circuito.

El uso de lámparas de gases con descargas a alta tensión (neón, etc.), se permitirá cuando su ubicación esté fuera del volumen de accesibilidad o cuando se instalen barreras o envolventes separadoras.



En instalaciones de iluminación con lámparas de descarga realizadas en locales en los que funcionen máquinas con movimiento alternativo o rotatorio rápido, se deberán tomar las medidas necesarias para evitar la posibilidad de accidentes causados por ilusión óptica originada por el efecto estroboscópico.

Los circuitos de alimentación estarán previstos para transportar la carga debida a los propios receptores, a sus elementos asociados y a sus corrientes armónicas y de arranque. Para receptores con lámparas de descarga, la carga mínima prevista en voltiamperios será de 1,8 veces la potencia en vatios de las lámparas. En el caso de distribuciones monofásicas, el conductor neutro tendrá la misma sección que los de fase. Será aceptable un coeficiente diferente para el cálculo de la sección de los conductores, siempre y cuando el factor de potencia de cada receptor sea mayor o igual a 0,9 y si se conoce la carga que supone cada uno de los elementos asociados a las lámparas y las corrientes de arranque, que tanto éstas como aquéllos puedan producir. En este caso, el coeficiente será el que resulte.

En el caso de receptores con lámparas de descarga será obligatoria la compensación del factor de potencia hasta un valor mínimo de 0,9.

En instalaciones con lámparas de muy baja tensión (p.e. 12 V) debe preverse la utilización de transformadores adecuados, para asegurar una adecuada protección térmica, contra cortocircuitos y sobrecargas y contra los choques eléctricos.

Para los rótulos luminosos y para instalaciones que los alimentan con tensiones asignadas de salida en vacío comprendidas entre 1 y 10 kV se aplicará lo dispuesto en la norma UNE-EN 50.107.

### **6.3.10 Receptores a motor.**

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 20.460 -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 1,50 kW a 5 kW: 3,0

De 5 kW a 15 kW: 2

Más de 15 kW: 1,5

## **7. DESCRIPCIÓN INSTALACIÓN ILUMINACIÓN.**

### **7.1 DESCRIPCIÓN GENERAL.**

#### **7.1.1 Objeto.**

Con la iluminación se pretende, en primer lugar conseguir un nivel de iluminación, o iluminancia, adecuado al uso que se quiere dar a cada sala, nivel que dependerá de la tarea que los usuarios hayan de realizar. El objetivo es conseguir una iluminación adecuada en nuestro instituto.

#### **7.1.2 Normativa.**

- REBT Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión, 2 de Agosto.
- CTE DB-HE 3: Eficiencia Energética de las Instalaciones de Iluminación.
- CIE Comisión Internacional de la Iluminación.

#### **7.1.3 Iluminación interior.**

Toda buena iluminación ha de cumplir cuatro condiciones esenciales:

- Suministrar una cantidad de luz suficiente.
- Eliminar todas las causas de deslumbramiento.
- Prever aparatos de alumbrado apropiados para cada caso.
- Utilizar fuentes luminosas que aseguren, para cada caso, una satisfactoria reproducción de los colores.

Se instalará en cada caso el sistema de iluminación que obtenga una alta eficiencia energética a la vez que sea capaz de aportar una iluminación de calidad y en cantidad suficiente para resolver una tarea visual con comodidad y crear un ambiente agradable.

El sistema de iluminación a instalar dependerá principalmente de las características del local y de la actividad que se va a desarrollar en él.

Los factores a tener en cuenta para elegir un sistema de iluminación son:

- la iluminancia media horizontal mantenida ( $E_m$ )
- el índice de deslumbramiento unificado (UGR)
- el índice de rendimiento de color ( $R_a$ )
- el valor de eficiencia energética de la instalación (VEEI)
- el índice del local ( $K$ ) utilizado en el cálculo
- el factor de mantenimiento ( $F_m$ ) previsto.
- el factor de utilización ( $f_u$ ) esperado.

#### ***-La Iluminancia media horizontal ( $E_m$ ):***

La iluminancia o nivel de iluminancia, es la cantidad de flujo luminoso (lúmenes) que emitido por una fuente de luz, llega vertical u horizontalmente a una superficie, dividido por dicha superficie, siendo su unidad de medida el lux.

El sistema de iluminación está diseñado de tal forma que los niveles de iluminación se obtengan en el mismo lugar donde se realiza la tarea. Así pues, dichos niveles deberían ser medidos a la altura del plano de trabajo. En las áreas de uso general los niveles de iluminación han de obtenerse a una altura de 85 cm. del suelo, en tanto que en las vías de circulación dichos niveles se deben medir al nivel del suelo.

En la siguiente tabla se muestran los valores de iluminancia media mínimos recomendados para nuestro instituto.

<b>Área</b>	<b>Subtipo de área</b>	<b>Em [Lux]</b>	<b>UGR</b>
Centros docentes	Gimnasio	300	22
	Biblioteca	500	19
	Aula de dibujo	750	16
	Aula de enseñanza técnica	500	19
	Aula de enseñanza general, trabajos manuales	300	19

**- El índice de deslumbramiento unificado (UGR):**

El deslumbramiento se puede producir cuando existen fuentes de luz cuya luminancia es excesiva en relación con la luminancia general existente en el interior del local (deslumbramiento directo, producido por luz solar o artificial), o bien, cuando las fuentes de luz se reflejan sobre superficies pulidas (deslumbramiento por reflejos o deslumbramiento indirecto).

El grado de deslumbramiento lo expresamos mediante el índice UGR de la Comisión Internacional de la Iluminación (CIE).

En la tabla de arriba se adjunta el UGR máximo para cada zona de nuestro instituto.

**- El índice de rendimiento de color (Ra):**

El IRC ofrece una indicación de la capacidad de la fuente de la luz para reproducir colores normalizados, en comparación con la reproducción proporcionada por una luz patrón de referencia. Mientras más alto sea este valor mejor será la reproducción del color.

Por otra parte la temperatura del color ( $T_c$  [K]) caracteriza la tonalidad de luz emitida. El dato de temperatura de color se refiere únicamente al color de la luz, pero no a su composición espectral que resulta decisiva para la reproducción de colores.

**- El valor de eficiencia energética (VEEI):**

El VEEI es el valor que mide la eficiencia energética de una instalación de iluminación de una zona de actividad diferenciada, cuya unidad de medida es (W/m<sup>2</sup>) por cada 100 lux.

Con el fin de establecer los correspondientes valores de eficiencia energética límite, las instalaciones de iluminación se identificarán, según el uso de la zona, dentro de uno de los 2 grupos siguientes:

a) Grupo 1: Zonas de no representación o espacios en los que el criterio de diseño, la imagen o el estado anímico que se quiere transmitir al usuario con la iluminación, queda relegado a un segundo plano frente a otros criterios como el nivel de iluminación, el confort visual, la seguridad y la eficiencia energética;

b) Grupo 2: Zonas de representación o espacios donde el criterio de diseño, imagen o el estado anímico que se quiere transmitir al usuario con la iluminación, son preponderantes frente a los criterios de eficiencia energética.

El CTE DB-HE 3: Eficiencia Energética de las Instalaciones de Iluminación, Tabla 2.1 Valores límite de eficiencia energética de la instalación, establece dichos valores máximos.

**- El índice del local (K):**

Los locales a iluminar se clasifican según la relación que existe entre sus dimensiones, la altura de montaje y el tipo de alumbrado. Es lo que denominamos índice del local y nos sirve después para determinar el *factor de utilización*. También depende del tipo de luminaria siendo diferente para luminarias directas, semidirectas, directas-indirectas y general difusa que para luminarias indirectas y semi-indirectas.

**- El factor de mantenimiento (Fm):**

En términos generales, se pueden establecer los factores de mantenimiento como función del ambiente de trabajo. Este factor se obtiene por multiplicación de tres factores (la depreciación del flujo de la lámpara, la depreciación de la luminaria y la depreciación de la superficie de la habitación) como ya habíamos comentado anteriormente.

**- El factor de utilización (Fu):**

El factor de utilización de un sistema de alumbrado es la relación entre el flujo luminoso que llega al plano de trabajo y el flujo total que emiten las lámparas instaladas. Este es un dato muy importante para el cálculo del alumbrado y depende de la diversidad de factores, como son: el valor adecuado de nivel de iluminación, el sistema de alumbrado, las luminarias, las dimensiones del local, la reflexión (techos, paredes y suelo) y el factor de mantenimiento.

En general, para su determinación, se utiliza el método de las reflectancias y existen, actualmente, muchas situaciones y valores tabulados según cada fabricante e incluso programas de ordenador para usuarios. A la hora de manejar este factor, que tener en cuenta si éste está o no multiplicado por el rendimiento de la luminaria ( $\eta$ ), para su posterior uso en la fórmula de cálculo de alumbrado.

### **7.1.4 Iluminación de emergencia.**

**-Iluminación de ambiente o antipático.**

Es la parte del alumbrado de seguridad previsto para evitar todo riesgo de pánico y proporcionar una iluminación ambiente adecuada que permita a los ocupantes identificar y acceder a las rutas de evacuación e identificar obstáculos.

El alumbrado ambiente o anti-pánico debe proporcionar una iluminancia horizontal mínima de 0,5 lux en todo el espacio considerado, desde el suelo hasta una altura de 1 m. La relación entre la iluminancia máxima y la mínima en todo el espacio considerado será menor de 40.

La autonomía de estos aparatos será de una hora como mínimo.

### ***-Iluminación de evacuación.***

Es la parte del alumbrado de seguridad previsto para garantizar el reconocimiento y la utilización de los medios o rutas de evacuación cuando los locales estén o puedan estar ocupados.

En rutas de evacuación, el alumbrado de evacuación debe proporcionar, a nivel del suelo y en el eje de los pasos principales, una iluminancia horizontal mínima de 1 lux. En los puntos en los que estén situados los equipos de las instalaciones de protección contra incendios que exijan utilización manual y en los cuadros de distribución del alumbrado, la iluminancia mínima será de 5 lux. La relación entre la iluminancia máxima y la mínima en el eje de los pasos principales será menor de 40.

## **8. DESCRIPCIÓN INSTALACIÓN A.C.S.**

### **8.1 DESCRIPCIÓN GENERAL.**

#### **8.1.1 Objeto.**

La producción de agua caliente sanitaria tiene como objetivo calentar el agua que proviene de la red de distribución a la temperatura adecuada. El objetivo es que en periodos “punta” de consumo máximo no falte A.C.S.

Debido a esto, se tiene que hacer una estimación del consumo de energía calorífica con el fin de poder dimensionar el equipo necesario para la generación del A.C.S. e intentar que los elementos de la instalación no resulten sobredimensionados.

Los colectores solares se colocarán en el tejado del edificio, con una orientación adecuada para una óptima captación de energía solar.

Para nuestra instalación la misión del A.C.S. será la de calentar el agua para las duchas de los vestidores principalmente y también la de la cocina.

El sistema de A.C.S será mixto con la calefacción en el sentido que en los meses de otoño-invierno no cumple con la demanda total de energía, así que necesitara el apoyo de la caldera de gas natural de la calefacción.

#### **8.1.2 Normativa.**

Para el estudio de esta instalación se ha tenido en cuenta las siguientes normas y organismos:

- Código técnico de la edificación CTE “Documento básico HE4”
- Reglamento de las instalaciones térmicas en los edificios (RITE) y Instrucciones térmicas complementarias ITE.
- Boletín Oficial de la Provincia de Zaragoza (BOPZ) para consumos de A.C.S.
- Atlas de radiación solar en Aragón.
- Instituto Nacional de meteorología.
- IDAE
- Censolar.

## **8.2 PREVISIÓN DE ENERGÍAS Y ECONÓMICA**

### **8.2.1 Consumo de A.C.S. y demanda energética**

El lugar para el que se va a llevar a cabo la instalación es un vestuario/ducha colectiva lo cual implica que según el CTE el consumo de A.C.S (HE-4 Tabla 3.1) para este recinto será de 15 litros A.C.S./día por servicio.

Dado que no todos los alumnos tendrán clase de educación física el mismo día consideraremos un coeficiente de simultaneidad de 0.5 en el consumo de A.C.S. o bien un menor consumo de litros de A.C.S. por persona (8 litros/día persona) que sería equivalente.

El número de personas del centro será el compuesto por los alumnos mas los profesores, siendo el número de alumnos máximo por clase de 25 y como hay 10 clases habrá un máximo de 250 alumnos en el centro. Los profesores y otro tipo de personal lo consideramos despreciable para el uso de las duchas y vestidores.

El consumo de A.C.S. en la cocina lo consideramos despreciable en comparación con el de las duchas, dado que en una cafetería-cocina de un instituto el horario principal de servicio será por las mañanas (desayunos y almuerzos, y dado que el público son chicos de entre 11 y 18 años no tienen poder adquisitivo ni tiempo para hacer un gran uso de la misma) con lo cual el mayor consumo que podría ser en la preparación de comidas queda exento y el del resto es mínimo. Además según el CTE el consumo de A.C.S (HE-4 Tabla 3.1) para una cafetería normal (la nuestra sería menor) es de 1 litro A.C.S./día por almuerzo lo cual explica por que es despreciable frente al de las duchas que es mucho mayor.

El número de días lectivos según el calendario escolar de centros educativos en Aragón para el año 2009-2010 será de un total de 177 días, el cual también comprende los correspondientes días de cada mes.

Los resultados de consumo y demanda energética son los siguientes:

-Consumo diario de litros ACS = C [l/día] = 2000 l/día

- Consumo medio mensual de litros ACS = C [l/mes] = 35400 l/mes
- Demanda energética anual ACS = 14957,43333 [Kwh/año]

### **8.2.2 Radiación solar recibida y energía útil.**

La radiación solar es la cantidad de radiaciones electromagnéticas emitidas por el sol. En el pliego de condiciones del IDAE se define la radiación solar media H como *la Energía en mega julios que incide sobre un metro cuadrado de superficie horizontal en un día medio de cada mes [MJ/m<sup>2</sup> día]*. En las tablas de Censolar aparecen los valores de cada mes para las diferentes ciudades del país.

A partir de esta radiación media sobre superficie horizontal obtendremos la radiación efectiva consumida por los captadores mediante la utilización de varios factores correctores como el ángulo de inclinación de las placas para superficie inclinada y pérdidas varias de eficiencia por contaminación, suciedad, etc. La radiación solar efectiva  $E_r$  se define como *la energía de radiación solar diaria efectiva por metro cuadrado o energía solar recibida o consumida por el captador [Kwh/m<sup>2</sup> día]*.

La energía solar aprovechada por el sistema o útil será *la energía que realmente utiliza nuestro sistema solar para calentar el A.C.S. [Kwh/m<sup>2</sup> mes] y esta es el resultado de quitar a la radiación solar recibida por las placas las diferentes pérdidas por radiación, absorción, conducción, convección etc.*

### **8.2.3 Tiempo de recuperación de la inversión.**

El coste total del equipo solar instalado se define como *la suma del coste variable dependiente del número de placas a colocar en nuestro sistema de captación solar y del coste fijo e independiente de las placas que correspondería al resto de elementos de la instalación*. El coste total del equipo solar asciende a 45429.3 €

El tiempo de recuperación de la inversión se define como *el tiempo necesario para que el ahorro en combustible acumulado a lo largo de un periodo de tiempo iguale la inversión total inicial*. El tiempo de recuperación de la inversión será de 16.3889515 años.

## **8.3 DESCRIPCIÓN DE LA INSTALACIÓN.**

### **8.3.1 Sistema de captación.**

El captador es el elemento principal de cualquier sistema de energía solar térmica. Tiene como misión captar la energía solar incidente y transmitirla en forma de calor al fluido caloportador, esto es debido a que al estar compuesto de un cuerpo negro absorbe mejor la radiación y dentro de él se realiza un efecto invernadero que hace que la transmisión sea eficaz.



Sus componentes principales son:

- La cubierta transparente, formada por una o dos láminas de vidrio.
- La placa absorbente o superficie negra.
- Los elementos por los que circula el fluido termo-portador.
- El aislamiento, que protege la parte lateral y posterior del colector.
- La carcasa que contiene los elementos anteriores y los protege de la intemperie.

El captador escogido es de la marca Riviera Impianti y el modelo es el EcoSole C2, es un captador plano que presenta un elevado rendimiento debido a su alto factor de eficiencia óptica y su moderado coeficiente de pérdidas. Además que por su constitución ofrecen una gran resistencia y durabilidad. Su vida útil la consideraremos de 20 años. Sus características y datos se adjuntan en la hoja técnica.

El rendimiento de un captador es *la relación entre la energía útil aportada por el fluido caloportador y la energía solar incidente sobre la cubierta del mismo.*

No es cierto que toda la energía que incide sobre el captador es aprovechada, existen pérdidas por radiación, absorción, conducción y convección.

El rendimiento medio resultante de todos los meses es de *0,48147708*.

Comentar que este valor es bajo (el rendimiento de un captador suele rondar valores del 0.6) debido a que al no utilizar las placas en los meses de verano, (julio y agosto, periodo no lectivo) que son los meses de mayor rendimiento por ser los de mayor calidad y cantidad de radiaciones solares, se reduce mucho el resultado.

La superficie de captación es área de terreno necesaria para que la instalación de los captadores cumpla la demanda mínima. Hay que tener en cuenta que cada modelo de captador tiene una superficie distinta, en nuestro caso, la superficie por captador es de  $2,309 \text{ m}^2$  sin tener en cuenta la superficie de instalación. La superficie de la instalación será como mínimo de *52 metros cuadrados*. Obtenemos el número de captadores a partir de la división de la superficie total de los captadores entre la superficie de cada captador ( $2,309 \text{ m}^2$ ). Resulta pues un número de *23 captadores*.

### **8.3.2 Disposición de los captadores.**

El conexionado de los captadores es una de las piezas claves en el diseño de las instalaciones solares. La conexión puede ser en serie, paralelo o de forma mixta.

*-Conexión en serie.*

El fluido caloportador entra en el primer captador por la parte inferior del mismo, dicho fluido es calentado mientras circula de forma ascendente por su interior y sale del primer captador por la parte superior para volver a introducirse en el segundo por la zona baja y así sucesivamente en función del número de captadores conectados.

Ventajas:

- Por todos los captadores circula el mismo caudal.
- Temperatura de salida muy elevada debido a que cada captador va sumando.

Desventajas:

- Al tener una temperatura de salida igual al salto térmico del primer captador multiplicado por el número de captadores conectados en serie (aproximadamente) al ir

incrementándose la diferencia de temperaturas respecto al exterior; el rendimiento será menor en el último captador de la serie.

*-Conexión en paralelo.*

Por cada captador circula de forma independiente el fluido caloportador, este fluido es calentado y llevado a un punto común de todos los captadores. Con esta conexión el salto térmico que se genera en un captador es el mismo que el de la conexión de captadores en paralelo.

Ventajas:

- El rendimiento en todos los captadores es igual.

Desventajas:

- No se alcanzan temperaturas tan elevadas como en la conexión en serie.

*-Conexión mixta.*

Consiste en la conexión de varias baterías conectadas en paralelo con retorno invertido para equilibrar la instalación y en cada una de las baterías los conectores conectados en serie. Una combinación idónea si se pretende beneficiarse de las ventajas de las conexiones en serie y en paralelo.

Se puede definir como baterías a los captadores conectados en serie o en paralelo. Para conseguir un funcionamiento óptimo de la instalación implica dimensionar óptimamente el circuito primario para que por cada batería circule la misma cantidad de fluido caloportador con la mínima pérdida de carga. Para que por cada bloque de captadores circule el fluido caloportador y se caliente de forma correcta, instalaremos válvulas de corte tanto en la entrada como en la salida, con el fin de realizar un cambio o reparación de un componente sin necesidad de vaciar completamente la instalación. Para limitar la presión de trabajo dispondremos de una válvula de seguridad. También instalaremos un purgador en la salida del bloque y en el punto más alto, así eliminaremos el aire que contenga el fluido caloportador en el proceso de llenado de la instalación, o en procesos futuros de reparaciones de elementos dañados.

En nuestro caso particular se podría montar una batería en serie de los 23 captadores o una batería en paralelo compuesta por dos filas de 12 captadores al ser recomendable que las filas de captadores tengan el mismo número, haciendo este último caso que el número de captadores ascienda a 24 a pesar de ser suficiente con los 23 calculados.

### **8.3.3 Orientación de las placas y sombras.**

En consumos de A.C.S. para poder obtener la máxima eficiencia de las placas, estas deben estar orientadas hacia el Sudeste. No hay ningún obstáculo que le pueda hacer sombra a las placas y su distancia mínima de separación entre ellas es más que suficiente para evitar que se hagan sombra entre ellas. Esta distancia es de 1.9761 m.

En nuestro caso las placas estarán en funcionamiento durante todo el año (salvo julio y agosto periodo no lectivo) por lo tanto para optimizar su rendimiento estarán orientadas hacia el Sudeste 41 grados de inclinación. En nuestro caso el valor del azimut es 0 grados porque las placas las orientamos hacia el Sudeste. Siguiendo lo establecido en documento básica HE4 página 19.

Zaragoza tienen una latitud de 41.7 grados.

### **8.3.4 Sistema de soporte.**

Debido a que los captadores se han de situar a una orientación e inclinación determinada para su máxima eficiencia, se hace necesario que los captadores se deban colocar sobre soportes para conseguir esta posición y así conseguir la máxima rentabilidad de los captadores.

### **8.3.5. Bomba de circulación.**

Para que el agua fría llegue al circuito primario (captadores y acumulador) necesitaremos de una fuerza externa que impulse el agua hasta esa altura, para ello dispondremos de las bombas de circulación.

La elección de la bomba nos viene impuesta por el caudal que circula y la altura manométrica que ha de superar.

Hemos escogido una bomba Grundfos UPS Solar 25-60 ya que cumple con los requisitos anteriormente expuestos. Dispone de 3 regímenes de trabajo o velocidades y a la vista del diagrama Q-H ya en el segundo régimen satisface las exigencias de altura y caudal.

Según las recomendaciones de los fabricantes, para instalaciones con superficies superiores a 50 m<sup>2</sup> se recomiendan la instalación de 2 bombas, en nuestro caso rondaríamos esa cifra así que instalaremos dos bombas en paralelo, una de reserva, con un funcionamiento alternativo de forma automática, como elemento de seguridad.

### **8.3.6 Vaso de expansión.**

El vaso de expansión es uno de los elementos que asegura el correcto funcionamiento de la instalación.

Es un depósito que contrarresta las variaciones de volumen y presión que se produce en el circuito cerrado, cuando un fluido aumenta o disminuye de temperatura. Cuando un fluido circula por un circuito cerrado aumentando su temperatura, éste se dilata, aumentando de volumen y llenando el vaso de expansión. Cuando la temperatura disminuye, el fluido se contrae saliendo del vaso de expansión para regresar al circuito.

Básicamente existen dos tipos de vasos de expansión:

- \_ Vasos de expansión abiertos.
- \_ Vasos de expansión cerrados.

En nuestro caso escogeremos la segunda opción, ya que la primera está en desuso cada vez más por las siguientes razones:

- Presenta pérdidas por evaporación del fluido del circuito.

- Tiene problemas de corrosión de las tuberías al estar en contacto con el oxígeno de la atmósfera.

Además la segunda opción tiene como ventajas que:

- Fácil montaje.
- No es necesario aislarlos
- Mantenimiento económico.
- Material de serie y bajo coste.
- Evitaremos pérdidas de calor del fluido.

Escogeremos un vaso de expansión con un volumen de *100 litros*.

### **8.3.7 Sistema de control.**

Los sistemas solares suelen ir previstos de un control que actúa sobre la bomba del circuito de los colectores. Este control está constituido por dos sensores que miden la temperatura del fluido termo-portador a la salida de los colectores ( $T_o$ ) y la del agua en el fondo del acumulador principal ( $T_s$ ). Estas señales se envían a un controlador diferencial, que, cuando la diferencia ( $T_o - T_s$ ) es menor a un valor predeterminado, detiene la bomba.

Este sistema tiene como objetivo asegurar que siempre que el subsistema colector funciona, será para añadir energía al depósito de acumulación. En efecto, si hay circulación en el circuito de los colectores cuando no hay radiación solar puede darse el caso que la diferencia ( $T_o - T_s$ ) sea negativa, cosa que implica estar sacando energía del acumulador para cederla al exterior a través de los colectores. La bomba volverá a ponerse automáticamente en funcionamiento cuando la citada diferencia sea superior a un cierto valor prefijado, generalmente entre  $2^{\circ}\text{C}$  y  $5^{\circ}\text{C}$ .

### **8.3.8 Acumulador.**

La necesidad de energía no siempre coincide en el tiempo con la captación que se obtiene del sol, por lo que es necesario disponer de un sistema de acumulación que haga frente a la demanda en momentos de poca o nula radiación solar; así como la acumulación energética producida en los momentos de poco o nulo consumo.

La demanda prevista será inferior a 3000 l con lo cual dispondremos de 2 depósitos acumuladores de 1500 l. Estarán ubicados en la terraza del instituto junto a los paneles térmicos en un cuarto de obra prefabricado.

El acumulador escogido será de la marca Roth con las siguientes características:

- Depósito acumulador de acero de alta calidad S235JR conforme a DIN 4753, con doble capa de esmaltado y doble intercambiador de serpentín de gran superficie.
- Boca de inspección y ánodo de Mg. 50mm de aislamiento de espuma de poliuretano.
- Este modelo lleva tratamiento interno de resina sintética.

### **-Estratificación**

Los cuerpos al elevar su temperatura disminuye su densidad.

Esto ocurre especialmente con el agua y el aire. La consecuencia de este fenómeno es que al estar una masa de agua sometida a la acción de la gravedad, la zona más caliente tiende a situarse en la parte más elevada y la fría en la zona inferior.

La mejor disposición del acumulador es vertical, ya que de esta forma se favorece la estratificación, que no es más que una división del depósito en niveles diferenciados de temperatura, consiguiendo así enviar el A.C.S. más caliente y el retorno a captadores lo más frío posible aumentando el rendimiento de la instalación. Es conveniente mantener una relación entre la altura y el diámetro del depósito mayor a 2 y ubicarlo preferentemente en interiores.

La entrada de agua fría se hará por la parte inferior y la salida por la superior, ya que el agua fría pesa más y se queda en la parte baja y el agua caliente sube. Es conveniente que la entrada de agua de primario al acumulador se realice a una altura del 50% al 75% de la altura total del depósito.

### **-Legionela**

En los acumuladores de A.C.S., al ser un agua estancada donde se puede generar depósitos de lodos, materias orgánicas... pueden formar una biocapa, la cual en condiciones óptimas de temperatura – 35/37°C – se puede generar la multiplicación de Legionella hasta concentraciones infecciosas para el ser humano.

La legionella es una bacteria ambiental capaz de sobrevivir a un amplio intervalo de condiciones físico-químico.

El RD 865/2003 de 4 julio establece los criterios higiénicos-sanitarios para la prevención y control de legionella.

Para evitar la legionelosis en acumuladores destinados a usos colectivos, debe alcanzar 60 °C y llegar eventualmente hasta los 70 °C, con el fin de asegurar una desinfección eficaz en el caso de instalaciones colectivas según el RD 865/2003 del 4 de Julio.

Para ello estableceremos mantenimiento de los acumuladores al igual que de toda la instalación para prevenir posibles problemas que puedan influir en la salud de los trabajadores así como en el rendimiento de la misma.

### **8.3.9 Intercambiador**

En todas las instalaciones, salvo en las de calentamiento de piscinas al aire libre, se ha de incorporar un intercambiador.

El intercambiador de calor es el elemento de la instalación encargado de transferir el calor generado en los captadores solares al agua del depósito, mediante un movimiento forzado del fluido caloportador sin que exista la mezcla de los dos fluidos, es decir, con separación física del fluido que circula por el circuito primario solar del fluido de uso del circuito secundario o de consumo.

La ventajas de disponer una configuración de circuitos independientes, primario y secundario son:

- El circuito primario trabaja a presión de los captadores, sin sufrir fluctuaciones

importantes.

- La circulación del circuito primario puede ser regulado, de esta forma obtendremos optimización energética.
- El fluido caloportador utilizado en el circuito primario es un líquido térmico con anticongelantes y agentes inhibidores para proteger a los captadores de posibles congelaciones y calcificación.

En nuestro caso el intercambiador de calor será mediante serpentín incorporado en el acumulador.

Ventajas:

- Al estar el serpentín sumergido en el fluido del secundario permite tener mejor rendimiento.
- Pérdida de carga media.
- Acumulador de coste mediano.
- Equipos bastante estandarizados en el mercado.

### **8.3.10 Tuberías y aislamiento térmico.**

Para las tuberías utilizadas en instalaciones solares hay que distinguir entre dos circuitos:

- Circuito Primario: Captadores-Intercambiador.

Para este circuito primario hay que tener en cuenta que en determinadas ocasiones la temperatura del fluido caloportador entre captador e intercambiador puede alcanzar temperaturas muy elevadas de hasta 130°C, este hecho nos producirá esfuerzos considerables sobre las tuberías y fricciones debido a su dilatación, además de acelerar procesos de corrosión y calcificación.

- Circuito Secundario: Acumulador-Consumo.

Respecto a este circuito la incorporación de la instalación solar no afecta de modo alguno para la modificación de los materiales existentes.

Nosotros para nuestro circuito primario elegiremos tuberías de cobre debido a su bajo coste y sus grandes prestaciones.

El diámetro interior de las tuberías será de 26 y 20 mm para los tramos 1-4 y 2-3 respectivamente. Su diámetro exterior correspondiente será de 28 y 22 mm.

Para minimizar las pérdidas de energía caloríficas del conjunto de las baterías de los capadores, es conveniente colocar unos aislamientos térmicos a las tuberías del circuito primario.

Estos aislamientos deben cumplir con la norma vigente RITE y en especial con el apéndice I.T- 1.2.4.2.1 de espesores mínimos de aislante térmico de redes de

tuberías. Para una temperatura máxima del fluido de entre 40-60 °C corresponde un espesor del aislamiento de 35 mm para zonas exteriores y de 25 mm para zonas interiores.

Para ello reforzaremos nuestras tuberías con el aislante ARMAFLEX que presenta un coeficiente de 0,040 W/m°C y con los espesores anteriormente citados. Para este tipo de instalaciones se suele utilizar ARMAFLEX HT, especial para altas temperaturas.

### **8.3.11 Líquido caloportador.**

El líquido caloportador es aquel fluido que circula por los conductos de los captadores transfiriendo la energía solar térmica recibida a su paso por las placas solares al acumulador del sistema.

Este fluido puede ser de cuatro tipos diferentes:

· *Agua natural.*

El agua que circula por los captadores es la misma que se utiliza en el uso doméstico, sin añadir ningún componente químico.

El inconveniente de este fluido es que:

- Los conductos por los que circula han de soportar el efecto corrosivo del agua caliente.
- También los materiales utilizados para estos circuitos han de estar recogidos dentro de la legislación actual para conducción de agua potable.

· *Derivados de petróleo o líquidos orgánicos.*

El fluido que circula es de composición orgánica o derivado del petróleo, esta clase de fluidos tiene como única ventaja que son de gran calidad debido a su aporte energético.

Por otra parte al resultar fluidos de carácter combustible, resultan peligrosos al ser altamente inflamables con riesgos de incendio, por ello apenas son utilizables en instalaciones solares térmicas.

· *Aceites y siliconas.*

Son productos también de alta calidad y bastante estables. Es un fluido no tóxico y no son inflamables, pero su gran desventaja es que no son económicos, de ello que tan sólo se utilicen en instalaciones solares térmicas de media y alta temperatura.

· *Agua con anticongelante.*

Esta es la opción más generalizada en este tipo de instalaciones solares térmicas, los aditivos anticongelantes suelen ser alcoholes del tipo etilenlicol o propilenlicol.

Hay que tener en cuenta que al añadir otros productos al agua, las propiedades físicas y químicas de la mezcla varían en función de la composición. Los parámetros más importantes a tener en cuenta son:

-Toxicidad

Algunos anticongelantes son tóxicos, por lo tanto hay que evitar pérdidas que puedan mezclarse con este consumo de agua.

Por nuestra parte el anticongelante escogido será el propilenlicol debido a que el etilenlicol es perjudicial para la salud.

**-Viscosidad**

Si se aumenta la viscosidad de la mezcla, se aumentan las pérdidas de carga.

**-Dilatación**

Al aumentar la dilatación de la mezcla hay que tenerla en cuenta para dimensionar el vaso de expansión.

**-Temperatura de ebullición**

Generalmente es superior al del agua pura, por lo tanto es un factor favorable para las instalaciones solares térmicas en épocas de poca radiación y de bajo consumo.

En nuestro caso escogeremos como fluido caloportador agua con anticongelante, en nuestro caso el anticongelante a utilizar será de propilenglicol debido a que el anticongelante etilenglicol es perjudicial para la salud

### **8.3.12 Otros componentes.**

Para la instalación de: purgador, válvula expansión, válvula retención, vaso de expansión, válvula de seguridad, manómetro, filtro y desagüe deberemos seguir lo establecido en el RITE.

### **8.3.13 Mantenimiento.**

Las instalaciones térmicas se mantendrán de acuerdo con las operaciones y periodicidad contenidas en el programa de mantenimiento preventivo establecido en el “Manual de Uso y Mantenimiento” que será, al menos, las indicadas en la tabla 3.1 del RITE. Para el mantenimiento de la instalación solar térmica seguiremos lo estipulado en el Código técnico de la edificación, apartado A.C.S. 4.2, donde encontraremos una tabla sobre el mantenimiento del sistema de captación. En la mayoría de los componentes el mantenimiento se efectuará una vez al año.

## **9. DESCRIPCIÓN INSTALACIÓN CONTRA INCENDIOS.**

### **9.1 DESCRIPCIÓN GENERAL.**

#### **9.1.1 Objeto**

El objeto de dicha instalación es prevenir la iniciación, evitar la propagación y facilitar la extinción de incendios. Dicha instalación contará con detectores, alarmas, un sistema de extinción de mangueras y extintores además de un sistema de detección de incendios punto a punto con centralita de detección.

#### **9.1.2 Normativa**



Para el estudio de estas instalaciones se han tenido en cuenta las siguientes normativas:

- Código técnico de la edificación CTE “Documento básico SI- Seguridad en caso de incendio”
- Reglamento de instalaciones de protección contra incendios
- Reglamento de seguridad contra incendios en los establecimientos industriales.
- Las normas UNE que hagan referencia a cualquier elemento, montaje o equipo de la instalación y en particular las UNE- 19047, 19048, 37501, 37505 (tuberías galvanizadas), 23-110-75, 23001, 23002, 23003, 23004, 23005, 23006, 23026, 23112, 23113, 23115 (extintores), 23-601, 23-602, 23-603, 23-604 (agentes extintores), 23091 (Equipos de mangueras), 23-541-79y 23542-79 (Sistemas fijo de extinción).

## **9.2 DESCRIPCIÓN EDIFICIO Y EVACUACIÓN.**

### **9.2.1 Sectores de incendio.**

La superficie total construida del instituto es de 2600 metros aproximadamente:

- Planta Baja 1.217 m<sup>2</sup>
- Planta Primera 644 m<sup>2</sup>
- Planta Segunda 644 m<sup>2</sup>

Hacemos referencia al Código Técnico de la Edificación, Documento Básico SI-1 Propagación interior: Compartimentización en sectores de incendio, Tabla 1.1: condiciones compartimentización en sectores de incendio, apartado de Docencia, que dice así:

*Si el edificio tiene más de una planta, la superficie construida de cada sector de incendio no debe exceder de 4.000m<sup>2</sup>. Cuando tenga una única planta, no es preciso que esté compartimentada en sectores de incendio.*

En resumen tenemos un único sector de incendios que será todo el edificio.

### **9.2.2 Locales y zonas de riesgo especial**

Hacemos referencia al Código Técnico de la Edificación, Documento Básico SI-1 Propagación interior: Locales y zonas de riesgo especial, que dice así:

*Los locales y zonas de riesgo especial integrados en los edificios se clasifican conforme los grados de riesgo alto, medio y bajo según los criterios que se establecen en la tabla 2.1. Los locales y las zonas así clasificados deben cumplir las condiciones que se establecen en la tabla 2.2.*

En resumen:

-La cocina tiene una potencia de 7.7 kW (junto con la cafetería), muy inferior a los  $20 < P \leq 30$  kW que marca el CTE para riesgo bajo.

-En sala de calderas se ha estimado una demanda de potencia de 121.148,9 kcal/h para la calefacción del edificio, debido a que el sistema es mixto y lo usaremos de apoyo para el A.C.S. le añadiremos unas 20.000 kcal/h haciendo un total de 141.148,9 kcal/h o 163,8738729 kW, que estaría en el rango de riesgo bajo según CTE:  $70 < P \leq 200$  kW.

### **9.2.3 Ocupación.**

Según el CTE DB SI 3: Evacuación de ocupantes, se dan unas recomendaciones para el cálculo de ocupación en edificios de uso docente pero no es necesario utilizar este método puesto que ya conocemos la gente que contendrá el instituto.

En cada clase puede haber como mucho 25 alumnos y dado que hay 10 clases, esto hace un total de 250 alumnos. Otro tipo de personas como profesores o personal del centro es despreciable frente a la cantidad de alumnos y dado que no todas las clases estarán llenas con 25 alumnos, el cálculo queda asegurado.

### **9.2.4 Evacuación**

Para el análisis de la evacuación de este edificio, se considera como origen de evacuación todo punto ocupable en cualquiera de los recintos, siguiendo lo prescrito por DB-SI3.

La planta baja dispone de un total de siete salidas, siendo la longitud del recorrido de todo origen de evacuación hasta alguna de las salidas menores que los 50 metros que marca como máximo DB-SI3 en la tabla 3.1. En la planta primera y planta segunda disponemos de dos salidas de emergencia por planta.

En cada planta disponemos de más de una salida ya que la ocupación de cada planta es superior a 100 personas.

El cálculo de la anchura de los elementos de evacuaciones lleva a cabo de acuerdo con los criterios establecidos CTE-DB-SI3 en la tabla 4.1.

#### ***-Dimensionado de los elementos de evacuación***

En la planta baja disponemos de un total de siete salidas, y dos en cada una del resto de plantas.

Las rampas y pasillos se dimensionarán como mínimo a razón de 1 metro de ancho por cada 3 personas.

Todas las puertas y pasos son como mínimo de 1 metro de ancho excepto en los aseos, despachos, y aulas que son de 0,8 metros de ancho, suficiente para la ocupación de cada uno de estos recintos.

La ocupación total del edificio es de 250 personas, según esta ocupación y la fórmula anterior mencionada, necesitamos unas salidas de:  $A = 250 / 200 = 1,25$  metros  $> 0,8$ , siendo las verdaderas dimensiones del proyecto muy superiores.

Las puertas de salida serán abatibles con eje de giro vertical y fácilmente operables, con apertura en el sentido de la evacuación.

La anchura libre de puertas, pasos y huecos previstos como salida de evacuación será igual o mayor que 0,8 metros. La anchura de la hoja será igual o menor que 1,20 m. y en puertas de dos hojas, igual o mayor que 0,6m, pero siempre menor de 1,20 metros.

### ***-Escaleras y ascensor***

En escaleras para evacuación descendente o ascendente de 2 plantas (primera y segunda), las escaleras tendrán una anchura mínima de 1,20m.

Ninguno de los tramos de cualquiera de las escaleras que se disponen en el edificio tiene más de 12 peldaños seguidos, ni menos de tres. Todas tienen una huella de 28cm y una contrahuella de 18cm. Los peldaños tendrán tabica y carecerán de bocel, y se dispondrá de pasamanos a ambos lados de las mismas.

El ascensor al no comunicar diferentes sectores de incendio (sólo hay un sector), no necesitara disponer de vestíbulo de independencia ni unas puertas tipo E 30.

### **9.2.5 Señalización**

Deben disponerse señales indicativas de dirección de los recorridos que deben seguirse desde todo origen de evacuación hasta un punto desde el que sea directamente visible la salida o la señal que la indica.

Se utilizarán los rótulos de “SALIDA”, para indicar la salida de uso habitual y “SALIDA DE EMERGENCIA”, para indicar la que este prevista para uso exclusivo en dicha situación, estas señales indicadoras de dirección cumplirán lo establecido en la Norma UNE 23.034.

Deberán señalarse los medios de protección de utilización manual de modo que sea visible desde todo punto protegido por dicho medio. Las señales serán las definidas en la Norma UNE 23.033 y su tamaño será el indicado en la norma UNE 81.501 la cual establece que la señal, en m<sup>2</sup>, sea al menos igual al cuadrado de la distancia de observación, en metros, dividida entre 2.000.

Las señales deben ser visibles incluso en caso de fallo en el suministro al alumbrado normal. Cuando sean fotoluminiscentes, sus características de emisión luminosa deben cumplir lo establecido en la norma UNE 23035-4:2003.

Para la señalización de bocas de incendio, extintores, hidrantes, pulsadores manuales de alarma y dispositivos de disparo con sistema de extinción. Se deben señalar mediante señales definidas en la norma UNE 23033-1 cuyo tamaño sea:

- a) 210 x 210 mm cuando la distancia de observación de la señal no exceda de 10 m;
- b) 420 x 420 mm cuando la distancia de observación esté comprendida entre 10 y 20 m;
- c) 594 x 594 mm cuando la distancia de observación esté comprendida entre 20 y 30 m.

### **9.2.6 Resistencia al fuego de elementos constructivos**

La escuela está construida con materiales de obra resistentes al fuego en escala RF-90. Para mantener dicha resistencia al fuego se instalarán anillos RF-90 en cada paso de instalaciones que cruce una pared, para así mantener la resistencia de dicha pared.

#### ***-Otros materiales.***

Los materiales situados en el interior de los falsos techos o suelos elevados, tanto los utilizados para aislamiento térmico y acondicionamiento acústico, como los que constituyan o revistan conductos de aire acondicionado y ventilación, deben pertenecer a la clase M0 (materiales ignífugos).

### **9.2.7 Carga de fuego del edificio**

Para la determinación de la carga de fuego en nuestro edificio se ha utilizado el método de GRETENER, que realiza una evaluación de riesgos y de las protecciones, en caso de incendio. Se ha aplicado al conjunto del edificio.

El método consiste en aplicar una serie de coeficientes en relación a las diferentes protecciones contra incendios aplicadas a los locales y el riesgo de la edificación, según su construcción y utilidad.

En el apartado de cálculos justificativos se han detallado todas las formulas y coeficientes escogidos para realizar el cálculo, además de una tabla donde podremos observar los parámetros más relevantes para realizar los cálculos y podemos comprobar que  $\sqrt{1} = 1.5365$ , valor superior a 1, por lo tanto, el edificio está lo suficientemente protegido contra incendios.

## **9.3 DESCRIPCIÓN INSTALACIÓN CONTRA INCENDIOS.**

### **9.3.1 Central de detección de incendios.**

Se instalará una central contra incendios punto a punto ubicada en la recepción de la planta baja. Los diferentes pulsadores, alarma y detectores irán conectados a la central, la cual se encargara de gestionar todas las funciones de detección y aviso en caso de incendio.

La central será de marca Notifier Fire Systems, modelo ID50 la cual estará formada por los siguientes elementos:

Central compacta de un lazo no ampliable y montada en cabina metálica. Incorpora una fuente de alimentación de 2,5 A, circuito cargador de baterías, circuitería electrónica montada en la placa base, circuito de salida para aviso y señalización, circuito de entrada de alarma a través de un interfaz digital analógico con protocolo Notifier e interfaz RS232 y RS485, este último opcional. Dispone de panel frontal con pantalla LCD de 2 líneas de 40 caracteres, teclado de membrana con teclas de función y control y leds para señalar el estado del sistema. Incluye manuales y software multilingüe (español, portugués e inglés). La centralita estará equipada con sistema de baterías (SAI) y también dispondrá de memoria para el almacenamiento de sucesos en el tiempo (caja negra).

### **9.3.2 Sistema detección de incendios.**

Según el DB-SI 4: Instalaciones de protección contra incendios, Tabla 1.1. Dotación de instalaciones de protección contra incendios:

Para todo edificio de uso docente se colocara un sistema de detección de incendios si la superficie construida excede de 1.000 m<sup>2</sup>

Para la detección e incendios se ha optado por un sistema multicriterio que combina la detección óptica (humo) y la térmica (temperatura) captando así cualquier posible señal de incendio.

El detector de incendios será de la marca Notifier Fire Systems y el modelo será SDX-751 TEM el cual tendrá las siguientes características:

Comunicación digital y analógica, microprocesador controlado por algoritmos Internos, estabilidad mejorada mediante software de procesamiento de señal, comunicación estable con gran resistencia al ruido, 3 niveles fijos de sensibilidad óptico-térmica y 2 niveles de sensibilidad con ajuste automático a las condiciones ambientales, detección sólo térmica para aplicaciones día/noche, compensación automática por suciedad, dos leds que permiten ver el estado del detector desde cualquier punto, direccionamiento mediante selectores rotatorios y decádicos, opción de prueba manual o automática, marcado CE según Directiva 89/106/CEE (CPD). Aprobado según EN54-7:2000 y EN54-5:2000,

CEA 4021. Certificado: LPCB, VdS. Equivalencia BOE 297 (12/12/01).Garantía de 3 años.

### **9.3.3 Sistema de alarma**

El accionamiento de las sirenas se controlará por medio de la central. Estas podrán ser activadas por la central, mediante un conmutador temporizado para un cierto tiempo, o también manualmente. Seguiremos lo prescrito en la norma UNE 23 033. Se ha optado por un modelo que integra la alarma a la base del detector, ahorrando así cable y terminales. Bastara con una alarma por planta.

La alarma escogida será de la marca Notifier Fire Systems y el modelo será ABS32/W la cual tendrá las siguientes características:

Compatible con las centrales analógicas de la serie ID50/60 e ID3000, sirena con base integrada direccionable y controlada de forma individual desde el lazo de comunicaciones, a través de la central de incendios; comunicación digital y analógica estable con gran resistencia al ruido, sirena con base integrada para detectores de la serie 500 y 700, 32 tonos seleccionables con 3 niveles de volumen, bajo consumo (5 mA máx. 97 dBA) que aumenta la cantidad de dispositivos de aviso conectables al lazo analógico, adecuada para interiores, procedimiento sencillo para la puesta en marcha y fácil localización de averías, mecanismo antisabotaje, disponible en versión con aislador incorporado, aprobada según EN54-3 y la Directiva de Productos de Construcción (CPD).

### **9.3.4 Cables**

Para realizar la instalación de detección contra incendios utilizaremos cable de cobre de 2x1.5 – LHR mm<sup>2</sup>, instalados dentro de un tubo corrugado para su montaje encastado, siempre que se pueda. Como ya se ha indicado el cable será libre de halógenos y resistente al fuego.

### **9.3.5 Pulsadores de alarma.**

Se instalarán pulsadores manuales de alarma protegidos con tapa de vidrio y montaje empotrado o en superficie. Los pulsadores se ubicaran en los recorridos de evacuación y en la proximidad de puertas de salida, de tal manera que la distancia a recorrer desde cualquier punto de la instalación hasta el pulsador más próximo sea inferior a 25 metros.

El pulsador de alarma escogido será de la marca Notifier Fire Systems y el modelo será M700KAC-FF el cual tendrá las siguientes características:

Pulsador de alarma de tipo rearmable o cristal, identificable individualmente y direccionable mediante dos selectores rotatorios decádicos(01-99); incorpora tapa de protección para evitar la activación accidental y actuaciones no deseadas,

reduciéndose así el riesgo de falsas alarmas, el cristal del pulsador dispone de un plástico protector para evitar cortes y la fragmentación del mismo, dispone de llave para pruebas de funcionamiento. Al insertar ésta por el orificio previsto para este fin, se provoca la alarma del pulsador sin alteración del cristal. Al retirar la llave el pulsador vuelve a recuperar su estado normal, comunicación digital analógica, conexión al lazo mediante dos hilos, dispone de led que permite ver el estado del pulsador: reposo/activado. Parpadeo del led seleccionable en el estado de reposocomunicación, grado de protección IP24D, certificado según EN54, parte 11, certificado de conformidad CE: Serie M700KAC: 0832- CPD-0651, Serie M700KAC-I: 0832- CPD-0697, garantía: 3 años.

### **9.3.6 Extintores portátiles**

Según el DB-SI 4: Instalaciones de protección contra incendios, Tabla 1.1. Dotación de instalaciones de protección contra incendios:

Se colocarán extintores portátiles de eficacia 21A – 113B en un número suficiente para que el recorrido desde todo origen de evacuación hasta cada extintor no supere los 15 metros, para todo edificio de uso general.

Todos los extintores se dispondrán de forma tal que puedan ser utilizados de manera rápida y fácil; se situarán a la altura reglada, de forma tal que el extremo superior del extintor se encuentre a una altura sobre el suelo menor que 1,70 metros.

La disposición de los extintores la podemos apreciar en los planos de la instalación contra incendios.

Se dispondrán extintores tipo ABC para todo el edificio excepto la sala de los cuadros eléctricos de la planta baja que será de CO<sub>2</sub>.

### **9.3.7 Bocas de incendio equipadas**

Según el DB-SI 4: Instalaciones de protección contra incendios, Tabla 1.1. Dotación de instalaciones de protección contra incendios:

Para todo edificio de uso docente se colocara un sistema de bocas de incendio equipadas si la superficie construida excede de 2.000 m<sup>2</sup>.

El cálculo del grupo de presión de las BIEs así como la garantía de la presión en punta de lanza ha sido calculadas en la sección de cálculos justificativos.

Se colocarán tantas bocas de incendio como se especifican en el plano, equipadas, B.I.E. tipo c-25. Formada por cabina en chapa de acero 600x750x260 mm., pintada en rojo, marco en acero cromado con cerradura de cuadrado de 8 mm., rótulo “romper en caso de incendio”, devanadera con toma axial abatible, válvula de 1”, 20 metros de manguera semi-rígida y manómetro de 0 a 16 kg/cm<sup>2</sup> según UNE 23.403 certificado por AENOR, totalmente instalada.

La red de tubería de alimentación de las bocas de incendios será de acero galvanizado de 2" de diámetro al principio y de 1 ½ cuando se divida hacia cada BIE, discurrirá enterrada desde el grupo de presión hasta llegar a las BIEs. La presión en punta de lanza será entre 3,5 kg/cm<sup>2</sup> y 5 kg/cm<sup>2</sup>, con un caudal por cada boca de 1,6 l/s.

Habrà una acometida de agua independiente de compañía para así garantizar la presión mínima necesaria en todo momento.

Según el RIPCI las bocas de incendio equipadas deben cumplir:

1. Los sistemas de bocas de incendio equipadas estarán compuestos por una fuente de abastecimiento de agua, una red de tuberías para la alimentación de agua y las bocas de incendio equipadas (BIE) necesarias.

Las bocas de incendio equipadas (BIE) pueden ser de los tipos BIE de 45 mm y BIE de 25 mm.

2. Las bocas de incendio equipadas deberán, antes de su fabricación o importación, ser aprobadas de acuerdo con lo dispuesto en el artículo 2 de este Reglamento, justificándose el cumplimiento de lo establecido en las normas UNE 23.402 y UNE 23.403.

3. Las BIE deberán montarse sobre un soporte rígido de forma que la altura de su centro quede como máximo a 1,50 m sobre el nivel del suelo o a más altura si se trata de BIE de 25 mm, siempre que la boquilla y la válvula de apertura manual si existen, estén situadas a la altura citada.

Las BIE se situarán, siempre que sea posible, a una distancia máxima de 5 m de las salidas de cada sector de incendio, sin que constituyan obstáculo para su utilización.

El número y distribución de las BIE en un sector de incendio, en espacio diáfano, será tal que la totalidad de la superficie del sector de incendio en que estén instaladas quede cubierta por una BIE, considerando como radio de acción de ésta la longitud de su manguera incrementada en 5 m.

La separación máxima entre cada BIE y su más cercana será de 50 m. La distancia desde cualquier punto del local protegido hasta la BIE más próxima no deberá exceder de 25 m.

Se deberá mantener alrededor de cada BIE una zona libre de obstáculos que permita el acceso a ella y su maniobra sin dificultad.

La red de tuberías deberá proporcionar, durante una hora, como mínimo, en la hipótesis de funcionamiento simultáneo de las dos BIE hidráulicamente más desfavorables, una presión dinámica mínima de 2 bar en el orificio de salida de cualquier BIE.

Las condiciones establecidas de presión, caudal y reserva de agua deberán estar adecuadamente garantizadas.

El sistema de BIE se someterá, antes de su puesta en servicio, a una prueba de estanquidad y resistencia mecánica, sometiendo a la red a una presión estática igual a la máxima de servicio y como mínimo a 980 kPa (10 kg/cm<sup>2</sup>), manteniendo dicha presión de prueba durante dos horas, como mínimo, no debiendo aparecer fugas en ningún punto de la instalación.



Además las bocas de incendio cumplirán también:

-25 mm de diámetro en la manguera

-Presentaran una autonomía de 120 minutos con una presión en la boquilla, lanza u orificio de salida de cualquier BIE de 2 a 5 bares con las dos BIEs hidráulicamente más desfavorables en funcionamiento.

-Una condición de descarga en boquilla de a 3.5 bar a un caudal mínimo de 6 m<sup>3</sup>/h - 100 l/minuto - 1.6 l/s.

### **9.3.8 Grupo de presión.**

Las bocas de incendio equipadas necesitaran de una fuerza externa que impulse el agua para el apagado de un fuego o incendio, satisfaciendo las necesidades de las mismas en términos de presión y caudal. De esto se encargara el grupo de presión.

El cálculo del grupo de presión de las BIEs así como la garantía de la presión en punta de lanza han sido calculadas en la sección de cálculos justificativos.

El grupo de presión escogido será de la forma: grupo eléctrica - diesel – jockey, y cumplirá la norma UNE 23-500-90.Sus dimensiones son de 1400x1200x 1635 mm y con un diámetro de 2 “.

- Bomba principal eléctrica:

Su función es suministrar el caudal de agua necesario a la presión suficiente que precise la instalación, en cada uno de los puntos de suministro (mangueras, hidrantes, sprinklers, etc...). Una vez que la bomba principal está en marcha su parada ha de realizarse manualmente, aún cuando ya no sea necesario el suministro de agua.

La bomba eléctrica es el modelo AF ENR 32-250/11 con un consumo es de 11 kW.

- Bomba de reserva diesel:

Tendrá las mismas características y función que la bomba principal y entrará en funcionamiento cuando, por cualquier motivo, la bomba principal no haya funcionado. El sistema de accionamiento de la bomba de reserva será independiente del utilizado para la bomba principal. Su parada también se realizará manualmente.

La bomba diesel escogida es el modelo RD 210 con un consumo es de 13.6 kW.

- Bomba auxiliar (Jockey):

Su función es la de mantener presurizada toda instalación o bien hacer frente a pequeñas demandas o posibles fugas que existieran. Su funcionamiento está controlado por un presostato que detecta las variaciones de presión en la instalación.

La bomba jockey escogida es el modelo CVM B/25 con un consumo es de 1.85 kW.

## 10. RESUMEN PRESUPUESTO.

A.C.S.....	45.429,28 €
Seguridad incendios.....	20.761,28 €
Iluminación.....	51.065,96 €
Electricidad.....	106.696,08 €
Total instalaciones y material.....	223.952,60 €
+ Beneficio industrial 7 %.....	15.676,68 €
+ Gastos generales 13 %.....	29.113,84 €
I.V.A. 16 %.....	35.832,42 €
TOTAL.....	304.575,54 €

## 11. CÁLCULOS JUSTIFICATIVOS ELECTRICIDAD.

### 11.1. FÓRMULAS.

#### -Fórmulas sistema monofásico y trifásico.

Emplearemos las siguientes:

Sistema Trifásico

$$I = P_c / 1,732 \times U \times \text{Cos}\phi \times R = \text{amp (A)}$$

$$e = (L \times P_c / k \times U \times n \times S \times R) + (L \times P_c \times X_u \times \text{Sen}\phi / 1000 \times U \times n \times R \times \text{Cos}\phi) \\ = \text{voltios (V)}$$

Sistema Monofásico:

$$I = P_c / U \times \text{Cos}\phi \times R = \text{amp (A)}$$

$$e = (2 \times L \times P_c / k \times U \times n \times S \times R) + (2 \times L \times P_c \times X_u \times \text{Sen}\phi / 1000 \times U \times n \times R \\ \times \text{Cos}\phi) = \text{voltios (V)}$$

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 ó Monofásica).

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

$\text{Cos } \phi$  = Coseno de  $\phi$ . Factor de potencia.

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

$n$  = N° de conductores por fase.

$X_u$  = Reactancia por unidad de longitud en  $\text{m}\Omega/\text{m}$ .

#### -Fórmula conductividad eléctrica

$$K = 1/\rho$$

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

$$T = T_0 + [(T_{\max} - T_0) (I/I_{\max})^2]$$

Siendo,

K = Conductividad del conductor a la temperatura T.

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

$\rho_{20}$  = 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).

$T_0$  = Temperatura ambiente (°C):

Cables enterrados = 25°C

Cables al aire = 40°C

$T_{\max}$  = Temperatura máxima admisible del conductor (°C):

XLPE, EPR = 90°C

PVC = 70°C

I = Intensidad prevista por el conductor (A).

$I_{\max}$  = Intensidad máxima admisible del conductor (A).

### **-Fórmulas cortocircuito**

$$* I_{pccI} = Ct U / \sqrt{3} Zt$$

Siendo,

$I_{pccI}$ : intensidad permanente de c.c. en inicio de línea en kA.

Ct: Coeficiente de tensión.

U: Tensión trifásica en V.

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

$$* I_{pccF} = Ct U_F / 2 Zt$$

Siendo,

$I_{pccF}$ : Intensidad permanente de c.c. en fin de línea en kA.

Ct: Coeficiente de tensión.

$U_F$ : Tensión monofásica en V.

Zt: Impedancia total en mohm, incluyendo la propia de la línea o circuito (por tanto es igual a la impedancia en origen mas la propia del conductor o línea).

\* La impedancia total hasta el punto de cortocircuito será:

$$Zt = (Rt^2 + Xt^2)^{1/2}$$

Siendo,

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

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

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

$X = X_u \cdot L / n$  (mohm)

R: Resistencia de la línea en mohm.

X: Reactancia de la línea en mohm.

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 mohm por metro.

n: n° de conductores por fase.

$$* t_{micc} = C_c \cdot S^2 / I_{pcc} F^2$$

Siendo,

$t_{micc}$ : Tiempo máximo en sg 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.

$$* t_{ficc} = cte. \text{ fusible} / I_{pcc} F^2$$

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.

$$* L_{max} = 0,8 U_F / 2 \cdot I_{F5} \cdot \sqrt{(1,5 / K \cdot S \cdot n)^2 + (X_u / n \cdot 1000)^2}$$

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: n° 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 sg.

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

CURVA B                      IMAG = 5 In

CURVA C                      IMAG = 10 In

CURVA D Y MA

IMAG = 20 In

### -Fórmulas embarrados

*Cálculo electrodinámico*

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

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*

$$I_{cccs} = K_c \cdot S / (1000 \cdot \sqrt{t_{cc}})$$

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)

$K_c$ : Constante del conductor: Cu = 164, Al = 107

## 11.2 DEMANDA DE POTENCIAS.

A continuación vamos a exponer y detallar la demanda de potencias de fuerza motriz y de alumbrado.

L1	304 W
L2	228 W
L6	456 W
L3	304 W
L4	760 W
L5	152 W
Emergencias 1	96 W
L7	630 W
L9	608 W
L8	380 W
L10	304 W
Emergencias 2	96 W
L11	304 W
L12	304 W
L14	304 W

L15	152 W
L16	304 W
L13	684 W
Emergencias 3	96 W
TC1	1200 W
TC4	700 W
TC2	1300 W
TC3	1100 W
Subc gimnasio	5216 W
Subc cocina	7746 W
Subc Ascensor	5826 W
Subc sala calderas	2504 W
Subc ACS	1190 W
Subc Incendios	13550 W
Subc planta 1	10002 W
Subc planta 2	9949 W
TOTAL	66749 W

### 11.3 CÁLCULO ACOMETIDA, L.G.A Y D.I.

#### -Cálculo de la ACOMETIDA

- Tensión de servicio: 400 V.
- Canalización: Enterrados Bajo Tubo (R.Subt)
- Longitud: 30 m; Cos  $\phi$ : 0.8;  $X_u(m\Omega/m)$ : 0;
- Potencia a instalar: 66749 W.
- Potencia de cálculo: (Según ITC-BT-47 y ITC-BT-44):  
 $11000 \times 1.25 + 74300.2 = 88050.2$  W. (Coef. de Simult.: 1 )  
 $I = 88050.2 / 1,732 \times 400 \times 0.8 = 158.87$  A.

Se eligen conductores Unipolares  $3 \times 70/35 \text{mm}^2 \text{Al}$   
Aislamiento, Nivel Aislamiento: RZ1-Al(AS) - No propagador incendio y emisión humos y opacidad reducida -  
I.ad. a  $25^\circ\text{C}$  ( $F_c=0.8$ ) 176 A. según ITC-BT-07  
D. tubo: 125mm.

Caída de tensión:

Temperatura cable ( $^\circ\text{C}$ ): 77.96  
 $e(\text{parcial}) = 30 \times 88050.2 / 27.95 \times 400 \times 70 = 3.37$  V. = 0.84 %  
 $e(\text{total}) = 0.84\%$  ADMIS (2% MAX.)

#### -Cálculo de la LINEA GENERAL DE ALIMENTACION

- Tensión de servicio: 400 V.
- Canalización: B-Unip.Tubos Superf.o Emp.Obra
- Longitud: 6 m; Cos  $\phi$ : 0.8;  $X_u(m\Omega/m)$ : 0;
- Potencia a instalar: 66749 W.
- Potencia de cálculo: (Según ITC-BT-47 y ITC-BT-44):

$$11000 \times 1.25 + 74300.2 = 88050.2 \text{ W. (Coef. de Simult.: 1)}$$
$$I = 88050.2 / 1,732 \times 400 \times 0.8 = 158.87 \text{ A.}$$

Se eligen conductores Unipolares 4x70+TTx35mm<sup>2</sup>Cu  
Aislamiento, Nivel Aislamiento: RZ1-K(AS) - No propagador incendio y emisión humos y opacidad reducida -  
I.ad. a 40°C (Fc=1) 202 A. según ITC-BT-19  
D. tubo: 140mm.

Caída de tensión:  
Temperatura cable (°C): 70.93  
e(parcial)= $6 \times 88050.2 / 46.31 \times 400 \times 70 = 0.41 \text{ V.} = 0.1 \%$   
e(total)=0.1% ADMIS (4.5% MAX.)

Prot. Térmica:  
Fusibles Int. 160 A.

#### **-Cálculo de la DERIVACION INDIVIDUAL**

- Tensión de servicio: 400 V.  
- Canalización: E-Unip.o Mult.Bandeja Perfor  
- Longitud: 15 m; Cos  $\phi$ : 0.8; Xu(m $\Omega$ /m): 0;  
- Potencia a instalar: 66749 W.  
- Potencia de cálculo: (Según ITC-BT-47 y ITC-BT-44):  
 $11000 \times 1.25 + 74300.2 = 88050.2 \text{ W. (Coef. de Simult.: 1)}$   
 $I = 88050.2 / 1,732 \times 400 \times 0.8 = 158.87 \text{ A.}$

Se eligen conductores Unipolares 4x70+TTx35mm<sup>2</sup>Cu  
Aislamiento, Nivel Aislamiento: RZ1-K(AS) - No propagador incendio y emisión humos y opacidad reducida -  
I.ad. a 40°C (Fc=1) 224 A. según ITC-BT-19

Caída de tensión:  
Temperatura cable (°C): 65.15  
e(parcial)= $15 \times 88050.2 / 47.2 \times 400 \times 70 = 1 \text{ V.} = 0.25 \%$   
e(total)=0.35% ADMIS (4.5% MAX.)

Prot. Térmica:  
I. Aut./Tet. In.: 160 A. Térmico reg. Int.Reg.: 160 A.

## **11.4 CÁLCULO CUADRO GENERAL DE MANDO Y PROTECCIÓN.**

#### **-Cálculo de la Línea: A1**

- Tensión de servicio: 230 V.  
- Canalización: B-Unip.Tubos Superf.o Emp.Obra  
- Longitud: 0.3 m; Cos  $\phi$ : 0.8; Xu(m $\Omega$ /m): 0;  
- Potencia a instalar: 2300 W.

- Potencia de cálculo: (Según ITC-BT-44):  
4140 W.(Coef. de Simult.: 1 )  
 $I=4140/230 \times 0.8=22.5$  A.

Se eligen conductores Unipolares 2x4mm<sup>2</sup>Cu  
Aislamiento, Nivel Aislamiento: ES07Z1-K(AS) - No propagador incendio y emisión  
humos y opacidad reducida -  
I.ad. a 40°C (Fc=1) 27 A. según ITC-BT-19  
D. tubo: 16mm.

Caída de tensión:  
Temperatura cable (°C): 60.83  
 $e(\text{parcial})=2 \times 0.3 \times 4140 / 47.89 \times 230 \times 4=0.06$  V.=0.02 %  
 $e(\text{total})=0.38\%$  ADMIS (4.5% MAX.)

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

### **-Cálculo de la Línea: A2**

- Tensión de servicio: 230 V.  
- Canalización: B-Unip.Tubos Superf.o Emp.Obra  
- Longitud: 0.3 m; Cos  $\varphi$ : 0.8;  $X_u(\text{m}\Omega/\text{m})$ : 0;  
- Potencia a instalar: 988 W.  
- Potencia de cálculo: (Según ITC-BT-44):  
1778.4 W.(Coef. de Simult.: 1 )  
 $I=1778.4/230 \times 0.8=9.67$  A.

Se eligen conductores Unipolares 2x1.5mm<sup>2</sup>Cu  
Aislamiento, Nivel Aislamiento: ES07Z1-K(AS) - No propagador incendio y emisión  
humos y opacidad reducida -  
I.ad. a 40°C (Fc=1) 15 A. según ITC-BT-19  
D. tubo: 12mm.

Caída de tensión:  
Temperatura cable (°C): 52.46  
 $e(\text{parcial})=2 \times 0.3 \times 1778.4 / 49.29 \times 230 \times 1.5=0.06$  V.=0.03 %  
 $e(\text{total})=0.4\%$  ADMIS (4.5% MAX.)

Prot. Térmica:  
I. Mag. Bipolar Int. 10 A.

### **-Cálculo de la Línea: L1**

- Tensión de servicio: 230 V.  
- Canalización: B-Unip.Tubos Superf.o Emp.Obra  
- Longitud: 14 m; Cos  $\varphi$ : 0.9;  $X_u(\text{m}\Omega/\text{m})$ : 0;  
- Potencia a instalar: 304 W.  
- Potencia de cálculo: (Según ITC-BT-44):  
 $304 \times 1.8=547.2$  W.



$$I=547.2/230 \times 0.9=2.64 \text{ A.}$$

Se eligen conductores Unipolares 2x1.5+TTx1.5mm<sup>2</sup>Cu  
Aislamiento, Nivel Aislamiento: ES07Z1-K(AS) - No propagador incendio y emisión humos y opacidad reducida -  
I.ad. a 40°C (Fc=1) 15 A. según ITC-BT-19  
D. tubo: 16mm.

Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 40.93

$$e(\text{parcial})=2 \times 14 \times 547.2 / 51.34 \times 230 \times 1.5=0.86 \text{ V.}=0.38 \%$$

$$e(\text{total})=0.78\% \text{ ADMIS (4.5\% MAX.)}$$

Prot. Térmica:

I. Mag. Bipolar Int. 10 A.

### **-Cálculo de la Línea: L2**

- Tensión de servicio: 230 V.
- Canalización: B-Unip.Tubos Superf.o Emp.Obra
- Longitud: 23 m; Cos  $\varphi$ : 0.9; Xu(m $\Omega$ /m): 0;
- Potencia a instalar: 228 W.
- Potencia de cálculo: (Según ITC-BT-44):  
228x1.8=410.4 W.
- I=410.4/230x0.9=1.98 A.

Se eligen conductores Unipolares 2x1.5+TTx1.5mm<sup>2</sup>Cu  
Aislamiento, Nivel Aislamiento: ES07Z1-K(AS) - No propagador incendio y emisión humos y opacidad reducida -  
I.ad. a 40°C (Fc=1) 15 A. según ITC-BT-19  
D. tubo: 16mm.

Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 40.52

$$e(\text{parcial})=2 \times 23 \times 410.4 / 51.42 \times 230 \times 1.5=1.06 \text{ V.}=0.46 \%$$

$$e(\text{total})=0.87\% \text{ ADMIS (4.5\% MAX.)}$$

Prot. Térmica:

I. Mag. Bipolar Int. 10 A.

### **-Cálculo de la Línea: L6**

- Tensión de servicio: 230 V.
- Canalización: B-Unip.Tubos Superf.o Emp.Obra
- Longitud: 25 m; Cos  $\varphi$ : 0.9; Xu(m $\Omega$ /m): 0;
- Potencia a instalar: 456 W.
- Potencia de cálculo: (Según ITC-BT-44):  
456x1.8=820.8 W.
- I=820.8/230x0.9=3.97 A.

Se eligen conductores Unipolares 2x1.5+TTx1.5mm<sup>2</sup>Cu  
Aislamiento, Nivel Aislamiento: ES07Z1-K(AS) - No propagador incendio y emisión humos y opacidad reducida -  
I.ad. a 40°C (Fc=1) 15 A. según ITC-BT-19  
D. tubo: 16mm.

Caída de tensión:  
Temperatura cable (°C): 42.1  
 $e(\text{parcial})=2 \times 25 \times 820.8 / 51.13 \times 230 \times 1.5 = 2.33 \text{ V.} = 1.01 \%$   
 $e(\text{total})=1.42\% \text{ ADMIS (4.5\% MAX.)}$

Prot. Térmica:  
I. Mag. Bipolar Int. 10 A.

### **-Cálculo de la Línea: A3**

- Tensión de servicio: 230 V.  
- Canalización: B-Unip.Tubos Superf.o Emp.Obra  
- Longitud: 0.3 m; Cos  $\phi$ : 0.8; Xu(m $\Omega$ /m): 0;  
- Potencia a instalar: 1064 W.  
- Potencia de cálculo: (Según ITC-BT-44):  
1915.2 W.(Coef. de Simult.: 1 )  
 $I=1915.2/230 \times 0.8=10.41 \text{ A.}$

Se eligen conductores Unipolares 2x2.5mm<sup>2</sup>Cu  
Aislamiento, Nivel Aislamiento: ES07Z1-K(AS) - No propagador incendio y emisión humos y opacidad reducida -  
I.ad. a 40°C (Fc=1) 21 A. según ITC-BT-19  
D. tubo: 16mm.

Caída de tensión:  
Temperatura cable (°C): 47.37  
 $e(\text{parcial})=2 \times 0.3 \times 1915.2 / 50.17 \times 230 \times 2.5 = 0.04 \text{ V.} = 0.02 \%$   
 $e(\text{total})=0.39\% \text{ ADMIS (4.5\% MAX.)}$

Prot. Térmica:  
I. Mag. Bipolar Int. 16 A.

### **-Cálculo de la Línea: L3**

- Tensión de servicio: 230 V.  
- Canalización: B-Unip.Tubos Superf.o Emp.Obra  
- Longitud: 55 m; Cos  $\phi$ : 0.9; Xu(m $\Omega$ /m): 0;  
- Potencia a instalar: 304 W.  
- Potencia de cálculo: (Según ITC-BT-44):  
 $304 \times 1.8=547.2 \text{ W.}$   
 $I=547.2/230 \times 0.9=2.64 \text{ A.}$

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

Aislamiento, Nivel Aislamiento: ES07Z1-K(AS) - No propagador incendio y emisión humos y opacidad reducida -

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

D. tubo: 16mm.

Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 40.93

$e(\text{parcial})=2 \times 55 \times 547.2 / 51.34 \times 230 \times 1.5 = 3.4 \text{ V.} = 1.48 \%$

$e(\text{total})=1.87\% \text{ ADMIS (4.5\% MAX.)}$

Prot. Térmica:

I. Mag. Bipolar Int. 10 A.

#### **-Cálculo de la Línea: L4**

- Tensión de servicio: 230 V.

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

- Longitud: 27 m; Cos  $\varphi$ : 0.9;  $X_u(\text{m}\Omega/\text{m})$ : 0;

- Potencia a instalar: 760 W.

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

$760 \times 1.8 = 1368 \text{ W.}$

$I = 1368 / 230 \times 0.9 = 6.61 \text{ A.}$

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

Aislamiento, Nivel Aislamiento: ES07Z1-K(AS) - No propagador incendio y emisión humos y opacidad reducida -

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

D. tubo: 16mm.

Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 45.82

$e(\text{parcial})=2 \times 27 \times 1368 / 50.45 \times 230 \times 1.5 = 4.24 \text{ V.} = 1.85 \%$

$e(\text{total})=2.24\% \text{ ADMIS (4.5\% MAX.)}$

Prot. Térmica:

I. Mag. Bipolar Int. 10 A.

#### **-Cálculo de la Línea: L5**

- Tensión de servicio: 230 V.

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

- Longitud: 7 m; Cos  $\varphi$ : 0.9;  $X_u(\text{m}\Omega/\text{m})$ : 0;

- Potencia a instalar: 152 W.

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

$152 \times 1.8 = 273.6 \text{ W.}$

$I = 273.6 / 230 \times 0.9 = 1.32 \text{ A.}$

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

Aislamiento, Nivel Aislamiento: ES07Z1-K(AS) - No propagador incendio y emisión humos y opacidad reducida -

I.ad. a 40°C (Fc=1) 15 A. según ITC-BT-19  
D. tubo: 16mm.

Caída de tensión:  
Temperatura cable (°C): 40.23  
 $e(\text{parcial})=2 \times 7 \times 273.6 / 51.47 \times 230 \times 1.5 = 0.22 \text{ V.} = 0.09 \%$   
 $e(\text{total})=0.47\% \text{ ADMIS (4.5\% MAX.)}$

Prot. Térmica:  
I. Mag. Bipolar Int. 10 A.

### **-Cálculo de la Línea: Emergencias 1**

- Tensión de servicio: 230 V.  
- Canalización: B-Unip.Tubos Superf.o Emp.Obra  
- Longitud: 50 m; Cos  $\phi$ : 0.9;  $X_u(\text{m}\Omega/\text{m})$ : 0;  
- Potencia a instalar: 96 W.  
- Potencia de cálculo: (Según ITC-BT-44):  
 $96 \times 1.8 = 172.8 \text{ W.}$   
 $I = 172.8 / 230 \times 0.9 = 0.83 \text{ A.}$

Se eligen conductores Unipolares  $2 \times 1.5 + TT \times 1.5 \text{ mm}^2 \text{ Cu}$   
Aislamiento, Nivel Aislamiento: ES07Z1-K(AS) - No propagador incendio y emisión humos y opacidad reducida -  
I.ad. a 40°C (Fc=1) 15 A. según ITC-BT-19  
D. tubo: 16mm.

Caída de tensión:  
Temperatura cable (°C): 40.09  
 $e(\text{parcial})=2 \times 50 \times 172.8 / 51.5 \times 230 \times 1.5 = 0.97 \text{ V.} = 0.42 \%$   
 $e(\text{total})=0.8\% \text{ ADMIS (4.5\% MAX.)}$

Prot. Térmica:  
I. Mag. Bipolar Int. 10 A.

### **-Cálculo de la Línea: A4**

- Tensión de servicio: 230 V.  
- Canalización: B-Unip.Tubos Superf.o Emp.Obra  
- Longitud: 0.3 m; Cos  $\phi$ : 0.8;  $X_u(\text{m}\Omega/\text{m})$ : 0;  
- Potencia a instalar: 2018 W.  
- Potencia de cálculo: (Según ITC-BT-44):  
 $3632.4 \text{ W. (Coef. de Simult.: 1)}$   
 $I = 3632.4 / 230 \times 0.8 = 19.74 \text{ A.}$

Se eligen conductores Unipolares  $2 \times 2.5 \text{ mm}^2 \text{ Cu}$   
Aislamiento, Nivel Aislamiento: ES07Z1-K(AS) - No propagador incendio y emisión humos y opacidad reducida -  
I.ad. a 40°C (Fc=1) 21 A. según ITC-BT-19  
D. tubo: 16mm.

Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 66.51

$e(\text{parcial})=2 \times 0.3 \times 3632.4 / 46.99 \times 230 \times 2.5 = 0.08 \text{ V.} = 0.04 \%$

$e(\text{total})=0.39\% \text{ ADMIS (4.5\% MAX.)}$

Protección diferencial:

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

### **-Cálculo de la Línea: L7**

- Tensión de servicio: 230 V.

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

- Longitud: 27 m; Cos  $\phi$ : 0.9;  $X_u(\text{m}\Omega/\text{m})$ : 0;

- Potencia a instalar: 630 W.

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

$630 \times 1.8 = 1134 \text{ W.}$

$I = 1134 / 230 \times 0.9 = 5.48 \text{ A.}$

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

Aislamiento, Nivel Aislamiento: ES07Z1-K(AS) - No propagador incendio y emisión humos y opacidad reducida -

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

D. tubo: 16mm.

Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 44

$e(\text{parcial})=2 \times 27 \times 1134 / 50.78 \times 230 \times 1.5 = 3.5 \text{ V.} = 1.52 \%$

$e(\text{total})=1.91\% \text{ ADMIS (4.5\% MAX.)}$

Prot. Térmica:

I. Mag. Bipolar Int. 10 A.

### **-Cálculo de la Línea: L9**

- Tensión de servicio: 230 V.

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

- Longitud: 43 m; Cos  $\phi$ : 0.9;  $X_u(\text{m}\Omega/\text{m})$ : 0;

- Potencia a instalar: 608 W.

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

$608 \times 1.8 = 1094.4 \text{ W.}$

$I = 1094.4 / 230 \times 0.9 = 5.29 \text{ A.}$

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

Aislamiento, Nivel Aislamiento: ES07Z1-K(AS) - No propagador incendio y emisión humos y opacidad reducida -

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

D. tubo: 16mm.

Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 43.73

$e(\text{parcial})=2 \times 43 \times 1094.4 / 50.83 \times 230 \times 1.5 = 5.37 \text{ V.} = 2.33 \%$

$e(\text{total})=2.72\% \text{ ADMIS (4.5\% MAX.)}$

Prot. Térmica:

I. Mag. Bipolar Int. 10 A.

### **-Cálculo de la Línea: A5**

- Tensión de servicio: 230 V.

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

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

- Potencia a instalar: 684 W.

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

1231.2 W.(Coef. de Simult.: 1 )

$I=1231.2/230 \times 0.8=6.69 \text{ A.}$

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

Aislamiento, Nivel Aislamiento: ES07Z1-K(AS) - No propagador incendio y emisión humos y opacidad reducida -

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

D. tubo: 12mm.

Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 45.97

$e(\text{parcial})=2 \times 0.3 \times 1231.2 / 50.42 \times 230 \times 1.5 = 0.04 \text{ V.} = 0.02 \%$

$e(\text{total})=0.41\% \text{ ADMIS (4.5\% MAX.)}$

Prot. Térmica:

I. Mag. Bipolar Int. 10 A.

### **-Cálculo de la Línea: L8**

- Tensión de servicio: 230 V.

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

- Longitud: 20 m; Cos  $\phi$ : 0.9;  $X_u(\text{m}\Omega/\text{m})$ : 0;

- Potencia a instalar: 380 W.

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

$380 \times 1.8 = 684 \text{ W.}$

$I=684/230 \times 0.9=3.3 \text{ A.}$

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

Aislamiento, Nivel Aislamiento: ES07Z1-K(AS) - No propagador incendio y emisión humos y opacidad reducida -

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

D. tubo: 16mm.

Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 41.46

$e(\text{parcial})=2 \times 20 \times 684 / 51.25 \times 230 \times 1.5 = 1.55 \text{ V.} = 0.67 \%$

$e(\text{total})=1.08\%$  ADMIS (4.5% MAX.)

Prot. Térmica:

I. Mag. Bipolar Int. 10 A.

### **-Cálculo de la Línea: L10**

- Tensión de servicio: 230 V.
- Canalización: B-Unip.Tubos Superf.o Emp.Obra
- Longitud: 27 m; Cos  $\phi$ : 0.9;  $X_u(\text{m}\Omega/\text{m})$ : 0;
- Potencia a instalar: 304 W.
- Potencia de cálculo: (Según ITC-BT-44):  
 $304 \times 1.8 = 547.2 \text{ W}$ .
- $I = 547.2 / 230 \times 0.9 = 2.64 \text{ A}$ .

Se eligen conductores Unipolares 2x1.5+TTx1.5mm<sup>2</sup>Cu  
Aislamiento, Nivel Aislamiento: ES07Z1-K(AS) - No propagador incendio y emisión humos y opacidad reducida -  
I.ad. a 40°C (Fc=1) 15 A. según ITC-BT-19  
D. tubo: 16mm.

Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 40.93

$e(\text{parcial}) = 2 \times 27 \times 547.2 / 51.34 \times 230 \times 1.5 = 1.67 \text{ V} = 0.73 \%$

$e(\text{total}) = 1.13\%$  ADMIS (4.5% MAX.)

Prot. Térmica:

I. Mag. Bipolar Int. 10 A.

### **-Cálculo de la Línea: Emergencias 2**

- Tensión de servicio: 230 V.
- Canalización: B-Unip.Tubos Superf.o Emp.Obra
- Longitud: 50 m; Cos  $\phi$ : 0.9;  $X_u(\text{m}\Omega/\text{m})$ : 0;
- Potencia a instalar: 96 W.
- Potencia de cálculo: (Según ITC-BT-44):  
 $96 \times 1.8 = 172.8 \text{ W}$ .
- $I = 172.8 / 230 \times 0.9 = 0.83 \text{ A}$ .

Se eligen conductores Unipolares 2x1.5+TTx1.5mm<sup>2</sup>Cu  
Aislamiento, Nivel Aislamiento: ES07Z1-K(AS) - No propagador incendio y emisión humos y opacidad reducida -  
I.ad. a 40°C (Fc=1) 15 A. según ITC-BT-19  
D. tubo: 16mm.

Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 40.09

$e(\text{parcial}) = 2 \times 50 \times 172.8 / 51.5 \times 230 \times 1.5 = 0.97 \text{ V} = 0.42 \%$

$e(\text{total}) = 0.81\%$  ADMIS (4.5% MAX.)

Prot. Térmica:

I. Mag. Bipolar Int. 10 A.

### **-Cálculo de la Línea: A6**

- Tensión de servicio: 230 V.
- Canalización: B-Unip.Tubos Superf.o Emp.Obra
- Longitud: 0.3 m; Cos  $\phi$ : 0.8;  $X_u(m\Omega/m)$ : 0;
- Potencia a instalar: 2148 W.
- Potencia de cálculo: (Según ITC-BT-44):  
3866.4 W.(Coef. de Simult.: 1 )  
 $I=3866.4/230 \times 0.8=21.01$  A.

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

Aislamiento, Nivel Aislamiento: ES07Z1-K(AS) - No propagador incendio y emisión humos y opacidad reducida -

I.ad. a 40°C (Fc=1) 27 A. según ITC-BT-19

D. tubo: 16mm.

Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 58.17

$e(\text{parcial})=2 \times 0.3 \times 3866.4 / 48.32 \times 230 \times 4 = 0.05$  V.=0.02 %

$e(\text{total})=0.37\%$  ADMIS (4.5% MAX.)

Protección diferencial:

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

### **-Cálculo de la Línea: A7**

- Tensión de servicio: 230 V.
- Canalización: B-Unip.Tubos Superf.o Emp.Obra
- Longitud: 0.3 m; Cos  $\phi$ : 0.8;  $X_u(m\Omega/m)$ : 0;
- Potencia a instalar: 608 W.
- Potencia de cálculo: (Según ITC-BT-44):  
1094.4 W.(Coef. de Simult.: 1 )  
 $I=1094.4/230 \times 0.8=5.95$  A.

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

Aislamiento, Nivel Aislamiento: ES07Z1-K(AS) - No propagador incendio y emisión humos y opacidad reducida -

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

D. tubo: 12mm.

Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 44.72

$e(\text{parcial})=2 \times 0.3 \times 1094.4 / 50.65 \times 230 \times 1.5 = 0.04$  V.=0.02 %

$e(\text{total})=0.39\%$  ADMIS (4.5% MAX.)

Prot. Térmica:

I. Mag. Bipolar Int. 10 A.



### **-Cálculo de la Línea: L11**

- Tensión de servicio: 230 V.
- Canalización: B-Unip.Tubos Superf.o Emp.Obra
- Longitud: 37 m; Cos  $\phi$ : 0.9;  $X_u(m\Omega/m)$ : 0;
- Potencia a instalar: 304 W.
- Potencia de cálculo: (Según ITC-BT-44):  
 $304 \times 1.8 = 547.2$  W.
- $I = 547.2 / 230 \times 0.9 = 2.64$  A.

Se eligen conductores Unipolares  $2 \times 1.5 + TT \times 1.5 \text{ mm}^2 \text{ Cu}$   
Aislamiento, Nivel Aislamiento: ES07Z1-K(AS) - No propagador incendio y emisión humos y opacidad reducida -  
I.ad. a  $40^\circ\text{C}$  ( $F_c=1$ ) 15 A. según ITC-BT-19  
D. tubo: 16mm.

Caída de tensión:  
Temperatura cable ( $^\circ\text{C}$ ): 40.93  
 $e(\text{parcial}) = 2 \times 37 \times 547.2 / 51.34 \times 230 \times 1.5 = 2.29$  V. = 0.99 %  
 $e(\text{total}) = 1.38\%$  ADMIS (4.5% MAX.)

Prot. Térmica:  
I. Mag. Bipolar Int. 10 A.

### **-Cálculo de la Línea: L12**

- Tensión de servicio: 230 V.
- Canalización: B-Unip.Tubos Superf.o Emp.Obra
- Longitud: 21 m; Cos  $\phi$ : 0.9;  $X_u(m\Omega/m)$ : 0;
- Potencia a instalar: 304 W.
- Potencia de cálculo: (Según ITC-BT-44):  
 $304 \times 1.8 = 547.2$  W.
- $I = 547.2 / 230 \times 0.9 = 2.64$  A.

Se eligen conductores Unipolares  $2 \times 1.5 + TT \times 1.5 \text{ mm}^2 \text{ Cu}$   
Aislamiento, Nivel Aislamiento: ES07Z1-K(AS) - No propagador incendio y emisión humos y opacidad reducida -  
I.ad. a  $40^\circ\text{C}$  ( $F_c=1$ ) 15 A. según ITC-BT-19  
D. tubo: 16mm.

Caída de tensión:  
Temperatura cable ( $^\circ\text{C}$ ): 40.93  
 $e(\text{parcial}) = 2 \times 21 \times 547.2 / 51.34 \times 230 \times 1.5 = 1.3$  V. = 0.56 %  
 $e(\text{total}) = 0.95\%$  ADMIS (4.5% MAX.)

Prot. Térmica:  
I. Mag. Bipolar Int. 10 A.

### **-Cálculo de la Línea: A8**

- Tensión de servicio: 230 V.
- Canalización: B-Unip.Tubos Superf.o Emp.Obra
- Longitud: 0.3 m; Cos  $\phi$ : 0.8;  $X_u(m\Omega/m)$ : 0;
- Potencia a instalar: 760 W.
- Potencia de cálculo: (Según ITC-BT-44):  
1368 W.(Coef. de Simult.: 1 )  
 $I=1368/230 \times 0.8=7.43$  A.

Se eligen conductores Unipolares 2x1.5mm<sup>2</sup>Cu  
Aislamiento, Nivel Aislamiento: ES07Z1-K(AS) - No propagador incendio y emisión humos y opacidad reducida -  
I.ad. a 40°C (Fc=1) 15 A. según ITC-BT-19  
D. tubo: 12mm.

Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 47.37

$e(\text{parcial})=2 \times 0.3 \times 1368 / 50.17 \times 230 \times 1.5=0.05$  V.=0.02 %

$e(\text{total})=0.39\%$  ADMIS (4.5% MAX.)

Prot. Térmica:

I. Mag. Bipolar Int. 10 A.

#### **-Cálculo de la Línea: L14**

- Tensión de servicio: 230 V.
- Canalización: B-Unip.Tubos Superf.o Emp.Obra
- Longitud: 39 m; Cos  $\phi$ : 0.9;  $X_u(m\Omega/m)$ : 0;
- Potencia a instalar: 304 W.
- Potencia de cálculo: (Según ITC-BT-44):  
 $304 \times 1.8=547.2$  W.  
 $I=547.2/230 \times 0.9=2.64$  A.

Se eligen conductores Unipolares 2x1.5+TTx1.5mm<sup>2</sup>Cu  
Aislamiento, Nivel Aislamiento: ES07Z1-K(AS) - No propagador incendio y emisión humos y opacidad reducida -  
I.ad. a 40°C (Fc=1) 15 A. según ITC-BT-19  
D. tubo: 16mm.

Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 40.93

$e(\text{parcial})=2 \times 39 \times 547.2 / 51.34 \times 230 \times 1.5=2.41$  V.=1.05 %

$e(\text{total})=1.44\%$  ADMIS (4.5% MAX.)

Prot. Térmica:

I. Mag. Bipolar Int. 10 A.

#### **-Cálculo de la Línea: L15**

- Tensión de servicio: 230 V.

- Canalización: B-Unip.Tubos Superf.o Emp.Obra
- Longitud: 43 m; Cos  $\phi$ : 0.9;  $X_u(m\Omega/m)$ : 0;
- Potencia a instalar: 152 W.
- Potencia de cálculo: (Según ITC-BT-44):  
 $152 \times 1.8 = 273.6$  W.
- $I = 273.6 / 230 \times 0.9 = 1.32$  A.

Se eligen conductores Unipolares  $2 \times 1.5 + TT \times 1.5 \text{ mm}^2 \text{ Cu}$   
Aislamiento, Nivel Aislamiento: ES07Z1-K(AS) - No propagador incendio y emisión humos y opacidad reducida -  
I.ad. a  $40^\circ\text{C}$  ( $F_c=1$ ) 15 A. según ITC-BT-19  
D. tubo: 16mm.

Caída de tensión:  
Temperatura cable ( $^\circ\text{C}$ ): 40.23  
 $e(\text{parcial}) = 2 \times 43 \times 273.6 / 51.47 \times 230 \times 1.5 = 1.32$  V. = 0.58 %  
 $e(\text{total}) = 0.97\%$  ADMIS (4.5% MAX.)

Prot. Térmica:  
I. Mag. Bipolar Int. 10 A.

#### **-Cálculo de la Línea: L16**

- Tensión de servicio: 230 V.
- Canalización: B-Unip.Tubos Superf.o Emp.Obra
- Longitud: 51 m; Cos  $\phi$ : 0.9;  $X_u(m\Omega/m)$ : 0;
- Potencia a instalar: 304 W.
- Potencia de cálculo: (Según ITC-BT-44):  
 $304 \times 1.8 = 547.2$  W.
- $I = 547.2 / 230 \times 0.9 = 2.64$  A.

Se eligen conductores Unipolares  $2 \times 1.5 + TT \times 1.5 \text{ mm}^2 \text{ Cu}$   
Aislamiento, Nivel Aislamiento: ES07Z1-K(AS) - No propagador incendio y emisión humos y opacidad reducida -  
I.ad. a  $40^\circ\text{C}$  ( $F_c=1$ ) 15 A. según ITC-BT-19  
D. tubo: 16mm.

Caída de tensión:  
Temperatura cable ( $^\circ\text{C}$ ): 40.93  
 $e(\text{parcial}) = 2 \times 51 \times 547.2 / 51.34 \times 230 \times 1.5 = 3.15$  V. = 1.37 %  
 $e(\text{total}) = 1.76\%$  ADMIS (4.5% MAX.)

Prot. Térmica:  
I. Mag. Bipolar Int. 10 A.

#### **-Cálculo de la Línea: L13**

- Tensión de servicio: 230 V.
- Canalización: B-Unip.Tubos Superf.o Emp.Obra
- Longitud: 19 m; Cos  $\phi$ : 0.9;  $X_u(m\Omega/m)$ : 0;

- Potencia a instalar: 684 W.
- Potencia de cálculo: (Según ITC-BT-44):  
 $684 \times 1.8 = 1231.2 \text{ W}$ .
- $I = 1231.2 / 230 \times 0.9 = 5.95 \text{ A}$ .

Se eligen conductores Unipolares  $2 \times 1.5 + TT \times 1.5 \text{ mm}^2 \text{ Cu}$   
Aislamiento, Nivel Aislamiento: ES07Z1-K(AS) - No propagador incendio y emisión humos y opacidad reducida -  
I.ad. a  $40^\circ\text{C}$  ( $F_c=1$ ) 15 A. según ITC-BT-19  
D. tubo: 16mm.

Caída de tensión:  
Temperatura cable ( $^\circ\text{C}$ ): 44.72  
 $e(\text{parcial}) = 2 \times 19 \times 1231.2 / 50.65 \times 230 \times 1.5 = 2.68 \text{ V} = 1.16 \%$   
 $e(\text{total}) = 1.54\% \text{ ADMIS (4.5\% MAX.)}$

Prot. Térmica:  
I. Mag. Bipolar Int. 10 A.

### **-Cálculo de la Línea: Emergencias 3**

- Tensión de servicio: 230 V.
- Canalización: B-Unip.Tubos Superf.o Emp.Obra
- Longitud: 50 m;  $\text{Cos } \varphi: 0.9$ ;  $X_u(\text{m}\Omega/\text{m}): 0$ ;
- Potencia a instalar: 96 W.
- Potencia de cálculo: (Según ITC-BT-44):  
 $96 \times 1.8 = 172.8 \text{ W}$ .
- $I = 172.8 / 230 \times 0.9 = 0.83 \text{ A}$ .

Se eligen conductores Unipolares  $2 \times 1.5 + TT \times 1.5 \text{ mm}^2 \text{ Cu}$   
Aislamiento, Nivel Aislamiento: ES07Z1-K(AS) - No propagador incendio y emisión humos y opacidad reducida -  
I.ad. a  $40^\circ\text{C}$  ( $F_c=1$ ) 15 A. según ITC-BT-19  
D. tubo: 16mm.

Caída de tensión:  
Temperatura cable ( $^\circ\text{C}$ ): 40.09  
 $e(\text{parcial}) = 2 \times 50 \times 172.8 / 51.5 \times 230 \times 1.5 = 0.97 \text{ V} = 0.42 \%$   
 $e(\text{total}) = 0.8\% \text{ ADMIS (4.5\% MAX.)}$

Prot. Térmica:  
I. Mag. Bipolar Int. 10 A.

### **-Cálculo de la Línea: A9**

- Tensión de servicio: 230 V.
- Canalización: B-Unip.Tubos Superf.o Emp.Obra
- Longitud: 0.3 m;  $\text{Cos } \varphi: 0.8$ ;  $X_u(\text{m}\Omega/\text{m}): 0$ ;
- Potencia a instalar: 4300 W.
- Potencia de cálculo:

4300 W.(Coef. de Simult.: 1 )  
 $I=4300/230 \times 0.8=23.37$  A.

Se eligen conductores Unipolares 2x4mm<sup>2</sup>Cu  
Aislamiento, Nivel Aislamiento: ES07Z1-K(AS) - No propagador incendio y emisión humos y opacidad reducida -  
I.ad. a 40°C (Fc=1) 27 A. según ITC-BT-19  
D. tubo: 16mm.

Caída de tensión:  
Temperatura cable (°C): 62.47  
 $e(\text{parcial})=2 \times 0.3 \times 4300 / 47.63 \times 230 \times 4=0.06$  V.=0.03 %  
 $e(\text{total})=0.38\%$  ADMIS (4.5% MAX.)

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

#### **-Cálculo de la Línea: A10**

- Tensión de servicio: 230 V.  
- Canalización: B-Unip.Tubos Superf.o Emp.Obra  
- Longitud: 0.3 m; Cos  $\phi$ : 0.8; Xu(m $\Omega$ /m): 0;  
- Potencia a instalar: 1900 W.  
- Potencia de cálculo:  
1900 W.(Coef. de Simult.: 1 )  
 $I=1900/230 \times 0.8=10.33$  A.

Se eligen conductores Unipolares 2x2.5mm<sup>2</sup>Cu  
Aislamiento, Nivel Aislamiento: ES07Z1-K(AS) - No propagador incendio y emisión humos y opacidad reducida -  
I.ad. a 40°C (Fc=1) 21 A. según ITC-BT-19  
D. tubo: 16mm.

Caída de tensión:  
Temperatura cable (°C): 47.25  
 $e(\text{parcial})=2 \times 0.3 \times 1900 / 50.19 \times 230 \times 2.5=0.04$  V.=0.02 %  
 $e(\text{total})=0.39\%$  ADMIS (4.5% MAX.)

Prot. Térmica:  
I. Mag. Bipolar Int. 16 A.

#### **-Cálculo de la Línea: TC1**

- Tensión de servicio: 230 V.  
- Canalización: B-Unip.Tubos Superf.o Emp.Obra  
- Longitud: 20 m; Cos  $\phi$ : 1; Xu(m $\Omega$ /m): 0;  
- Potencia a instalar: 1200 W.  
- Potencia de cálculo: 1200 W.  
 $I=1200/230 \times 1=5.22$  A.

Se eligen conductores Unipolares  $2 \times 2.5 + TT \times 2.5 \text{ mm}^2 \text{ Cu}$   
Aislamiento, Nivel Aislamiento: ES07Z1-K(AS) - No propagador incendio y emisión humos y opacidad reducida -  
I.ad. a  $40^\circ\text{C}$  ( $F_c=1$ ) 21 A. según ITC-BT-19  
D. tubo: 20mm.

Caída de tensión:  
Temperatura cable ( $^\circ\text{C}$ ): 41.85  
 $e(\text{parcial}) = 2 \times 20 \times 1200 / 51.17 \times 230 \times 2.5 = 1.63 \text{ V.} = 0.71 \%$   
 $e(\text{total}) = 1.1\% \text{ ADMIS (6.5\% MAX.)}$

#### **-Cálculo de la Línea: TC4**

- Tensión de servicio: 230 V.  
- Canalización: B-Unip.Tubos Superf.o Emp.Obra  
- Longitud: 44 m;  $\text{Cos } \varphi: 1$ ;  $X_u(\text{m}\Omega/\text{m}): 0$ ;  
- Potencia a instalar: 700 W.  
- Potencia de cálculo: 700 W.  
 $I = 700 / 230 \times 1 = 3.04 \text{ A.}$

Se eligen conductores Unipolares  $2 \times 2.5 + TT \times 2.5 \text{ mm}^2 \text{ Cu}$   
Aislamiento, Nivel Aislamiento: ES07Z1-K(AS) - No propagador incendio y emisión humos y opacidad reducida -  
I.ad. a  $40^\circ\text{C}$  ( $F_c=1$ ) 21 A. según ITC-BT-19  
D. tubo: 20mm.

Caída de tensión:  
Temperatura cable ( $^\circ\text{C}$ ): 40.63  
 $e(\text{parcial}) = 2 \times 44 \times 700 / 51.4 \times 230 \times 2.5 = 2.08 \text{ V.} = 0.91 \%$   
 $e(\text{total}) = 1.3\% \text{ ADMIS (6.5\% MAX.)}$

#### **-Cálculo de la Línea: A11**

- Tensión de servicio: 230 V.  
- Canalización: B-Unip.Tubos Superf.o Emp.Obra  
- Longitud: 0.3 m;  $\text{Cos } \varphi: 0.8$ ;  $X_u(\text{m}\Omega/\text{m}): 0$ ;  
- Potencia a instalar: 2400 W.  
- Potencia de cálculo:  
2400 W.(Coef. de Simult.: 1 )  
 $I = 2400 / 230 \times 0.8 = 13.04 \text{ A.}$

Se eligen conductores Unipolares  $2 \times 2.5 \text{ mm}^2 \text{ Cu}$   
Aislamiento, Nivel Aislamiento: ES07Z1-K(AS) - No propagador incendio y emisión humos y opacidad reducida -  
I.ad. a  $40^\circ\text{C}$  ( $F_c=1$ ) 21 A. según ITC-BT-19  
D. tubo: 16mm.

Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 51.57

$e(\text{parcial})=2 \times 0.3 \times 2400 / 49.44 \times 230 \times 2.5 = 0.05 \text{ V.} = 0.02 \%$

$e(\text{total})=0.4\% \text{ ADMIS (4.5\% MAX.)}$

Prot. Térmica:

I. Mag. Bipolar Int. 16 A.

### **-Cálculo de la Línea: TC2**

- Tensión de servicio: 230 V.

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

- Longitud: 28 m; Cos  $\phi$ : 1;  $X_u(\text{m}\Omega/\text{m})$ : 0;

- Potencia a instalar: 1300 W.

- Potencia de cálculo: 1300 W.

$I=1300/230 \times 1=5.65 \text{ A.}$

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

Aislamiento, Nivel Aislamiento: ES07Z1-K(AS) - No propagador incendio y emisión humos y opacidad reducida -

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

D. tubo: 20mm.

Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 42.17

$e(\text{parcial})=2 \times 28 \times 1300 / 51.11 \times 230 \times 2.5 = 2.48 \text{ V.} = 1.08 \%$

$e(\text{total})=1.48\% \text{ ADMIS (6.5\% MAX.)}$

### **-Cálculo de la Línea: TC3**

- Tensión de servicio: 230 V.

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

- Longitud: 50 m; Cos  $\phi$ : 1;  $X_u(\text{m}\Omega/\text{m})$ : 0;

- Potencia a instalar: 1100 W.

- Potencia de cálculo: 1100 W.

$I=1100/230 \times 1=4.78 \text{ A.}$

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

Aislamiento, Nivel Aislamiento: ES07Z1-K(AS) - No propagador incendio y emisión humos y opacidad reducida -

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

D. tubo: 20mm.

Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 41.56

$e(\text{parcial})=2 \times 50 \times 1100 / 51.23 \times 230 \times 2.5 = 3.73 \text{ V.} = 1.62 \%$

$e(\text{total})=2.02\% \text{ ADMIS (6.5\% MAX.)}$

Subcuadro gimnasio

### **-Cálculo de embarrado cuadro general de mando y protección.**

#### *Datos*

- Metal: Cu
- Estado pletinas: desnudas
- nº pletinas por fase: 1
- Separación entre pletinas, d(cm): 10
- Separación entre apoyos, L(cm): 25
- Tiempo duración c.c. (s): 0.5

#### *Pletina adoptada*

- Sección (mm<sup>2</sup>): 100
- Ancho (mm): 20
- Espesor (mm): 5
- W<sub>x</sub>, I<sub>x</sub>, W<sub>y</sub>, I<sub>y</sub> (cm<sup>3</sup>,cm<sup>4</sup>) : 0.333, 0.333, 0.083, 0.0208
- I. admisible del embarrado (A): 290

#### *a) Cálculo electrodinámico*

$$\sigma_{\max} = I_{\text{pcc}}^2 \cdot L^2 / (60 \cdot d \cdot W_y \cdot n) = 8.59^2 \cdot 25^2 / (60 \cdot 10 \cdot 0.083 \cdot 1) = 925.644 \leq 1200 \text{ kg/cm}^2 \text{ Cu}$$

#### *b) Cálculo térmico, por intensidad admisible*

$$I_{\text{cal}} = 158.87 \text{ A}$$
$$I_{\text{adm}} = 290 \text{ A}$$

#### *c) Comprobación por sollicitación térmica en cortocircuito*

$$I_{\text{pcc}} = 8.59 \text{ kA}$$
$$I_{\text{ccs}} = K_c \cdot S / (1000 \cdot \sqrt{t_{\text{cc}}}) = 164 \cdot 100 \cdot 1 / (1000 \cdot \sqrt{0.5}) = 23.19 \text{ kA}$$

## **11.5 CÁLCULO SUBCUADRO GIMNASIO.**

### **-Cálculo de la Línea: Subc gimnasio**

- Tensión de servicio: 400 V.
- Canalización: B-Unip.Tubos Superf.o Emp.Obra
- Longitud: 18 m; Cos φ: 0.8; X<sub>u</sub>(mΩ/m): 0;
- Potencia a instalar: 5216 W.
- Potencia de cálculo: (Según ITC-BT-44):  
8348.8 W.(Coef. de Simult.: 1 )  
I=8348.8/1,732x400x0.8=15.06 A.

Se eligen conductores Unipolares 4x4+TTx4mm<sup>2</sup>Cu



Aislamiento, Nivel Aislamiento: RZ1-K(AS) - No propagador incendio y emisión humos y opacidad reducida -

I.ad. a 40°C (Fc=1) 34 A. según ITC-BT-19

D. tubo: 25mm.

Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 49.81

$e(\text{parcial}) = 18 \times 8348.8 / 49.74 \times 400 \times 4 = 1.89 \text{ V.} = 0.47 \%$

$e(\text{total}) = 0.82\% \text{ ADMIS (4.5\% MAX.)}$

Protección Térmica en Principio de Línea

I. Mag. Tetrapolar Int. 16 A.

Protección Térmica en Final de Línea

I. Mag. Tetrapolar Int. 16 A.

## SUBCUADRO

### Subc gimnasio

## DEMANDA DE POTENCIAS

A continuación vamos a exponer y detallar la demanda de potencias de fuerza motriz y de alumbrado.

L17	900 W
L18	900 W
L20	900 W
Emergencias 4	96 W
L21	304 W
L22	160 W
L23	128 W
L24	304 W
L25	128 W
L19	900 W
Emergencias 5	96 W
TC5	400 W
TOTAL	5216 W

### -Cálculo de la Línea: A12

- Tensión de servicio: 230 V.

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

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

- Potencia a instalar: 2796 W.

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

4312.8 W.(Coef. de Simult.: 1 )

$I = 4312.8 / 230 \times 0.8 = 23.44 \text{ A.}$

Se eligen conductores Unipolares 2x4mm<sup>2</sup>Cu  
Aislamiento, Nivel Aislamiento: ES07Z1-K(AS) - No propagador incendio y emisión humos y opacidad reducida -  
I.ad. a 40°C (Fc=1) 27 A. según ITC-BT-19  
D. tubo: 16mm.

Caída de tensión:  
Temperatura cable (°C): 62.61  
 $e(\text{parcial})=2 \times 0.3 \times 4312.8 / 47.6 \times 230 \times 4 = 0.06 \text{ V.} = 0.03 \%$   
 $e(\text{total})=0.85\% \text{ ADMIS (4.5\% MAX.)}$

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

### **-Cálculo de la Línea: L17**

- Tensión de servicio: 230 V.  
- Canalización: B-Unip.Tubos Superf.o Emp.Obra  
- Longitud: 37.5 m; Cos  $\phi$ : 0.9; Xu(m $\Omega$ /m): 0;  
- Potencia a instalar: 900 W.  
- Potencia de cálculo: (Según ITC-BT-44):  
 $900 \times 1.8 = 1620 \text{ W.}$   
 $I = 1620 / 230 \times 0.9 = 7.83 \text{ A.}$

Se eligen conductores Unipolares 2x1.5+TTx1.5mm<sup>2</sup>Cu  
Aislamiento, Nivel Aislamiento: ES07Z1-K(AS) - No propagador incendio y emisión humos y opacidad reducida -  
I.ad. a 40°C (Fc=1) 15 A. según ITC-BT-19  
D. tubo: 16mm.

Caída de tensión:  
Temperatura cable (°C): 48.17  
 $e(\text{parcial})=2 \times 37.5 \times 1620 / 50.03 \times 230 \times 1.5 = 7.04 \text{ V.} = 3.06 \%$   
 $e(\text{total})=3.91\% \text{ ADMIS (4.5\% MAX.)}$

Prot. Térmica:  
I. Mag. Bipolar Int. 10 A.

### **-Cálculo de la Línea: L18**

- Tensión de servicio: 230 V.  
- Canalización: B-Unip.Tubos Superf.o Emp.Obra  
- Longitud: 33.5 m; Cos  $\phi$ : 0.9; Xu(m $\Omega$ /m): 0;  
- Potencia a instalar: 900 W.  
- Potencia de cálculo: (Según ITC-BT-44):  
 $900 \times 1.8 = 1620 \text{ W.}$   
 $I = 1620 / 230 \times 0.9 = 7.83 \text{ A.}$

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

Aislamiento, Nivel Aislamiento: ES07Z1-K(AS) - No propagador incendio y emisión humos y opacidad reducida -  
I.ad. a 40°C (Fc=1) 15 A. según ITC-BT-19  
D. tubo: 16mm.

Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 48.17

$e(\text{parcial})=2 \times 33.5 \times 1620 / 50.03 \times 230 \times 1.5 = 6.29 \text{ V.} = 2.73 \%$

$e(\text{total})=3.58\% \text{ ADMIS (4.5\% MAX.)}$

Prot. Térmica:

I. Mag. Bipolar Int. 10 A.

#### **-Cálculo de la Línea: L20**

- Tensión de servicio: 230 V.

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

- Longitud: 31.5 m; Cos  $\varphi$ : 0.9;  $X_u(\text{m}\Omega/\text{m})$ : 0;

- Potencia a instalar: 900 W.

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

900 W.

$I=900/230 \times 0.9=4.35 \text{ A.}$

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

Aislamiento, Nivel Aislamiento: ES07Z1-K(AS) - No propagador incendio y emisión humos y opacidad reducida -

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

D. tubo: 16mm.

Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 42.52

$e(\text{parcial})=2 \times 31.5 \times 900 / 51.05 \times 230 \times 1.5 = 3.22 \text{ V.} = 1.4 \%$

$e(\text{total})=2.25\% \text{ ADMIS (4.5\% MAX.)}$

Prot. Térmica:

I. Mag. Bipolar Int. 10 A.

#### **-Cálculo de la Línea: Emergencias 4**

- Tensión de servicio: 230 V.

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

- Longitud: 50 m; Cos  $\varphi$ : 0.9;  $X_u(\text{m}\Omega/\text{m})$ : 0;

- Potencia a instalar: 96 W.

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

$96 \times 1.8=172.8 \text{ W.}$

$I=172.8/230 \times 0.9=0.83 \text{ A.}$

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

Aislamiento, Nivel Aislamiento: ES07Z1-K(AS) - No propagador incendio y emisión humos y opacidad reducida -

I.ad. a 40°C (Fc=1) 15 A. según ITC-BT-19  
D. tubo: 16mm.

Caída de tensión:  
Temperatura cable (°C): 40.09  
 $e(\text{parcial})=2 \times 50 \times 172.8 / 51.5 \times 230 \times 1.5 = 0.97 \text{ V.} = 0.42 \%$   
 $e(\text{total})=1.27\% \text{ ADMIS (4.5\% MAX.)}$

Prot. Térmica:  
I. Mag. Bipolar Int. 10 A.

### **-Cálculo de la Línea: A13**

- Tensión de servicio: 230 V.
- Canalización: B-Unip.Tubos Superf.o Emp.Obra
- Longitud: 0.3 m; Cos  $\varphi$ : 0.8;  $X_u(\text{m}\Omega/\text{m})$ : 0;
- Potencia a instalar: 2020 W.
- Potencia de cálculo: (Según ITC-BT-44):  
3636 W.(Coef. de Simult.: 1 )  
 $I=3636/230 \times 0.8=19.76 \text{ A.}$

Se eligen conductores Unipolares 2x2.5mm<sup>2</sup>Cu  
Aislamiento, Nivel Aislamiento: ES07Z1-K(AS) - No propagador incendio y emisión humos y opacidad reducida -  
I.ad. a 40°C (Fc=1) 21 A. según ITC-BT-19  
D. tubo: 16mm.

Caída de tensión:  
Temperatura cable (°C): 66.56  
 $e(\text{parcial})=2 \times 0.3 \times 3636 / 46.98 \times 230 \times 2.5 = 0.08 \text{ V.} = 0.04 \%$   
 $e(\text{total})=0.86\% \text{ ADMIS (4.5\% MAX.)}$

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

### **-Cálculo de la Línea: A14**

- Tensión de servicio: 230 V.
- Canalización: B-Unip.Tubos Superf.o Emp.Obra
- Longitud: 0.3 m; Cos  $\varphi$ : 0.8;  $X_u(\text{m}\Omega/\text{m})$ : 0;
- Potencia a instalar: 1024 W.
- Potencia de cálculo: (Según ITC-BT-44):  
1843.2 W.(Coef. de Simult.: 1 )  
 $I=1843.2/230 \times 0.8=10.02 \text{ A.}$

Se eligen conductores Unipolares 2x2.5mm<sup>2</sup>Cu  
Aislamiento, Nivel Aislamiento: ES07Z1-K(AS) - No propagador incendio y emisión humos y opacidad reducida -

I.ad. a 40°C (Fc=1) 21 A. según ITC-BT-19  
D. tubo: 16mm.

Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 46.83

$e(\text{parcial})=2 \times 0.3 \times 1843.2 / 50.27 \times 230 \times 2.5 = 0.04 \text{ V.} = 0.02 \%$

$e(\text{total})=0.88\% \text{ ADMIS (4.5\% MAX.)}$

Prot. Térmica:

I. Mag. Bipolar Int. 16 A.

### **-Cálculo de la Línea: L21**

- Tensión de servicio: 230 V.

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

- Longitud: 33 m; Cos  $\phi$ : 0.9;  $X_u(\text{m}\Omega/\text{m})$ : 0;

- Potencia a instalar: 304 W.

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

$304 \times 1.8 = 547.2 \text{ W.}$

$I = 547.2 / 230 \times 0.9 = 2.64 \text{ A.}$

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

Aislamiento, Nivel Aislamiento: ES07Z1-K(AS) - No propagador incendio y emisión humos y opacidad reducida -

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

D. tubo: 16mm.

Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 40.93

$e(\text{parcial})=2 \times 33 \times 547.2 / 51.34 \times 230 \times 1.5 = 2.04 \text{ V.} = 0.89 \%$

$e(\text{total})=1.76\% \text{ ADMIS (4.5\% MAX.)}$

Prot. Térmica:

I. Mag. Bipolar Int. 10 A.

### **-Cálculo de la Línea: L22**

- Tensión de servicio: 230 V.

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

- Longitud: 17.5 m; Cos  $\phi$ : 0.9;  $X_u(\text{m}\Omega/\text{m})$ : 0;

- Potencia a instalar: 160 W.

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

$160 \times 1.8 = 288 \text{ W.}$

$I = 288 / 230 \times 0.9 = 1.39 \text{ A.}$

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

Aislamiento, Nivel Aislamiento: ES07Z1-K(AS) - No propagador incendio y emisión humos y opacidad reducida -

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

D. tubo: 16mm.

Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 40.26

$e(\text{parcial})=2 \times 17.5 \times 288 / 51.47 \times 230 \times 1.5 = 0.57 \text{ V.} = 0.25 \%$

$e(\text{total})=1.12\% \text{ ADMIS (4.5\% MAX.)}$

Prot. Térmica:

I. Mag. Bipolar Int. 10 A.

### **-Cálculo de la Línea: L23**

- Tensión de servicio: 230 V.

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

- Longitud: 8.5 m; Cos  $\phi$ : 0.9;  $X_u(\text{m}\Omega/\text{m})$ : 0;

- Potencia a instalar: 128 W.

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

$128 \times 1.8 = 230.4 \text{ W.}$

$I = 230.4 / 230 \times 0.9 = 1.11 \text{ A.}$

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

Aislamiento, Nivel Aislamiento: ES07Z1-K(AS) - No propagador incendio y emisión humos y opacidad reducida -

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

D. tubo: 16mm.

Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 40.17

$e(\text{parcial})=2 \times 8.5 \times 230.4 / 51.49 \times 230 \times 1.5 = 0.22 \text{ V.} = 0.1 \%$

$e(\text{total})=0.97\% \text{ ADMIS (4.5\% MAX.)}$

Prot. Térmica:

I. Mag. Bipolar Int. 10 A.

### **-Cálculo de la Línea: L24**

- Tensión de servicio: 230 V.

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

- Longitud: 29 m; Cos  $\phi$ : 0.9;  $X_u(\text{m}\Omega/\text{m})$ : 0;

- Potencia a instalar: 304 W.

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

$304 \times 1.8 = 547.2 \text{ W.}$

$I = 547.2 / 230 \times 0.9 = 2.64 \text{ A.}$

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

Aislamiento, Nivel Aislamiento: ES07Z1-K(AS) - No propagador incendio y emisión humos y opacidad reducida -

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

D. tubo: 16mm.

Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 40.93  
 $e(\text{parcial})=2 \times 29 \times 547.2 / 51.34 \times 230 \times 1.5 = 1.79 \text{ V.} = 0.78 \%$   
 $e(\text{total})=1.65\% \text{ ADMIS (4.5\% MAX.)}$

Prot. Térmica:  
I. Mag. Bipolar Int. 10 A.

### **-Cálculo de la Línea: L25**

- Tensión de servicio: 230 V.  
- Canalización: B-Unip.Tubos Superf.o Emp.Obra  
- Longitud: 25 m; Cos  $\varphi$ : 0.9;  $X_u(\text{m}\Omega/\text{m})$ : 0;  
- Potencia a instalar: 128 W.  
- Potencia de cálculo: (Según ITC-BT-44):  
 $128 \times 1.8 = 230.4 \text{ W.}$   
 $I = 230.4 / 230 \times 0.9 = 1.11 \text{ A.}$

Se eligen conductores Unipolares  $2 \times 1.5 + TT \times 1.5 \text{ mm}^2 \text{ Cu}$   
Aislamiento, Nivel Aislamiento: ES07Z1-K(AS) - No propagador incendio y emisión humos y opacidad reducida -  
I.ad. a 40°C (Fc=1) 15 A. según ITC-BT-19  
D. tubo: 16mm.

Caída de tensión:  
Temperatura cable (°C): 40.17  
 $e(\text{parcial})=2 \times 25 \times 230.4 / 51.49 \times 230 \times 1.5 = 0.65 \text{ V.} = 0.28 \%$   
 $e(\text{total})=1.16\% \text{ ADMIS (4.5\% MAX.)}$

Prot. Térmica:  
I. Mag. Bipolar Int. 10 A.

### **-Cálculo de la Línea: L19**

- Tensión de servicio: 230 V.  
- Canalización: B-Unip.Tubos Superf.o Emp.Obra  
- Longitud: 30.5 m; Cos  $\varphi$ : 0.9;  $X_u(\text{m}\Omega/\text{m})$ : 0;  
- Potencia a instalar: 900 W.  
- Potencia de cálculo: (Según ITC-BT-44):  
 $900 \times 1.8 = 1620 \text{ W.}$   
 $I = 1620 / 230 \times 0.9 = 7.83 \text{ A.}$

Se eligen conductores Unipolares  $2 \times 1.5 + TT \times 1.5 \text{ mm}^2 \text{ Cu}$   
Aislamiento, Nivel Aislamiento: ES07Z1-K(AS) - No propagador incendio y emisión humos y opacidad reducida -  
I.ad. a 40°C (Fc=1) 15 A. según ITC-BT-19  
D. tubo: 16mm.

Caída de tensión:  
Temperatura cable (°C): 48.17  
 $e(\text{parcial})=2 \times 30.5 \times 1620 / 50.03 \times 230 \times 1.5 = 5.73 \text{ V.} = 2.49 \%$

$e(\text{total})=3.35\%$  ADMIS (4.5% MAX.)

Prot. Térmica:

I. Mag. Bipolar Int. 10 A.

### **-Cálculo de la Línea: Emergencias 5**

- Tensión de servicio: 230 V.
- Canalización: B-Unip.Tubos Superf.o Emp.Obra
- Longitud: 50 m; Cos  $\phi$ : 0.9;  $X_u(\text{m}\Omega/\text{m})$ : 0;
- Potencia a instalar: 96 W.
- Potencia de cálculo: (Según ITC-BT-44):  
 $96 \times 1.8 = 172.8 \text{ W}$ .
- $I = 172.8 / 230 \times 0.9 = 0.83 \text{ A}$ .

Se eligen conductores Unipolares  $2 \times 1.5 + \text{TT} \times 1.5 \text{ mm}^2 \text{ Cu}$   
Aislamiento, Nivel Aislamiento: ES07Z1-K(AS) - No propagador incendio y emisión humos y opacidad reducida -  
I.ad. a  $40^\circ\text{C}$  ( $F_c=1$ ) 15 A. según ITC-BT-19  
D. tubo: 16mm.

Caída de tensión:

Temperatura cable ( $^\circ\text{C}$ ): 40.09

$e(\text{parcial}) = 2 \times 50 \times 172.8 / 51.5 \times 230 \times 1.5 = 0.97 \text{ V} = 0.42 \%$

$e(\text{total}) = 1.28\%$  ADMIS (4.5% MAX.)

Prot. Térmica:

I. Mag. Bipolar Int. 10 A.

### **-Cálculo de la Línea: A15**

- Tensión de servicio: 230 V.
- Canalización: B-Unip.Tubos Superf.o Emp.Obra
- Longitud: 0.3 m; Cos  $\phi$ : 0.8;  $X_u(\text{m}\Omega/\text{m})$ : 0;
- Potencia a instalar: 400 W.
- Potencia de cálculo:  
 $400 \text{ W} \cdot (\text{Coef. de Simult.: } 1)$
- $I = 400 / 230 \times 0.8 = 2.17 \text{ A}$ .

Se eligen conductores Unipolares  $2 \times 2.5 \text{ mm}^2 \text{ Cu}$   
Aislamiento, Nivel Aislamiento: ES07Z1-K(AS) - No propagador incendio y emisión humos y opacidad reducida -  
I.ad. a  $40^\circ\text{C}$  ( $F_c=1$ ) 21 A. según ITC-BT-19  
D. tubo: 16mm.

Caída de tensión:

Temperatura cable ( $^\circ\text{C}$ ): 40.32

$e(\text{parcial}) = 2 \times 0.3 \times 400 / 51.46 \times 230 \times 2.5 = 0.01 \text{ V} = 0 \%$

$e(\text{total}) = 0.83\%$  ADMIS (4.5% MAX.)



Protección diferencial:

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

### -Cálculo de la Línea: TC5

- Tensión de servicio: 230 V.
- Canalización: B-Unip.Tubos Superf.o Emp.Obra
- Longitud: 30 m; Cos  $\varphi$ : 1;  $X_u$ (m $\Omega$ /m): 0;
- Potencia a instalar: 400 W.
- Potencia de cálculo: 400 W.
- $I=400/230 \times 1=1.74$  A.

Se eligen conductores Unipolares 2x2.5+TTx2.5mm<sup>2</sup>Cu  
Aislamiento, Nivel Aislamiento: ES07Z1-K(AS) - No propagador incendio y emisión humos y opacidad reducida -  
I.ad. a 40°C (Fc=1) 21 A. según ITC-BT-19  
D. tubo: 20mm.

Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 40.21

$e(\text{parcial})=2 \times 30 \times 400 / 51.48 \times 230 \times 2.5=0.81$  V.=0.35 %

$e(\text{total})=1.18\%$  ADMIS (6.5% MAX.)

Prot. Térmica:

I. Mag. Bipolar Int. 16 A.

### -Cálculo de embarrado Subc gimnasio

*Datos*

- Metal: Cu
- Estado pletinas: desnudas
- n° pletinas por fase: 1
- Separación entre pletinas, d(cm): 10
- Separación entre apoyos, L(cm): 25
- Tiempo duración c.c. (s): 0.5

*Pletina adoptada*

- Sección (mm<sup>2</sup>): 24
- Ancho (mm): 12
- Espesor (mm): 2
- $W_x, I_x, W_y, I_y$  (cm<sup>3</sup>,cm<sup>4</sup>) : 0.048, 0.0288, 0.008, 0.0008
- I. admisible del embarrado (A): 110

*a) Cálculo electrodinámico*

$$\sigma_{\max} = I_{pcc}^2 \cdot L^2 / (60 \cdot d \cdot W_y \cdot n) = 1.57^2 \cdot 25^2 / (60 \cdot 10 \cdot 0.008 \cdot 1) = 321.609 \leq 1200 \text{ kg/cm}^2 \text{ Cu}$$

b) Cálculo térmico, por intensidad admisible

$$I_{cal} = 15.06 \text{ A}$$

$$I_{adm} = 110 \text{ A}$$

c) Comprobación por sollicitación térmica en cortocircuito

$$I_{pcc} = 1.57 \text{ kA}$$

$$I_{ccs} = K_c \cdot S / (1000 \cdot \sqrt{t_{cc}}) = 164 \cdot 24 \cdot 1 / (1000 \cdot \sqrt{0.5}) = 5.57 \text{ kA}$$

## 11.6 CÁLCULO SUBCUADRO COCINA.

### -Cálculo de la Línea: Subc cocina

- Tensión de servicio: 400 V.
- Canalización: B-Unip.Tubos Superf.o Emp.Obra
- Longitud: 50 m; Cos  $\phi$ : 0.8;  $X_u(m\Omega/m)$ : 0;
- Potencia a instalar: 7746 W.
- Potencia de cálculo: (Según ITC-BT-47 y ITC-BT-44):  
 $2500 \times 1.25 + 6058.8 = 9183.8 \text{ W. (Coef. de Simult.: 1)}$   
 $I = 9183.8 / (1.732 \times 400 \times 0.8) = 16.57 \text{ A.}$

Se eligen conductores Unipolares 4x4+TTx4mm<sup>2</sup>Cu  
Aislamiento, Nivel Aislamiento: RZ1-K(AS) - No propagador incendio y emisión humos y opacidad reducida -  
I.ad. a 40°C (Fc=1) 34 A. según ITC-BT-19  
D. tubo: 25mm.

Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 51.88

$e(\text{parcial}) = 50 \times 9183.8 / (49.38 \times 400 \times 4) = 5.81 \text{ V.} = 1.45 \%$

$e(\text{total}) = 1.8\% \text{ ADMIS (4.5\% MAX.)}$

Protección Térmica en Principio de Línea

I. Mag. Tetrapolar Int. 20 A.

Protección Térmica en Final de Línea

I. Mag. Tetrapolar Int. 20 A.

## SUBCUADRO

### Subc cocina

## DEMANDA DE POTENCIAS

A continuación vamos a exponer y detallar la demanda de potencias de fuerza motriz y de alumbrado.

L26	456 W
L27	160 W
L28	304 W
Emergencias 6	96 W
TC6	700 W
TC7	1000 W
M1	2500 W
M2	1500 W
M3	30 W
M4	1000 W
TOTAL	7746 W

### -Cálculo de la Línea: A16

- Tensión de servicio: 230 V.
- Canalización: B-Unip.Tubos Superf.o Emp.Obra
- Longitud: 0.3 m; Cos  $\phi$ : 0.8;  $X_u(m\Omega/m)$ : 0;
- Potencia a instalar: 1016 W.
- Potencia de cálculo: (Según ITC-BT-44):  
1828.8 W.(Coef. de Simult.: 1 )  
 $I=1828.8/230 \times 0.8=9.94$  A.

Se eligen conductores Unipolares 2x1.5mm<sup>2</sup>Cu  
Aislamiento, Nivel Aislamiento: ES07Z1-K(AS) - No propagador incendio y emisión humos y opacidad reducida -  
I.ad. a 40°C (Fc=1) 15 A. según ITC-BT-19  
D. tubo: 12mm.

Caída de tensión:  
Temperatura cable (°C): 53.17  
 $e(\text{parcial})=2 \times 0.3 \times 1828.8 / 49.16 \times 230 \times 1.5=0.06$  V.=0.03 %  
 $e(\text{total})=1.83\%$  ADMIS (4.5% MAX.)

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

### -Cálculo de la Línea: A17

- Tensión de servicio: 230 V.
- Canalización: B-Unip.Tubos Superf.o Emp.Obra
- Longitud: 0.3 m; Cos  $\phi$ : 0.8;  $X_u(m\Omega/m)$ : 0;
- Potencia a instalar: 920 W.
- Potencia de cálculo: (Según ITC-BT-44):  
1656 W.(Coef. de Simult.: 1 )  
 $I=1656/230 \times 0.8=9$  A.

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

Aislamiento, Nivel Aislamiento: ES07Z1-K(AS) - No propagador incendio y emisión humos y opacidad reducida -

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

D. tubo: 12mm.

Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 50.8

$e(\text{parcial})=2 \times 0.3 \times 1656 / 49.57 \times 230 \times 1.5 = 0.06 \text{ V.} = 0.03 \%$

$e(\text{total})=1.86\% \text{ ADMIS (4.5\% MAX.)}$

Prot. Térmica:

I. Mag. Bipolar Int. 10 A.

### **-Cálculo de la Línea: L26**

- Tensión de servicio: 230 V.

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

- Longitud: 29 m; Cos  $\varphi$ : 0.9;  $X_u(\text{m}\Omega/\text{m})$ : 0;

- Potencia a instalar: 456 W.

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

$456 \times 1.8 = 820.8 \text{ W.}$

$I = 820.8 / 230 \times 0.9 = 3.97 \text{ A.}$

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

Aislamiento, Nivel Aislamiento: ES07Z1-K(AS) - No propagador incendio y emisión humos y opacidad reducida -

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

D. tubo: 16mm.

Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 42.1

$e(\text{parcial})=2 \times 29 \times 820.8 / 51.13 \times 230 \times 1.5 = 2.7 \text{ V.} = 1.17 \%$

$e(\text{total})=3.03\% \text{ ADMIS (4.5\% MAX.)}$

Prot. Térmica:

I. Mag. Bipolar Int. 10 A.

### **-Cálculo de la Línea: L27**

- Tensión de servicio: 230 V.

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

- Longitud: 14 m; Cos  $\varphi$ : 0.9;  $X_u(\text{m}\Omega/\text{m})$ : 0;

- Potencia a instalar: 160 W.

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

$160 \times 1.8 = 288 \text{ W.}$

$I = 288 / 230 \times 0.9 = 1.39 \text{ A.}$

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

Aislamiento, Nivel Aislamiento: ES07Z1-K(AS) - No propagador incendio y emisión humos y opacidad reducida -

I.ad. a 40°C (Fc=1) 15 A. según ITC-BT-19  
D. tubo: 16mm.

Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 40.26

$e(\text{parcial})=2 \times 14 \times 288 / 51.47 \times 230 \times 1.5 = 0.45 \text{ V.} = 0.2 \%$

$e(\text{total})=2.06\% \text{ ADMIS (4.5\% MAX.)}$

Prot. Térmica:

I. Mag. Bipolar Int. 10 A.

### **-Cálculo de la Línea: L28**

- Tensión de servicio: 230 V.

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

- Longitud: 15 m; Cos  $\phi$ : 0.9;  $X_u(\text{m}\Omega/\text{m})$ : 0;

- Potencia a instalar: 304 W.

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

$304 \times 1.8 = 547.2 \text{ W.}$

$I = 547.2 / 230 \times 0.9 = 2.64 \text{ A.}$

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

Aislamiento, Nivel Aislamiento: ES07Z1-K(AS) - No propagador incendio y emisión humos y opacidad reducida -

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

D. tubo: 16mm.

Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 40.93

$e(\text{parcial})=2 \times 15 \times 547.2 / 51.34 \times 230 \times 1.5 = 0.93 \text{ V.} = 0.4 \%$

$e(\text{total})=2.26\% \text{ ADMIS (4.5\% MAX.)}$

Prot. Térmica:

I. Mag. Bipolar Int. 10 A.

### **-Cálculo de la Línea: Emergencias 6**

- Tensión de servicio: 230 V.

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

- Longitud: 50 m; Cos  $\phi$ : 0.9;  $X_u(\text{m}\Omega/\text{m})$ : 0;

- Potencia a instalar: 96 W.

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

$96 \times 1.8 = 172.8 \text{ W.}$

$I = 172.8 / 230 \times 0.9 = 0.83 \text{ A.}$

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

Aislamiento, Nivel Aislamiento: ES07Z1-K(AS) - No propagador incendio y emisión humos y opacidad reducida -

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

D. tubo: 16mm.

Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 40.09

$e(\text{parcial})=2 \times 50 \times 172.8 / 51.5 \times 230 \times 1.5 = 0.97 \text{ V.} = 0.42 \%$

$e(\text{total})=2.26\% \text{ ADMIS (4.5\% MAX.)}$

Prot. Térmica:

I. Mag. Bipolar Int. 10 A.

### **-Cálculo de la Línea: A18**

- Tensión de servicio: 230 V.

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

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

- Potencia a instalar: 1700 W.

- Potencia de cálculo:

1700 W.(Coef. de Simult.: 1 )

$I=1700/230 \times 0.8=9.24 \text{ A.}$

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

Aislamiento, Nivel Aislamiento: ES07Z1-K(AS) - No propagador incendio y emisión humos y opacidad reducida -

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

D. tubo: 16mm.

Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 45.81

$e(\text{parcial})=2 \times 0.3 \times 1700 / 50.45 \times 230 \times 2.5 = 0.04 \text{ V.} = 0.02 \%$

$e(\text{total})=1.82\% \text{ ADMIS (4.5\% MAX.)}$

Protección diferencial:

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

### **-Cálculo de la Línea: A19**

- Tensión de servicio: 230 V.

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

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

- Potencia a instalar: 1700 W.

- Potencia de cálculo:

1700 W.(Coef. de Simult.: 1 )

$I=1700/230 \times 0.8=9.24 \text{ A.}$

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

Aislamiento, Nivel Aislamiento: ES07Z1-K(AS) - No propagador incendio y emisión humos y opacidad reducida -

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

D. tubo: 16mm.

Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 45.81

$e(\text{parcial})=2 \times 0.3 \times 1700 / 50.45 \times 230 \times 2.5 = 0.04 \text{ V.} = 0.02 \%$

$e(\text{total})=1.84\% \text{ ADMIS (4.5\% MAX.)}$

Prot. Térmica:

I. Mag. Bipolar Int. 16 A.

### **-Cálculo de la Línea: TC6**

- Tensión de servicio: 230 V.

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

- Longitud: 35 m;  $\text{Cos } \varphi: 1$ ;  $X_u(\text{m}\Omega/\text{m}): 0$ ;

- Potencia a instalar: 700 W.

- Potencia de cálculo: 700 W.

$I=700/230 \times 1=3.04 \text{ A.}$

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

Aislamiento, Nivel Aislamiento: ES07Z1-K(AS) - No propagador incendio y emisión humos y opacidad reducida -

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

D. tubo: 20mm.

Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 40.63

$e(\text{parcial})=2 \times 35 \times 700 / 51.4 \times 230 \times 2.5 = 1.66 \text{ V.} = 0.72 \%$

$e(\text{total})=2.56\% \text{ ADMIS (6.5\% MAX.)}$

Prot. Térmica:

I. Mag. Bipolar Int. 16 A.

### **-Cálculo de la Línea: TC7**

- Tensión de servicio: 230 V.

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

- Longitud: 16 m;  $\text{Cos } \varphi: 1$ ;  $X_u(\text{m}\Omega/\text{m}): 0$ ;

- Potencia a instalar: 1000 W.

- Potencia de cálculo: 1000 W.

$I=1000/230 \times 1=4.35 \text{ A.}$

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

Aislamiento, Nivel Aislamiento: ES07Z1-K(AS) - No propagador incendio y emisión humos y opacidad reducida -

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

D. tubo: 20mm.

Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 41.29

$e(\text{parcial})=2 \times 16 \times 1000 / 51.28 \times 230 \times 2.5 = 1.09 \text{ V.} = 0.47 \%$

$e(\text{total})=2.31\% \text{ ADMIS (6.5\% MAX.)}$

Prot. Térmica:

I. Mag. Bipolar Int. 16 A.

**-Cálculo de la Línea: A20**

- Tensión de servicio: 400 V.
- Canalización: B-Unip.Tubos Superf.o Emp.Obra
- Longitud: 0.3 m; Cos  $\varphi$ : 0.8;  $X_u(m\Omega/m)$ : 0;
- Potencia a instalar: 4000 W.
- Potencia de cálculo: (Según ITC-BT-47):  
 $2500 \times 1.25 + 1500 = 4625$  W. (Coef. de Simult.: 1 )  
 $I = 4625 / 1,732 \times 400 \times 0.8 = 8.34$  A.

Se eligen conductores Unipolares 4x4mm<sup>2</sup>Cu

Aislamiento, Nivel Aislamiento: ES07Z1-K(AS) - No propagador incendio y emisión humos y opacidad reducida -

I.ad. a 40°C (Fc=1) 24 A. según ITC-BT-19

D. tubo: 20mm.

Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 43.63

$e(\text{parcial}) = 0.3 \times 4625 / 50.85 \times 400 \times 4 = 0.02$  V. = 0 %

$e(\text{total}) = 1.81\%$  ADMIS (4.5% MAX.)

Protección diferencial:

Inter. Dif. Tetrapolar Int.: 40 A. Sens. Int.: 300 mA.

**-Cálculo de la Línea: M1**

- Tensión de servicio: 400 V.
- Canalización: B-Unip.Tubos Superf.o Emp.Obra
- Longitud: 15 m; Cos  $\varphi$ : 0.85;  $X_u(m\Omega/m)$ : 0; R: 1
- Potencia a instalar: 2500 W.
- Potencia de cálculo: (Según ITC-BT-47):  
 $2500 \times 1.25 = 3125$  W.  
 $I = 3125 / 1,732 \times 400 \times 0.85 \times 1 = 5.31$  A.

Se eligen conductores Unipolares 4x4+TTx4mm<sup>2</sup>Cu

Aislamiento, Nivel Aislamiento: ES07Z1-K(AS) - No propagador incendio y emisión humos y opacidad reducida -

I.ad. a 40°C (Fc=1) 24 A. según ITC-BT-19

D. tubo: 25mm.

Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 41.47

$e(\text{parcial}) = 15 \times 3125 / 51.24 \times 400 \times 4 \times 1 = 0.57$  V. = 0.14 %

$e(\text{total}) = 1.95\%$  ADMIS (6.5% MAX.)

Prot. Térmica:

I. Mag. Tetrapolar Int. 16 A.



### -Cálculo de la Línea: M2

- Tensión de servicio: 230 V.
- Canalización: B-Unip.Tubos Superf.o Emp.Obra
- Longitud: 15 m; Cos  $\phi$ : 0.85;  $X_u(m\Omega/m)$ : 0; R: 1
- Potencia a instalar: 1500 W.
- Potencia de cálculo: (Según ITC-BT-47):  
 $1500 \times 1.25 = 1875$  W.
- $I = 1875 / 230 \times 0.85 \times 1 = 9.59$  A.

Se eligen conductores Unipolares  $2 \times 2.5 + TT \times 2.5 \text{ mm}^2 \text{ Cu}$   
Aislamiento, Nivel Aislamiento: ES07Z1-K(AS) - No propagador incendio y emisión humos y opacidad reducida -  
I.ad. a  $40^\circ\text{C}$  ( $F_c=1$ ) 21 A. según ITC-BT-19  
D. tubo: 20mm.

Caída de tensión:

Temperatura cable ( $^\circ\text{C}$ ): 46.26

$e(\text{parcial}) = 2 \times 15 \times 1875 / 50.37 \times 230 \times 2.5 \times 1 = 1.94$  V. = 0.84 %

$e(\text{total}) = 2.65\%$  ADMIS (6.5% MAX.)

Prot. Térmica:

I. Mag. Bipolar Int. 16 A.

### -Cálculo de la Línea: A21

- Tensión de servicio: 230 V.
- Canalización: B-Unip.Tubos Superf.o Emp.Obra
- Longitud: 0.3 m; Cos  $\phi$ : 0.8;  $X_u(m\Omega/m)$ : 0;
- Potencia a instalar: 1030 W.
- Potencia de cálculo: (Según ITC-BT-47):  
 $1000 \times 1.25 + 30 = 1280$  W. (Coef. de Simult.: 1 )
- $I = 1280 / 230 \times 0.8 = 6.96$  A.

Se eligen conductores Unipolares  $2 \times 2.5 \text{ mm}^2 \text{ Cu}$   
Aislamiento, Nivel Aislamiento: ES07Z1-K(AS) - No propagador incendio y emisión humos y opacidad reducida -  
I.ad. a  $40^\circ\text{C}$  ( $F_c=1$ ) 21 A. según ITC-BT-19  
D. tubo: 16mm.

Caída de tensión:

Temperatura cable ( $^\circ\text{C}$ ): 43.29

$e(\text{parcial}) = 2 \times 0.3 \times 1280 / 50.91 \times 230 \times 2.5 = 0.03$  V. = 0.01 %

$e(\text{total}) = 1.82\%$  ADMIS (4.5% MAX.)

Protección diferencial:

Inter. Dif. Bipolar Int.: 40 A. Sens. Int.: 300 mA.

### -Cálculo de la Línea: M3

- Tensión de servicio: 230 V.
- Canalización: B-Unip.Tubos Superf.o Emp.Obra
- Longitud: 12 m; Cos  $\varphi$ : 0.85;  $X_u(m\Omega/m)$ : 0; R: 1
- Potencia a instalar: 30 W.
- Potencia de cálculo: (Según ITC-BT-47):  
 $30 \times 1.25 = 37.5$  W.
- $I = 37.5 / 230 \times 0.85 \times 1 = 0.19$  A.

Se eligen conductores Unipolares 2x2.5+TTx2.5mm<sup>2</sup>Cu  
Aislamiento, Nivel Aislamiento: ES07Z1-K(AS) - No propagador incendio y emisión humos y opacidad reducida -  
I.ad. a 40°C (Fc=1) 21 A. según ITC-BT-19  
D. tubo: 20mm.

Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 40

$e(\text{parcial}) = 2 \times 12 \times 37.5 / 51.52 \times 230 \times 2.5 \times 1 = 0.03$  V. = 0.01 %

$e(\text{total}) = 1.83\%$  ADMIS (6.5% MAX.)

Prot. Térmica:

I. Mag. Bipolar Int. 16 A.

#### **-Cálculo de la Línea: M4**

- Tensión de servicio: 230 V.
- Canalización: B-Unip.Tubos Superf.o Emp.Obra
- Longitud: 12 m; Cos  $\varphi$ : 0.85;  $X_u(m\Omega/m)$ : 0; R: 1
- Potencia a instalar: 1000 W.
- Potencia de cálculo: (Según ITC-BT-47):  
 $1000 \times 1.25 = 1250$  W.
- $I = 1250 / 230 \times 0.85 \times 1 = 6.39$  A.

Se eligen conductores Unipolares 2x2.5+TTx2.5mm<sup>2</sup>Cu  
Aislamiento, Nivel Aislamiento: ES07Z1-K(AS) - No propagador incendio y emisión humos y opacidad reducida -  
I.ad. a 40°C (Fc=1) 21 A. según ITC-BT-19  
D. tubo: 20mm.

Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 42.78

$e(\text{parcial}) = 2 \times 12 \times 1250 / 51 \times 230 \times 2.5 \times 1 = 1.02$  V. = 0.44 %

$e(\text{total}) = 2.26\%$  ADMIS (6.5% MAX.)

Prot. Térmica:

I. Mag. Bipolar Int. 16 A.

#### **-Cálculo de embarrado Subc cocina**

*Datos*

- Metal: Cu
- Estado pletinas: desnudas
- nº pletinas por fase: 1
- Separación entre pletinas, d(cm): 10
- Separación entre apoyos, L(cm): 25
- Tiempo duración c.c. (s): 0.5

*Pletina adoptada*

- Sección (mm<sup>2</sup>): 24
- Ancho (mm): 12
- Espesor (mm): 2
- W<sub>x</sub>, I<sub>x</sub>, W<sub>y</sub>, I<sub>y</sub> (cm<sup>3</sup>, cm<sup>4</sup>): 0.048, 0.0288, 0.008, 0.0008
- I. admisible del embarrado (A): 110

*a) Cálculo electrodinámico*

$$\sigma_{\max} = I_{pcc}^2 \cdot L^2 / (60 \cdot d \cdot W_y \cdot n) = 0.64^2 \cdot 25^2 / (60 \cdot 10 \cdot 0.008 \cdot 1) = 52.999$$

$\leq 1200 \text{ kg/cm}^2 \text{ Cu}$

*b) Cálculo térmico, por intensidad admisible*

$$I_{cal} = 16.57 \text{ A}$$
$$I_{adm} = 110 \text{ A}$$

*c) Comprobación por sollicitación térmica en cortocircuito*

$$I_{pcc} = 0.64 \text{ kA}$$
$$I_{ccs} = K_c \cdot S / (1000 \cdot \sqrt{t_{cc}}) = 164 \cdot 24 \cdot 1 / (1000 \cdot \sqrt{0.5}) = 5.57 \text{ kA}$$

## 11.7 CÁLCULO SUBCUADRO ASCENSOR.

*-Cálculo de la Línea: Subc Ascensor*

- Tensión de servicio: 400 V.
- Canalización: B-Unip.Tubos Superf.o Emp.Obra
- Longitud: 13 m; Cos  $\phi$ : 0.8; X<sub>u</sub>(m $\Omega$ /m): 0;
- Potencia a instalar: 5826 W.
- Potencia de cálculo: (Según ITC-BT-47 y ITC-BT-44):  
5000x1.25+926.8=7176.8 W.(Coef. de Simult.: 1 )  
I=7176.8/1,732x400x0.8=12.95 A.

Se eligen conductores Unipolares 4x4+TTx4mm<sup>2</sup>Cu  
Aislamiento, Nivel Aislamiento: RZ1-K(AS) - No propagador incendio y emisión humos y opacidad reducida -  
I.ad. a 40°C (Fc=1) 34 A. según ITC-BT-19  
D. tubo: 25mm.

Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 47.25

$e(\text{parcial})=13 \times 7176.8 / 50.19 \times 400 \times 4 = 1.16 \text{ V.} = 0.29 \%$

$e(\text{total})=0.64\% \text{ ADMIS (4.5\% MAX.)}$

Protección Térmica en Principio de Línea

I. Mag. Tetrapolar Int. 16 A.

Protección Térmica en Final de Línea

I. Mag. Tetrapolar Int. 16 A.

## SUBCUADRO

### Subc Ascensor

## DEMANDA DE POTENCIAS

A continuación vamos a exponer y detallar la demanda de potencias de fuerza motriz y de alumbrado.

L29	126 W
M5	5000 W
M6	700 W
TOTAL	5826 W

### -Cálculo de la Línea: A22

- Tensión de servicio: 230 V.
- Canalización: B-Unip.Tubos Superf.o Emp.Obra
- Longitud: 0.3 m; Cos  $\phi$ : 0.8;  $X_u(\text{m}\Omega/\text{m})$ : 0;
- Potencia a instalar: 126 W.
- Potencia de cálculo: (Según ITC-BT-44):  
226.8 W.(Coef. de Simult.: 1 )

$I=226.8/230 \times 0.8=1.23 \text{ A.}$

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

Aislamiento, Nivel Aislamiento: ES07Z1-K(AS) - No propagador incendio y emisión humos y opacidad reducida -

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

D. tubo: 12mm.

Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 40.2

$e(\text{parcial})=2 \times 0.3 \times 226.8 / 51.48 \times 230 \times 1.5 = 0.01 \text{ V.} = 0 \%$

$e(\text{total})=0.65\% \text{ ADMIS (4.5\% MAX.)}$

Protección diferencial:

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

### -Cálculo de la Línea: L29

- Tensión de servicio: 230 V.
- Canalización: B-Unip.Tubos Superf.o Emp.Obra
- Longitud: 9 m; Cos  $\varphi$ : 0.9;  $X_u(m\Omega/m)$ : 0;
- Potencia a instalar: 126 W.
- Potencia de cálculo: (Según ITC-BT-44):  
 $126 \times 1.8 = 226.8$  W.

$$I = 226.8 / 230 \times 0.9 = 1.1 \text{ A.}$$

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

Aislamiento, Nivel Aislamiento: ES07Z1-K(AS) - No propagador incendio y emisión humos y opacidad reducida -

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

D. tubo: 16mm.

Caída de tensión:

Temperatura cable ( $^\circ\text{C}$ ): 40.16

$$e(\text{parcial}) = 2 \times 9 \times 226.8 / 51.49 \times 230 \times 1.5 = 0.23 \text{ V.} = 0.1 \%$$

$$e(\text{total}) = 0.75\% \text{ ADMIS (4.5\% MAX.)}$$

Prot. Térmica:

I. Mag. Bipolar Int. 10 A.

### -Cálculo de la Línea: A23

- Tensión de servicio: 400 V.
- Canalización: B-Unip.Tubos Superf.o Emp.Obra
- Longitud: 0.3 m; Cos  $\varphi$ : 0.8;  $X_u(m\Omega/m)$ : 0;
- Potencia a instalar: 5700 W.
- Potencia de cálculo: (Según ITC-BT-47):  
 $5000 \times 1.25 + 700 = 6950$  W. (Coef. de Simult.: 1 )

$$I = 6950 / 1,732 \times 400 \times 0.8 = 12.54 \text{ A.}$$

Se eligen conductores Unipolares  $4 \times 4 \text{ mm}^2 \text{ Cu}$

Aislamiento, Nivel Aislamiento: ES07Z1-K(AS) - No propagador incendio y emisión humos y opacidad reducida -

I.ad. a  $40^\circ\text{C}$  ( $F_c=1$ ) 24 A. según ITC-BT-19

D. tubo: 20mm.

Caída de tensión:

Temperatura cable ( $^\circ\text{C}$ ): 48.19

$$e(\text{parcial}) = 0.3 \times 6950 / 50.03 \times 400 \times 4 = 0.03 \text{ V.} = 0.01 \%$$

$$e(\text{total}) = 0.65\% \text{ ADMIS (4.5\% MAX.)}$$

Protección diferencial:

Inter. Dif. Tetrapolar Int.: 40 A. Sens. Int.: 300 mA.

### -Cálculo de la Línea: M5

- Tensión de servicio: 400 V.
- Canalización: B-Unip.Tubos Superf.o Emp.Obra
- Longitud: 20 m; Cos  $\phi$ : 0.85;  $X_u(m\Omega/m)$ : 0; R: 1
- Potencia a instalar: 5000 W.
- Potencia de cálculo: (Según ITC-BT-47):  
 $5000 \times 1.25 = 6250$  W.

$$I = 6250 / (1.732 \times 400 \times 0.85 \times 1) = 10.61 \text{ A.}$$

Se eligen conductores Unipolares 4x4+TTx4mm<sup>2</sup>Cu

Aislamiento, Nivel Aislamiento: ES07Z1-K(AS) - No propagador incendio y emisión humos y opacidad reducida -

I.ad. a 40°C (Fc=1) 24 A. según ITC-BT-19

D. tubo: 25mm.

Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 45.87

$$e(\text{parcial}) = 20 \times 6250 / (50.44 \times 400 \times 4 \times 1) = 1.55 \text{ V.} = 0.39 \%$$

$$e(\text{total}) = 1.04\% \text{ ADMIS (6.5\% MAX.)}$$

Prot. Térmica:

I. Mag. Tetrapolar Int. 16 A.

### **-Cálculo de la Línea: M6**

- Tensión de servicio: 230 V.
- Canalización: B-Unip.Tubos Superf.o Emp.Obra
- Longitud: 15 m; Cos  $\phi$ : 0.85;  $X_u(m\Omega/m)$ : 0; R: 1
- Potencia a instalar: 700 W.
- Potencia de cálculo: (Según ITC-BT-47):  
 $700 \times 1.25 = 875$  W.

$$I = 875 / (230 \times 0.85 \times 1) = 4.48 \text{ A.}$$

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

Aislamiento, Nivel Aislamiento: ES07Z1-K(AS) - No propagador incendio y emisión humos y opacidad reducida -

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

D. tubo: 20mm.

Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 41.36

$$e(\text{parcial}) = 2 \times 15 \times 875 / (51.26 \times 230 \times 2.5 \times 1) = 0.89 \text{ V.} = 0.39 \%$$

$$e(\text{total}) = 1.04\% \text{ ADMIS (6.5\% MAX.)}$$

Prot. Térmica:

I. Mag. Bipolar Int. 16 A.

### **-Cálculo de embarrado Subc Ascensor**

*Datos*

- Metal: Cu
- Estado pletinas: desnudas
- nº pletinas por fase: 1
- Separación entre pletinas, d(cm): 10
- Separación entre apoyos, L(cm): 25
- Tiempo duración c.c. (s): 0.5

*Pletina adoptada*

- Sección (mm<sup>2</sup>): 24
- Ancho (mm): 12
- Espesor (mm): 2
- W<sub>x</sub>, I<sub>x</sub>, W<sub>y</sub>, I<sub>y</sub> (cm<sup>3</sup>, cm<sup>4</sup>): 0.048, 0.0288, 0.008, 0.0008
- I. admisible del embarrado (A): 110

*a) Cálculo electrodinámico*

$$\sigma_{\max} = I_{\text{pcc}}^2 \cdot L^2 / (60 \cdot d \cdot W_y \cdot n) = 2.04^2 \cdot 25^2 / (60 \cdot 10 \cdot 0.008 \cdot 1) = 540.128 \leq 1200 \text{ kg/cm}^2 \text{ Cu}$$

*b) Cálculo térmico, por intensidad admisible*

$$I_{\text{cal}} = 12.95 \text{ A}$$
$$I_{\text{adm}} = 110 \text{ A}$$

*c) Comprobación por solicitud térmica en cortocircuito*

$$I_{\text{pcc}} = 2.04 \text{ kA}$$
$$I_{\text{ccs}} = K_c \cdot S / (1000 \cdot \sqrt{t_{\text{cc}}}) = 164 \cdot 24 \cdot 1 / (1000 \cdot \sqrt{0.5}) = 5.57 \text{ kA}$$

## 11.8 CÁLCULO SUBCUADRO SALA DE CALDERAS.

### -Cálculo de la Línea: Subc sala calderas

- Tensión de servicio: 400 V.
- Canalización: B-Unip.Tubos Superf.o Emp.Obra
- Longitud: 55 m; Cos φ: 0.8; X<sub>u</sub>(mΩ/m): 0;
- Potencia a instalar: 2504 W.
- Potencia de cálculo: (Según ITC-BT-47 y ITC-BT-44):  
980x1.25+1783.2=3008.2 W.(Coef. de Simult.: 1 )  
I=3008.2/1,732x400x0.8=5.43 A.

Se eligen conductores Unipolares 4x2.5+TTx2.5mm<sup>2</sup>Cu  
Aislamiento, Nivel Aislamiento: RZ1-K(AS) - No propagador incendio y emisión humos y opacidad reducida -  
I.ad. a 40°C (Fc=1) 25 A. según ITC-BT-19  
D. tubo: 20mm.

Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 42.36

$e(\text{parcial})=55 \times 3008.2 / 51.08 \times 400 \times 2.5 = 3.24 \text{ V.} = 0.81 \%$

$e(\text{total})=1.16\% \text{ ADMIS (4.5\% MAX.)}$

Protección Térmica en Principio de Línea

I. Mag. Tetrapolar Int. 16 A.

Protección Térmica en Final de Línea

I. Mag. Tetrapolar Int. 16 A.

## SUBCUADRO

### Subc sala calderas

## DEMANDA DE POTENCIAS

A continuación vamos a exponer y detallar la demanda de potencias de fuerza motriz y de alumbrado.

L30	228 W
Emergencias 7	96 W
TC8	500 W
M7	980 W
M8	700 W
TOTAL	2504 W

### -Cálculo de la Línea: A24

- Tensión de servicio: 230 V.

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

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

- Potencia a instalar: 324 W.

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

583.2 W. (Coef. de Simult.: 1)

$I=583.2/230 \times 0.8=3.17 \text{ A.}$

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

Aislamiento, Nivel Aislamiento: ES07Z1-K(AS) - No propagador incendio y emisión humos y opacidad reducida -

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

D. tubo: 12mm.

Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 41.34

$e(\text{parcial})=2 \times 0.3 \times 583.2 / 51.27 \times 230 \times 1.5 = 0.02 \text{ V.} = 0.01 \%$

$e(\text{total})=1.17\% \text{ ADMIS (4.5\% MAX.)}$

Protección diferencial:

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



### -Cálculo de la Línea: L30

- Tensión de servicio: 230 V.
- Canalización: B-Unip.Tubos Superf.o Emp.Obra
- Longitud: 11 m; Cos  $\phi$ : 0.9;  $X_u(m\Omega/m)$ : 0;
- Potencia a instalar: 228 W.
- Potencia de cálculo: (Según ITC-BT-44):  
 $228 \times 1.8 = 410.4$  W.
- $I = 410.4 / 230 \times 0.9 = 1.98$  A.

Se eligen conductores Unipolares  $2 \times 1.5 + TT \times 1.5 \text{ mm}^2 \text{ Cu}$   
Aislamiento, Nivel Aislamiento: ES07Z1-K(AS) - No propagador incendio y emisión humos y opacidad reducida -  
I.ad. a  $40^\circ\text{C}$  ( $F_c=1$ ) 15 A. según ITC-BT-19  
D. tubo: 16mm.

Caída de tensión:  
Temperatura cable ( $^\circ\text{C}$ ): 40.52  
 $e(\text{parcial}) = 2 \times 11 \times 410.4 / 51.42 \times 230 \times 1.5 = 0.51$  V. = 0.22 %  
 $e(\text{total}) = 1.39\%$  ADMIS (4.5% MAX.)

Prot. Térmica:  
I. Mag. Bipolar Int. 10 A.

### -Cálculo de la Línea: Emergencias 7

- Tensión de servicio: 230 V.
- Canalización: B-Unip.Tubos Superf.o Emp.Obra
- Longitud: 50 m; Cos  $\phi$ : 0.9;  $X_u(m\Omega/m)$ : 0;
- Potencia a instalar: 96 W.
- Potencia de cálculo: (Según ITC-BT-44):  
 $96 \times 1.8 = 172.8$  W.
- $I = 172.8 / 230 \times 0.9 = 0.83$  A.

Se eligen conductores Unipolares  $2 \times 1.5 + TT \times 1.5 \text{ mm}^2 \text{ Cu}$   
Aislamiento, Nivel Aislamiento: ES07Z1-K(AS) - No propagador incendio y emisión humos y opacidad reducida -  
I.ad. a  $40^\circ\text{C}$  ( $F_c=1$ ) 15 A. según ITC-BT-19  
D. tubo: 16mm.

Caída de tensión:  
Temperatura cable ( $^\circ\text{C}$ ): 40.09  
 $e(\text{parcial}) = 2 \times 50 \times 172.8 / 51.5 \times 230 \times 1.5 = 0.97$  V. = 0.42 %  
 $e(\text{total}) = 1.59\%$  ADMIS (4.5% MAX.)

Prot. Térmica:  
I. Mag. Bipolar Int. 10 A.

### -Cálculo de la Línea: A25

- Tensión de servicio: 230 V.
- Canalización: B-Unip.Tubos Superf.o Emp.Obra
- Longitud: 0.3 m; Cos  $\phi$ : 0.8;  $X_u(m\Omega/m)$ : 0;
- Potencia a instalar: 500 W.
- Potencia de cálculo:  
500 W.(Coef. de Simult.: 1 )  
 $I=500/230 \times 0.8=2.72$  A.

Se eligen conductores Unipolares 2x2.5mm<sup>2</sup>Cu  
Aislamiento, Nivel Aislamiento: ES07Z1-K(AS) - No propagador incendio y emisión humos y opacidad reducida -  
I.ad. a 40°C (Fc=1) 21 A. según ITC-BT-19  
D. tubo: 16mm.

Caída de tensión:  
Temperatura cable (°C): 40.5  
 $e(\text{parcial})=2 \times 0.3 \times 500 / 51.42 \times 230 \times 2.5=0.01$  V.=0 %  
 $e(\text{total})=1.17\%$  ADMIS (4.5% MAX.)

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

#### **-Cálculo de la Línea: TC8**

- Tensión de servicio: 230 V.
- Canalización: B-Unip.Tubos Superf.o Emp.Obra
- Longitud: 10 m; Cos  $\phi$ : 1;  $X_u(m\Omega/m)$ : 0;
- Potencia a instalar: 500 W.
- Potencia de cálculo: 500 W.  
 $I=500/230 \times 1=2.17$  A.

Se eligen conductores Unipolares 2x2.5+TTx2.5mm<sup>2</sup>Cu  
Aislamiento, Nivel Aislamiento: ES07Z1-K(AS) - No propagador incendio y emisión humos y opacidad reducida -  
I.ad. a 40°C (Fc=1) 21 A. según ITC-BT-19  
D. tubo: 20mm.

Caída de tensión:  
Temperatura cable (°C): 40.32  
 $e(\text{parcial})=2 \times 10 \times 500 / 51.46 \times 230 \times 2.5=0.34$  V.=0.15 %  
 $e(\text{total})=1.31\%$  ADMIS (6.5% MAX.)

Prot. Térmica:  
I. Mag. Bipolar Int. 16 A.

#### **-Cálculo de la Línea: A26**

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

- Longitud: 0.3 m; Cos  $\phi$ : 0.8;  $X_u(m\Omega/m)$ : 0;
- Potencia a instalar: 1680 W.
- Potencia de cálculo: (Según ITC-BT-47):  
 $980 \times 1.25 + 700 = 1925$  W. (Coef. de Simult.: 1 )  
 $I = 1925 / 230 \times 0.8 = 10.46$  A.

Se eligen conductores Unipolares  $2 \times 2.5 \text{ mm}^2 \text{ Cu}$   
Aislamiento, Nivel Aislamiento: ES07Z1-K(AS) - No propagador incendio y emisión humos y opacidad reducida -  
I.ad. a  $40^\circ\text{C}$  ( $F_c=1$ ) 21 A. según ITC-BT-19  
D. tubo: 16mm.

Caída de tensión:  
Temperatura cable ( $^\circ\text{C}$ ): 47.45  
 $e(\text{parcial}) = 2 \times 0.3 \times 1925 / 50.16 \times 230 \times 2.5 = 0.04$  V. = 0.02 %  
 $e(\text{total}) = 1.18\%$  ADMIS (4.5% MAX.)

Protección diferencial:  
Inter. Dif. Bipolar Int.: 40 A. Sens. Int.: 300 mA.

#### **-Cálculo de la Línea: M7**

- Tensión de servicio: 230 V.
- Canalización: B-Unip. Tubos Superf. o Emp. Obra
- Longitud: 15 m; Cos  $\phi$ : 0.85;  $X_u(m\Omega/m)$ : 0; R: 1
- Potencia a instalar: 980 W.
- Potencia de cálculo: (Según ITC-BT-47):  
 $980 \times 1.25 = 1225$  W.  
 $I = 1225 / 230 \times 0.85 \times 1 = 6.27$  A.

Se eligen conductores Unipolares  $2 \times 2.5 + \text{TT} \times 2.5 \text{ mm}^2 \text{ Cu}$   
Aislamiento, Nivel Aislamiento: ES07Z1-K(AS) - No propagador incendio y emisión humos y opacidad reducida -  
I.ad. a  $40^\circ\text{C}$  ( $F_c=1$ ) 21 A. según ITC-BT-19  
D. tubo: 20mm.

Caída de tensión:  
Temperatura cable ( $^\circ\text{C}$ ): 42.67  
 $e(\text{parcial}) = 2 \times 15 \times 1225 / 51.02 \times 230 \times 2.5 \times 1 = 1.25$  V. = 0.54 %  
 $e(\text{total}) = 1.72\%$  ADMIS (6.5% MAX.)

Prot. Térmica:  
I. Mag. Bipolar Int. 16 A.

#### **-Cálculo de la Línea: M8**

- Tensión de servicio: 230 V.
- Canalización: B-Unip. Tubos Superf. o Emp. Obra
- Longitud: 15 m; Cos  $\phi$ : 0.85;  $X_u(m\Omega/m)$ : 0; R: 1
- Potencia a instalar: 700 W.

- Potencia de cálculo: (Según ITC-BT-47):  
 $700 \times 1.25 = 875 \text{ W}$ .  
 $I = 875 / 230 \times 0.85 \times 1 = 4.48 \text{ A}$ .

Se eligen conductores Unipolares  $2 \times 2.5 + TT \times 2.5 \text{ mm}^2 \text{ Cu}$   
Aislamiento, Nivel Aislamiento: ES07Z1-K(AS) - No propagador incendio y emisión humos y opacidad reducida -  
I.ad. a  $40^\circ\text{C}$  ( $F_c=1$ ) 21 A. según ITC-BT-19  
D. tubo: 20mm.

Caída de tensión:  
Temperatura cable ( $^\circ\text{C}$ ): 41.36  
 $e(\text{parcial}) = 2 \times 15 \times 875 / 51.26 \times 230 \times 2.5 \times 1 = 0.89 \text{ V} = 0.39 \%$   
 $e(\text{total}) = 1.57\% \text{ ADMIS (6.5\% MAX.)}$

Prot. Térmica:  
I. Mag. Bipolar Int. 16 A.

### -Cálculo de embarrado Subc sala calderas

#### *Datos*

- Metal: Cu
- Estado pletinas: desnudas
- n° pletinas por fase: 1
- Separación entre pletinas, d(cm): 10
- Separación entre apoyos, L(cm): 25
- Tiempo duración c.c. (s): 0.5

#### *Pletina adoptada*

- Sección ( $\text{mm}^2$ ): 24
- Ancho (mm): 12
- Espesor (mm): 2
- $W_x, I_x, W_y, I_y$  ( $\text{cm}^3, \text{cm}^4$ ): 0.048, 0.0288, 0.008, 0.0008
- I. admisible del embarrado (A): 110

#### *a) Cálculo electrodinámico*

$$\sigma_{\max} = I_p c c^2 \cdot L^2 / (60 \cdot d \cdot W_y \cdot n) = 0.37^2 \cdot 25^2 / (60 \cdot 10 \cdot 0.008 \cdot 1) = 18.215$$

$\leq 1200 \text{ kg/cm}^2 \text{ Cu}$

#### *b) Cálculo térmico, por intensidad admisible*

$$I_{\text{cal}} = 5.43 \text{ A}$$
$$I_{\text{adm}} = 110 \text{ A}$$

#### *c) Comprobación por sollicitación térmica en cortocircuito*

$$I_{pcc} = 0.37 \text{ kA}$$

$$I_{ccs} = K_c \cdot S / (1000 \cdot \sqrt{t_{cc}}) = 164 \cdot 24 \cdot 1 / (1000 \cdot \sqrt{0.5}) = 5.57 \text{ kA}$$

## 11.9 CÁLCULO SUBCUADRO A.C.S.

### -Cálculo de la Línea: Subc ACS

- Tensión de servicio: 400 V.
- Canalización: B-Unip.Tubos Superf.o Emp.Obra
- Longitud: 20 m; Cos  $\phi$ : 0.8;  $X_u$ (m $\Omega$ /m): 0;
- Potencia a instalar: 1190 W.
- Potencia de cálculo: (Según ITC-BT-47):  
 $700 \times 1.25 + 490 = 1365 \text{ W}$ . (Coef. de Simult.: 1 )  
 $I = 1365 / (1.732 \times 400 \times 0.8) = 2.46 \text{ A}$ .

Se eligen conductores Unipolares 4x2.5+TTx2.5mm<sup>2</sup>Cu  
Aislamiento, Nivel Aislamiento: RZ1-K(AS) - No propagador incendio y emisión humos y opacidad reducida -  
I.ad. a 40°C (Fc=1) 25 A. según ITC-BT-19  
D. tubo: 20mm.

Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 40.49

$e(\text{parcial}) = 20 \times 1365 / (51.43 \times 400 \times 2.5) = 0.53 \text{ V} = 0.13 \%$

$e(\text{total}) = 0.48\% \text{ ADMIS (4.5\% MAX.)}$

Protección Térmica en Principio de Línea

I. Mag. Tetrapolar Int. 16 A.

Protección Térmica en Final de Línea

I. Mag. Tetrapolar Int. 16 A.

## SUBCUADRO

### Subc ACS

### DEMANDA DE POTENCIAS

A continuación vamos a exponer y detallar la demanda de potencias de fuerza motriz y de alumbrado.

M9	490 W
M10	700 W
TOTAL	1190 W

### -Cálculo de la Línea: A27

- Tensión de servicio: 230 V.

- Canalización: B-Unip.Tubos Superf.o Emp.Obra
- Longitud: 0.3 m; Cos  $\phi$ : 0.8;  $X_u(m\Omega/m)$ : 0;
- Potencia a instalar: 1190 W.
- Potencia de cálculo: (Según ITC-BT-47):  
 $700 \times 1.25 + 490 = 1365$  W. (Coef. de Simult.: 1 )  
 $I = 1365 / 230 \times 0.8 = 7.42$  A.

Se eligen conductores Unipolares  $2 \times 2.5 \text{ mm}^2 \text{ Cu}$   
Aislamiento, Nivel Aislamiento: ES07Z1-K(AS) - No propagador incendio y emisión humos y opacidad reducida -  
I.ad. a  $40^\circ\text{C}$  ( $F_c=1$ ) 21 A. según ITC-BT-19  
D. tubo: 16mm.

Caída de tensión:  
Temperatura cable ( $^\circ\text{C}$ ): 43.74  
 $e(\text{parcial}) = 2 \times 0.3 \times 1365 / 50.82 \times 230 \times 2.5 = 0.03$  V. = 0.01 %  
 $e(\text{total}) = 0.5\%$  ADMIS (4.5% MAX.)

Protección diferencial:  
Inter. Dif. Bipolar Int.: 40 A. Sens. Int.: 300 mA.

#### **-Cálculo de la Línea: M9**

- Tensión de servicio: 230 V.
- Canalización: B-Unip.Tubos Superf.o Emp.Obra
- Longitud: 15 m; Cos  $\phi$ : 0.85;  $X_u(m\Omega/m)$ : 0; R: 1
- Potencia a instalar: 490 W.
- Potencia de cálculo: (Según ITC-BT-47):  
 $490 \times 1.25 = 612.5$  W.  
 $I = 612.5 / 230 \times 0.85 \times 1 = 3.13$  A.

Se eligen conductores Unipolares  $2 \times 2.5 + \text{TT} \times 2.5 \text{ mm}^2 \text{ Cu}$   
Aislamiento, Nivel Aislamiento: ES07Z1-K(AS) - No propagador incendio y emisión humos y opacidad reducida -  
I.ad. a  $40^\circ\text{C}$  ( $F_c=1$ ) 21 A. según ITC-BT-19  
D. tubo: 20mm.

Caída de tensión:  
Temperatura cable ( $^\circ\text{C}$ ): 40.67  
 $e(\text{parcial}) = 2 \times 15 \times 612.5 / 51.39 \times 230 \times 2.5 \times 1 = 0.62$  V. = 0.27 %  
 $e(\text{total}) = 0.77\%$  ADMIS (6.5% MAX.)

Prot. Térmica:  
I. Mag. Bipolar Int. 16 A.

#### **-Cálculo de la Línea: M10**

- Tensión de servicio: 230 V.
- Canalización: B-Unip.Tubos Superf.o Emp.Obra
- Longitud: 15 m; Cos  $\phi$ : 0.85;  $X_u(m\Omega/m)$ : 0; R: 1

- Potencia a instalar: 700 W.
- Potencia de cálculo: (Según ITC-BT-47):  
 $700 \times 1.25 = 875 \text{ W}$ .
- $I = 875 / 230 \times 0.85 \times 1 = 4.48 \text{ A}$ .

Se eligen conductores Unipolares  $2 \times 2.5 + TT \times 2.5 \text{ mm}^2 \text{ Cu}$   
Aislamiento, Nivel Aislamiento: ES07Z1-K(AS) - No propagador incendio y emisión humos y opacidad reducida -  
I.ad. a  $40^\circ\text{C}$  ( $F_c=1$ ) 21 A. según ITC-BT-19  
D. tubo: 20mm.

Caída de tensión:  
Temperatura cable ( $^\circ\text{C}$ ): 41.36  
 $e(\text{parcial}) = 2 \times 15 \times 875 / 51.26 \times 230 \times 2.5 \times 1 = 0.89 \text{ V} = 0.39 \%$   
 $e(\text{total}) = 0.88\% \text{ ADMIS (6.5\% MAX.)}$

Prot. Térmica:  
I. Mag. Bipolar Int. 16 A.

### **-Cálculo de embarrado Subc ACS**

#### *Datos*

- Metal: Cu
- Estado pletinas: desnudas
- n° pletinas por fase: 1
- Separación entre pletinas,  $d(\text{cm})$ : 10
- Separación entre apoyos,  $L(\text{cm})$ : 25
- Tiempo duración c.c. (s): 0.5

#### *Pletina adoptada*

- Sección ( $\text{mm}^2$ ): 24
- Ancho (mm): 12
- Espesor (mm): 2
- $W_x, I_x, W_y, I_y (\text{cm}^3, \text{cm}^4)$  : 0.048, 0.0288, 0.008, 0.0008
- I. admisible del embarrado (A): 110

#### *a) Cálculo electrodinámico*

$$\sigma_{\max} = I_{pc}^2 \cdot L^2 / (60 \cdot d \cdot W_y \cdot n) = 0.96^2 \cdot 25^2 / (60 \cdot 10 \cdot 0.008 \cdot 1) = 119.57$$

$\leq 1200 \text{ kg/cm}^2 \text{ Cu}$

#### *b) Cálculo térmico, por intensidad admisible*

$$I_{cal} = 2.46 \text{ A}$$
$$I_{adm} = 110 \text{ A}$$

#### *c) Comprobación por sollicitación térmica en cortocircuito*

$$I_{pcc} = 0.96 \text{ kA}$$

$$I_{ccs} = K_c \cdot S / (1000 \cdot \sqrt{t_{cc}}) = 164 \cdot 24 \cdot 1 / (1000 \cdot \sqrt{0.5}) = 5.57 \text{ kA}$$

## 11.10 CÁLCULO SUBCUADRO INCENDIOS.

### - Cálculo de la Línea: Subc Incendios

- Tensión de servicio: 400 V.
- Canalización: B-Unip.Tubos Superf.o Emp.Obra
- Longitud: 22 m; Cos  $\phi$ : 0.8;  $X_u$ (m $\Omega$ /m): 0;
- Potencia a instalar: 13550 W.
- Potencia de cálculo: (Según ITC-BT-47):  
11000x1.25+2550=16300 W.(Coef. de Simult.: 1 )  
I=16300/1,732x400x0.8=29.41 A.

Se eligen conductores Unipolares 4x10+TTx10mm<sup>2</sup>Cu  
Aislamiento, Nivel Aislamiento: RZ1-K(AS) - No propagador incendio y emisión humos y opacidad reducida -  
I.ad. a 40°C (Fc=1) 60 A. según ITC-BT-19  
D. tubo: 32mm.

Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 52.01

e(parcial)=22x16300/49.36x400x10=1.82 V.=0.45 %

e(total)=0.81% ADMIS (4.5% MAX.)

Protección Termica en Principio de Línea

I. Mag. Tetrapolar Int. 30 A.

Protección Térmica en Final de Línea

I. Mag. Tetrapolar Int. 30 A.

## SUBCUADRO

### Subc Incendios

## DEMANDA DE POTENCIAS

A continuación vamos a exponer y detallar la demanda de potencias de fuerza motriz y de alumbrado.

M11	11000 W
M12	1850 W
M13	700 W
TOTAL	13550 W

### -Cálculo de la Línea: M11



- Tensión de servicio: 400 V.
- Canalización: B-Unip.Tubos Superf.o Emp.Obra
- Longitud: 10 m; Cos  $\varphi$ : 0.85;  $X_u(m\Omega/m)$ : 0; R: 1
- Potencia a instalar: 11000 W.
- Potencia de cálculo: (Según ITC-BT-47):  
 $11000 \times 1.25 = 13750$  W.
- $I = 13750 / 1,732 \times 400 \times 0.85 \times 1 = 23.35$  A.

Se eligen conductores Unipolares  $4 \times 10 + TT \times 10 \text{mm}^2 \text{Cu}$   
Aislamiento, Nivel Aislamiento: ES07Z1-K(AS) - No propagador incendio y emisión humos y opacidad reducida -  
I.ad. a  $40^\circ\text{C}$  ( $F_c=1$ ) 44 A. según ITC-BT-19  
D. tubo: 32mm.

Caída de tensión:

Temperatura cable ( $^\circ\text{C}$ ): 48.45

$e(\text{parcial}) = 10 \times 13750 / 49.98 \times 400 \times 10 \times 1 = 0.69$  V. = 0.17 %

$e(\text{total}) = 0.98\%$  ADMIS (6.5% MAX.)

Prot. Térmica:

I. Mag. Tetrapolar Int. 25 A.

Protección diferencial:

Inter. Dif. Tetrapolar Int.: 40 A. Sens. Int.: 300 mA.

### **-Cálculo de la Línea: A28**

- Tensión de servicio: 400 V.
- Canalización: B-Unip.Tubos Superf.o Emp.Obra
- Longitud: 0.3 m; Cos  $\varphi$ : 0.8;  $X_u(m\Omega/m)$ : 0;
- Potencia a instalar: 2550 W.
- Potencia de cálculo: (Según ITC-BT-47):  
 $1850 \times 1.25 + 700 = 3012.5$  W. (Coef. de Simult.: 1 )
- $I = 3012.5 / 1,732 \times 400 \times 0.8 = 5.44$  A.

Se eligen conductores Unipolares  $4 \times 2.5 \text{mm}^2 \text{Cu}$   
Aislamiento, Nivel Aislamiento: ES07Z1-K(AS) - No propagador incendio y emisión humos y opacidad reducida -  
I.ad. a  $40^\circ\text{C}$  ( $F_c=1$ ) 18.5 A. según ITC-BT-19  
D. tubo: 20mm.

Caída de tensión:

Temperatura cable ( $^\circ\text{C}$ ): 42.59

$e(\text{parcial}) = 0.3 \times 3012.5 / 51.04 \times 400 \times 2.5 = 0.02$  V. = 0 %

$e(\text{total}) = 0.81\%$  ADMIS (4.5% MAX.)

Prot. Térmica:

I. Mag. Tetrapolar Int. 10 A.

Protección diferencial:

Inter. Dif. Tetrapolar Int.: 40 A. Sens. Int.: 300 mA.

### **-Cálculo de la Línea: M12**

- Tensión de servicio: 400 V.
- Canalización: B-Unip.Tubos Superf.o Emp.Obra
- Longitud: 15 m; Cos  $\phi$ : 0.85;  $X_u(m\Omega/m)$ : 0; R: 1
- Potencia a instalar: 1850 W.
- Potencia de cálculo: (Según ITC-BT-47):  
 $1850 \times 1.25 = 2312.5$  W.
- $I = 2312.5 / 1,732 \times 400 \times 0.85 \times 1 = 3.93$  A.

Se eligen conductores Unipolares 4x2.5+TTx2.5mm<sup>2</sup>Cu  
Aislamiento, Nivel Aislamiento: ES07Z1-K(AS) - No propagador incendio y emisión humos y opacidad reducida -  
I.ad. a 40°C (Fc=1) 18.5 A. según ITC-BT-19  
D. tubo: 20mm.

Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 41.35  
 $e(\text{parcial}) = 15 \times 2312.5 / 51.26 \times 400 \times 2.5 \times 1 = 0.68$  V. = 0.17 %  
 $e(\text{total}) = 0.98\%$  ADMIS (6.5% MAX.)

### **-Cálculo de la Línea: M13**

- Tensión de servicio: 230 V.
- Canalización: B-Unip.Tubos Superf.o Emp.Obra
- Longitud: 15 m; Cos  $\phi$ : 0.85;  $X_u(m\Omega/m)$ : 0; R: 1
- Potencia a instalar: 700 W.
- Potencia de cálculo: (Según ITC-BT-47):  
 $700 \times 1.25 = 875$  W.
- $I = 875 / 230 \times 0.85 \times 1 = 4.48$  A.

Se eligen conductores Unipolares 2x2.5+TTx2.5mm<sup>2</sup>Cu  
Aislamiento, Nivel Aislamiento: ES07Z1-K(AS) - No propagador incendio y emisión humos y opacidad reducida -  
I.ad. a 40°C (Fc=1) 21 A. según ITC-BT-19  
D. tubo: 20mm.

Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 41.36  
 $e(\text{parcial}) = 2 \times 15 \times 875 / 51.26 \times 230 \times 2.5 \times 1 = 0.89$  V. = 0.39 %  
 $e(\text{total}) = 1.2\%$  ADMIS (6.5% MAX.)

### **-Cálculo de embarrado Subc Incendios**

*Datos*

- Metal: Cu

- Estado pletinas: desnudas
- nº pletinas por fase: 1
- Separación entre pletinas, d(cm): 10
- Separación entre apoyos, L(cm): 25
- Tiempo duración c.c. (s): 0.5

*Pletina adoptada*

- Sección (mm<sup>2</sup>): 24
- Ancho (mm): 12
- Espesor (mm): 2
- W<sub>x</sub>, I<sub>x</sub>, W<sub>y</sub>, I<sub>y</sub> (cm<sup>3</sup>, cm<sup>4</sup>): 0.048, 0.0288, 0.008, 0.0008
- I. admisible del embarrado (A): 110

*a) Cálculo electrodinámico*

$$\sigma_{\max} = I_{pcc}^2 \cdot L^2 / (60 \cdot d \cdot W_y \cdot n) = 2.71^2 \cdot 25^2 / (60 \cdot 10 \cdot 0.008 \cdot 1) = 955.757 \leq 1200 \text{ kg/cm}^2 \text{ Cu}$$

*b) Cálculo térmico, por intensidad admisible*

$$I_{cal} = 29.41 \text{ A}$$
$$I_{adm} = 110 \text{ A}$$

*c) Comprobación por sollicitación térmica en cortocircuito*

$$I_{pcc} = 2.71 \text{ kA}$$
$$I_{ccs} = K_c \cdot S / (1000 \cdot \sqrt{t_{cc}}) = 164 \cdot 24 \cdot 1 / (1000 \cdot \sqrt{0.5}) = 5.57 \text{ kA}$$

## 11.11 CÁLCULO SUBCUADRO PLANTA 1.

### -Cálculo de la Línea: Subc planta 1

- Tensión de servicio: 400 V.
- Canalización: B-Unip.Tubos Superf.o Emp.Obra
- Longitud: 16 m; Cos φ: 0.8; X<sub>u</sub>(mΩ/m): 0;
- Potencia a instalar: 10002 W.
- Potencia de cálculo: (Según ITC-BT-44):  
15083.6 W.(Coef. de Simult.: 1 )  
I=15083.6/1,732x400x0.8=27.21 A.

Se eligen conductores Unipolares 4x6+TTx6mm<sup>2</sup>Cu  
Aislamiento, Nivel Aislamiento: RZ1-K(AS) - No propagador incendio y emisión humos y opacidad reducida -  
I.ad. a 40°C (Fc=1) 44 A. según ITC-BT-19  
D. tubo: 25mm.

Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 59.13

$e(\text{parcial}) = 16 \times 15083.6 / 48.17 \times 400 \times 6 = 2.09 \text{ V} = 0.52 \%$

$e(\text{total}) = 0.87\% \text{ ADMIS (4.5\% MAX.)}$

Protección Térmica en Principio de Línea

I. Mag. Tetrapolar Int. 30 A.

Protección Térmica en Final de Línea

I. Mag. Tetrapolar Int. 30 A.

## SUBCUADRO

### Subc planta 1

## DEMANDA DE POTENCIAS

A continuación vamos a exponer y detallar la demanda de potencias de fuerza motriz y de alumbrado.

L31	304 W
L32	800 W
L33	456 W
L36	304 W
L39	304 W
Emergencias 8	96 W
L34	608 W
L37	304 W
L35	608 W
L38	304 W
L40	304 W
Emergencias 9	96 W
TC9	200 W
TC10	400 W
Cuadro taller	2480 W
Cuadro tecnología	2434 W
TOTAL	10002 W

### -Cálculo de la Línea: A29

- Tensión de servicio: 230 V.

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

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

- Potencia a instalar: 2264 W.

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

4075.2 W.(Coef. de Simult.: 1 )

$I = 4075.2 / 230 \times 0.8 = 22.15 \text{ A.}$

Se eligen conductores Unipolares  $2 \times 4 \text{ mm}^2 \text{ Cu}$

Aislamiento, Nivel Aislamiento: ES07Z1-K(AS) - No propagador incendio y emisión humos y opacidad reducida -

I.ad. a 40°C (Fc=1) 27 A. según ITC-BT-19

D. tubo: 16mm.

Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 60.19

$e(\text{parcial})=2 \times 0.3 \times 4075.2 / 47.99 \times 230 \times 4 = 0.06 \text{ V.} = 0.02 \%$

$e(\text{total})=0.9\% \text{ ADMIS (4.5\% MAX.)}$

Protección diferencial:

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

### **-Cálculo de la Línea: A30**

- Tensión de servicio: 230 V.

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

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

- Potencia a instalar: 1104 W.

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

1987.2 W.(Coef. de Simult.: 1 )

$I=1987.2/230 \times 0.8=10.8 \text{ A.}$

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

Aislamiento, Nivel Aislamiento: ES07Z1-K(AS) - No propagador incendio y emisión humos y opacidad reducida -

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

D. tubo: 16mm.

Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 47.93

$e(\text{parcial})=2 \times 0.3 \times 1987.2 / 50.07 \times 230 \times 2.5 = 0.04 \text{ V.} = 0.02 \%$

$e(\text{total})=0.92\% \text{ ADMIS (4.5\% MAX.)}$

Prot. Térmica:

I. Mag. Bipolar Int. 16 A.

### **-Cálculo de la Línea: L31**

- Tensión de servicio: 230 V.

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

- Longitud: 26 m; Cos  $\varphi$ : 0.9;  $X_u(\text{m}\Omega/\text{m})$ : 0;

- Potencia a instalar: 304 W.

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

$304 \times 1.8=547.2 \text{ W.}$

$I=547.2/230 \times 0.9=2.64 \text{ A.}$

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

Aislamiento, Nivel Aislamiento: ES07Z1-K(AS) - No propagador incendio y emisión humos y opacidad reducida -

I.ad. a 40°C (Fc=1) 15 A. según ITC-BT-19  
D. tubo: 16mm.

Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 40.93

$e(\text{parcial})=2 \times 26 \times 547.2 / 51.34 \times 230 \times 1.5 = 1.61 \text{ V.} = 0.7 \%$

$e(\text{total})=1.61\% \text{ ADMIS (4.5\% MAX.)}$

Prot. Térmica:

I. Mag. Bipolar Int. 10 A.

### **-Cálculo de la Línea: L32**

- Tensión de servicio: 230 V.

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

- Longitud: 40 m; Cos  $\phi$ : 0.9;  $X_u(\text{m}\Omega/\text{m})$ : 0;

- Potencia a instalar: 800 W.

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

$800 \times 1.8 = 1440 \text{ W.}$

$I = 1440 / 230 \times 0.9 = 6.96 \text{ A.}$

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

Aislamiento, Nivel Aislamiento: ES07Z1-K(AS) - No propagador incendio y emisión humos y opacidad reducida -

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

D. tubo: 16mm.

Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 46.45

$e(\text{parcial})=2 \times 40 \times 1440 / 50.34 \times 230 \times 1.5 = 6.63 \text{ V.} = 2.88 \%$

$e(\text{total})=3.8\% \text{ ADMIS (4.5\% MAX.)}$

Prot. Térmica:

I. Mag. Bipolar Int. 10 A.

### **-Cálculo de la Línea: A31**

- Tensión de servicio: 230 V.

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

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

- Potencia a instalar: 1064 W.

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

$1915.2 \text{ W. (Coef. de Simult.: 1)}$

$I = 1915.2 / 230 \times 0.8 = 10.41 \text{ A.}$

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

Aislamiento, Nivel Aislamiento: ES07Z1-K(AS) - No propagador incendio y emisión humos y opacidad reducida -

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

D. tubo: 16mm.

Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 47.37

$e(\text{parcial})=2 \times 0.3 \times 1915.2 / 50.17 \times 230 \times 2.5 = 0.04 \text{ V.} = 0.02 \%$

$e(\text{total})=0.91\% \text{ ADMIS (4.5\% MAX.)}$

Prot. Térmica:

I. Mag. Bipolar Int. 16 A.

### **-Cálculo de la Línea: L33**

- Tensión de servicio: 230 V.

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

- Longitud: 12 m; Cos  $\phi$ : 0.9;  $X_u(\text{m}\Omega/\text{m})$ : 0;

- Potencia a instalar: 456 W.

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

$456 \times 1.8 = 820.8 \text{ W.}$

$I = 820.8 / 230 \times 0.9 = 3.97 \text{ A.}$

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

Aislamiento, Nivel Aislamiento: ES07Z1-K(AS) - No propagador incendio y emisión humos y opacidad reducida -

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

D. tubo: 16mm.

Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 42.1

$e(\text{parcial})=2 \times 12 \times 820.8 / 51.13 \times 230 \times 1.5 = 1.12 \text{ V.} = 0.49 \%$

$e(\text{total})=1.4\% \text{ ADMIS (4.5\% MAX.)}$

Prot. Térmica:

I. Mag. Bipolar Int. 10 A.

### **-Cálculo de la Línea: L36**

- Tensión de servicio: 230 V.

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

- Longitud: 23 m; Cos  $\phi$ : 0.9;  $X_u(\text{m}\Omega/\text{m})$ : 0;

- Potencia a instalar: 304 W.

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

$304 \times 1.8 = 547.2 \text{ W.}$

$I = 547.2 / 230 \times 0.9 = 2.64 \text{ A.}$

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

Aislamiento, Nivel Aislamiento: ES07Z1-K(AS) - No propagador incendio y emisión humos y opacidad reducida -

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

D. tubo: 16mm.

Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 40.93  
 $e(\text{parcial})=2 \times 23 \times 547.2 / 51.34 \times 230 \times 1.5 = 1.42 \text{ V.} = 0.62 \%$   
 $e(\text{total})=1.53\% \text{ ADMIS (4.5\% MAX.)}$

Prot. Térmica:  
I. Mag. Bipolar Int. 10 A.

### **-Cálculo de la Línea: L39**

- Tensión de servicio: 230 V.  
- Canalización: B-Unip.Tubos Superf.o Emp.Obra  
- Longitud: 47 m; Cos  $\phi$ : 0.9;  $X_u(\text{m}\Omega/\text{m})$ : 0;  
- Potencia a instalar: 304 W.  
- Potencia de cálculo: (Según ITC-BT-44):  
 $304 \times 1.8 = 547.2 \text{ W.}$   
 $I = 547.2 / 230 \times 0.9 = 2.64 \text{ A.}$

Se eligen conductores Unipolares  $2 \times 1.5 + \text{TT} \times 1.5 \text{ mm}^2 \text{ Cu}$   
Aislamiento, Nivel Aislamiento: ES07Z1-K(AS) - No propagador incendio y emisión humos y opacidad reducida -  
I.ad. a 40°C (Fc=1) 15 A. según ITC-BT-19  
D. tubo: 16mm.

Caída de tensión:  
Temperatura cable (°C): 40.93  
 $e(\text{parcial})=2 \times 47 \times 547.2 / 51.34 \times 230 \times 1.5 = 2.9 \text{ V.} = 1.26 \%$   
 $e(\text{total})=2.18\% \text{ ADMIS (4.5\% MAX.)}$

Prot. Térmica:  
I. Mag. Bipolar Int. 10 A.

### **-Cálculo de la Línea: Emergencias 8**

- Tensión de servicio: 230 V.  
- Canalización: B-Unip.Tubos Superf.o Emp.Obra  
- Longitud: 50 m; Cos  $\phi$ : 0.9;  $X_u(\text{m}\Omega/\text{m})$ : 0;  
- Potencia a instalar: 96 W.  
- Potencia de cálculo: (Según ITC-BT-44):  
 $96 \times 1.8 = 172.8 \text{ W.}$   
 $I = 172.8 / 230 \times 0.9 = 0.83 \text{ A.}$

Se eligen conductores Unipolares  $2 \times 1.5 + \text{TT} \times 1.5 \text{ mm}^2 \text{ Cu}$   
Aislamiento, Nivel Aislamiento: ES07Z1-K(AS) - No propagador incendio y emisión humos y opacidad reducida -  
I.ad. a 40°C (Fc=1) 15 A. según ITC-BT-19  
D. tubo: 16mm.

Caída de tensión:  
Temperatura cable (°C): 40.09  
 $e(\text{parcial})=2 \times 50 \times 172.8 / 51.5 \times 230 \times 1.5 = 0.97 \text{ V.} = 0.42 \%$



$e(\text{total})=1.32\%$  ADMIS (4.5% MAX.)

Prot. Térmica:

I. Mag. Bipolar Int. 10 A.

### -Cálculo de la Línea: A32

- Tensión de servicio: 230 V.

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

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

- Potencia a instalar: 2224 W.

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

4003.2 W.(Coef. de Simult.: 1 )

$I=4003.2/230 \times 0.8=21.76$  A.

Se eligen conductores Unipolares  $2 \times 4 \text{mm}^2 \text{Cu}$

Aislamiento, Nivel Aislamiento: ES07Z1-K(AS) - No propagador incendio y emisión humos y opacidad reducida -

I.ad. a  $40^\circ\text{C}$  ( $F_c=1$ ) 27 A. según ITC-BT-19

D. tubo: 16mm.

Caída de tensión:

Temperatura cable ( $^\circ\text{C}$ ): 59.48

$e(\text{parcial})=2 \times 0.3 \times 4003.2 / 48.11 \times 230 \times 4 = 0.05$  V. = 0.02 %

$e(\text{total})=0.9\%$  ADMIS (4.5% MAX.)

Protección diferencial:

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

### -Cálculo de la Línea: A33

- Tensión de servicio: 230 V.

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

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

- Potencia a instalar: 912 W.

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

1641.6 W.(Coef. de Simult.: 1 )

$I=1641.6/230 \times 0.8=8.92$  A.

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

Aislamiento, Nivel Aislamiento: ES07Z1-K(AS) - No propagador incendio y emisión humos y opacidad reducida -

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

D. tubo: 12mm.

Caída de tensión:

Temperatura cable ( $^\circ\text{C}$ ): 50.61

$e(\text{parcial})=2 \times 0.3 \times 1641.6 / 49.6 \times 230 \times 1.5 = 0.06$  V. = 0.03 %

$e(\text{total})=0.92\%$  ADMIS (4.5% MAX.)

Prot. Térmica:

I. Mag. Bipolar Int. 10 A.

### -Cálculo de la Línea: L34

- Tensión de servicio: 230 V.
- Canalización: B-Unip.Tubos Superf.o Emp.Obra
- Longitud: 28.5 m; Cos  $\varphi$ : 0.9;  $X_u(m\Omega/m)$ : 0;
- Potencia a instalar: 608 W.
- Potencia de cálculo: (Según ITC-BT-44):  
 $608 \times 1.8 = 1094.4$  W.
- $I = 1094.4 / 230 \times 0.9 = 5.29$  A.

Se eligen conductores Unipolares  $2 \times 1.5 + TT \times 1.5 \text{ mm}^2 \text{ Cu}$   
Aislamiento, Nivel Aislamiento: ES07Z1-K(AS) - No propagador incendio y emisión humos y opacidad reducida -  
I.ad. a  $40^\circ\text{C}$  ( $F_c=1$ ) 15 A. según ITC-BT-19  
D. tubo: 16mm.

Caída de tensión:

Temperatura cable ( $^\circ\text{C}$ ): 43.73  
 $e(\text{parcial}) = 2 \times 28.5 \times 1094.4 / 50.83 \times 230 \times 1.5 = 3.56$  V. = 1.55 %  
 $e(\text{total}) = 2.47\%$  ADMIS (4.5% MAX.)

Prot. Térmica:

I. Mag. Bipolar Int. 10 A.

### -Cálculo de la Línea: L37

- Tensión de servicio: 230 V.
- Canalización: B-Unip.Tubos Superf.o Emp.Obra
- Longitud: 31 m; Cos  $\varphi$ : 0.9;  $X_u(m\Omega/m)$ : 0;
- Potencia a instalar: 304 W.
- Potencia de cálculo: (Según ITC-BT-44):  
 $304 \times 1.8 = 547.2$  W.
- $I = 547.2 / 230 \times 0.9 = 2.64$  A.

Se eligen conductores Unipolares  $2 \times 1.5 + TT \times 1.5 \text{ mm}^2 \text{ Cu}$   
Aislamiento, Nivel Aislamiento: ES07Z1-K(AS) - No propagador incendio y emisión humos y opacidad reducida -  
I.ad. a  $40^\circ\text{C}$  ( $F_c=1$ ) 15 A. según ITC-BT-19  
D. tubo: 16mm.

Caída de tensión:

Temperatura cable ( $^\circ\text{C}$ ): 40.93  
 $e(\text{parcial}) = 2 \times 31 \times 547.2 / 51.34 \times 230 \times 1.5 = 1.92$  V. = 0.83 %  
 $e(\text{total}) = 1.75\%$  ADMIS (4.5% MAX.)

Prot. Térmica:

I. Mag. Bipolar Int. 10 A.

### **-Cálculo de la Línea: A34**

- Tensión de servicio: 230 V.
- Canalización: B-Unip.Tubos Superf.o Emp.Obra
- Longitud: 0.3 m; Cos  $\varphi$ : 0.8;  $X_u(m\Omega/m)$ : 0;
- Potencia a instalar: 1216 W.
- Potencia de cálculo: (Según ITC-BT-44):  
2188.8 W.(Coef. de Simult.: 1 )  
 $I=2188.8/230 \times 0.8=11.9$  A.

Se eligen conductores Unipolares 2x2.5mm<sup>2</sup>Cu  
Aislamiento, Nivel Aislamiento: ES07Z1-K(AS) - No propagador incendio y emisión humos y opacidad reducida -  
I.ad. a 40°C (Fc=1) 21 A. según ITC-BT-19  
D. tubo: 16mm.

Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 49.63

$e(\text{parcial})=2 \times 0.3 \times 2188.8 / 49.77 \times 230 \times 2.5=0.05$  V.=0.02 %

$e(\text{total})=0.92\%$  ADMIS (4.5% MAX.)

Prot. Térmica:

I. Mag. Bipolar Int. 16 A.

### **-Cálculo de la Línea: L35**

- Tensión de servicio: 230 V.
- Canalización: B-Unip.Tubos Superf.o Emp.Obra
- Longitud: 31.5 m; Cos  $\varphi$ : 0.9;  $X_u(m\Omega/m)$ : 0;
- Potencia a instalar: 608 W.
- Potencia de cálculo: (Según ITC-BT-44):  
 $608 \times 1.8=1094.4$  W.  
 $I=1094.4/230 \times 0.9=5.29$  A.

Se eligen conductores Unipolares 2x1.5+TTx1.5mm<sup>2</sup>Cu  
Aislamiento, Nivel Aislamiento: ES07Z1-K(AS) - No propagador incendio y emisión humos y opacidad reducida -  
I.ad. a 40°C (Fc=1) 15 A. según ITC-BT-19  
D. tubo: 16mm.

Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 43.73

$e(\text{parcial})=2 \times 31.5 \times 1094.4 / 50.83 \times 230 \times 1.5=3.93$  V.=1.71 %

$e(\text{total})=2.63\%$  ADMIS (4.5% MAX.)

Prot. Térmica:

I. Mag. Bipolar Int. 10 A.

### **-Cálculo de la Línea: L38**

- Tensión de servicio: 230 V.
- Canalización: B-Unip.Tubos Superf.o Emp.Obra
- Longitud: 39 m; Cos  $\phi$ : 0.9;  $X_u(m\Omega/m)$ : 0;
- Potencia a instalar: 304 W.
- Potencia de cálculo: (Según ITC-BT-44):  
 $304 \times 1.8 = 547.2$  W.  
 $I = 547.2 / 230 \times 0.9 = 2.64$  A.

Se eligen conductores Unipolares  $2 \times 1.5 + TT \times 1.5 \text{ mm}^2 \text{ Cu}$   
Aislamiento, Nivel Aislamiento: ES07Z1-K(AS) - No propagador incendio y emisión humos y opacidad reducida -  
I.ad. a  $40^\circ\text{C}$  ( $F_c=1$ ) 15 A. según ITC-BT-19  
D. tubo: 16mm.

Caída de tensión:  
Temperatura cable ( $^\circ\text{C}$ ): 40.93  
 $e(\text{parcial}) = 2 \times 39 \times 547.2 / 51.34 \times 230 \times 1.5 = 2.41$  V. = 1.05 %  
 $e(\text{total}) = 1.96\%$  ADMIS (4.5% MAX.)

Prot. Térmica:  
I. Mag. Bipolar Int. 10 A.

#### **-Cálculo de la Línea: L40**

- Tensión de servicio: 230 V.
- Canalización: B-Unip.Tubos Superf.o Emp.Obra
- Longitud: 43 m; Cos  $\phi$ : 0.9;  $X_u(m\Omega/m)$ : 0;
- Potencia a instalar: 304 W.
- Potencia de cálculo: (Según ITC-BT-44):  
 $304 \times 1.8 = 547.2$  W.  
 $I = 547.2 / 230 \times 0.9 = 2.64$  A.

Se eligen conductores Unipolares  $2 \times 1.5 + TT \times 1.5 \text{ mm}^2 \text{ Cu}$   
Aislamiento, Nivel Aislamiento: ES07Z1-K(AS) - No propagador incendio y emisión humos y opacidad reducida -  
I.ad. a  $40^\circ\text{C}$  ( $F_c=1$ ) 15 A. según ITC-BT-19  
D. tubo: 16mm.

Caída de tensión:  
Temperatura cable ( $^\circ\text{C}$ ): 40.93  
 $e(\text{parcial}) = 2 \times 43 \times 547.2 / 51.34 \times 230 \times 1.5 = 2.66$  V. = 1.16 %  
 $e(\text{total}) = 2.07\%$  ADMIS (4.5% MAX.)

Prot. Térmica:  
I. Mag. Bipolar Int. 10 A.

#### **-Cálculo de la Línea: Emergencias 9**

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

- Longitud: 50 m; Cos  $\varphi$ : 0.9;  $X_u(m\Omega/m)$ : 0;
- Potencia a instalar: 96 W.
- Potencia de cálculo: (Según ITC-BT-44):  
 $96 \times 1.8 = 172.8$  W.
- $I = 172.8 / 230 \times 0.9 = 0.83$  A.

Se eligen conductores Unipolares  $2 \times 1.5 + TT \times 1.5 \text{ mm}^2 \text{ Cu}$   
Aislamiento, Nivel Aislamiento: ES07Z1-K(AS) - No propagador incendio y emisión humos y opacidad reducida -  
I.ad. a  $40^\circ\text{C}$  ( $F_c=1$ ) 15 A. según ITC-BT-19  
D. tubo: 16mm.

Caída de tensión:  
Temperatura cable ( $^\circ\text{C}$ ): 40.09  
 $e(\text{parcial}) = 2 \times 50 \times 172.8 / 51.5 \times 230 \times 1.5 = 0.97$  V. = 0.42 %  
 $e(\text{total}) = 1.32\%$  ADMIS (4.5% MAX.)

Prot. Térmica:  
I. Mag. Bipolar Int. 10 A.

#### **-Cálculo de la Línea: A35**

- Tensión de servicio: 230 V.
- Canalización: B-Unip. Tubos Superf. o Emp. Obra
- Longitud: 0.3 m; Cos  $\varphi$ : 0.8;  $X_u(m\Omega/m)$ : 0;
- Potencia a instalar: 600 W.
- Potencia de cálculo:  
 $600$  W. (Coef. de Simult.: 1 )
- $I = 600 / 230 \times 0.8 = 3.26$  A.

Se eligen conductores Unipolares  $2 \times 2.5 \text{ mm}^2 \text{ Cu}$   
Aislamiento, Nivel Aislamiento: ES07Z1-K(AS) - No propagador incendio y emisión humos y opacidad reducida -  
I.ad. a  $40^\circ\text{C}$  ( $F_c=1$ ) 21 A. según ITC-BT-19  
D. tubo: 16mm.

Caída de tensión:  
Temperatura cable ( $^\circ\text{C}$ ): 40.72  
 $e(\text{parcial}) = 2 \times 0.3 \times 600 / 51.38 \times 230 \times 2.5 = 0.01$  V. = 0.01 %  
 $e(\text{total}) = 0.88\%$  ADMIS (4.5% MAX.)

Prot. Térmica:  
I. Mag. Bipolar Int. 10 A.  
Protección diferencial:  
Inter. Dif. Bipolar Int.: 40 A. Sens. Int.: 30 mA.

#### **-Cálculo de la Línea: TC9**

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

- Longitud: 35 m; Cos  $\varphi$ : 1;  $X_u(\text{m}\Omega/\text{m})$ : 0;
  - Potencia a instalar: 200 W.
  - Potencia de cálculo: 200 W.
- $$I=200/230 \times 1=0.87 \text{ A.}$$

Se eligen conductores Unipolares  $2 \times 2.5 + \text{TT} \times 2.5 \text{ mm}^2 \text{ Cu}$   
Aislamiento, Nivel Aislamiento: ES07Z1-K(AS) - No propagador incendio y emisión humos y opacidad reducida -  
I.ad. a  $40^\circ\text{C}$  ( $F_c=1$ ) 21 A. según ITC-BT-19  
D. tubo: 20mm.

Caída de tensión:

Temperatura cable ( $^\circ\text{C}$ ): 40.05  
 $e(\text{parcial})=2 \times 35 \times 200 / 51.51 \times 230 \times 2.5=0.47 \text{ V.}=0.21 \%$   
 $e(\text{total})=1.08\% \text{ ADMIS (6.5\% MAX.)}$

### **-Cálculo de la Línea: TC10**

- Tensión de servicio: 230 V.
  - Canalización: B-Unip.Tubos Superf.o Emp.Obra
  - Longitud: 44 m; Cos  $\varphi$ : 1;  $X_u(\text{m}\Omega/\text{m})$ : 0;
  - Potencia a instalar: 400 W.
  - Potencia de cálculo: 400 W.
- $$I=400/230 \times 1=1.74 \text{ A.}$$

Se eligen conductores Unipolares  $2 \times 2.5 + \text{TT} \times 2.5 \text{ mm}^2 \text{ Cu}$   
Aislamiento, Nivel Aislamiento: ES07Z1-K(AS) - No propagador incendio y emisión humos y opacidad reducida -  
I.ad. a  $40^\circ\text{C}$  ( $F_c=1$ ) 21 A. según ITC-BT-19  
D. tubo: 20mm.

Caída de tensión:

Temperatura cable ( $^\circ\text{C}$ ): 40.21  
 $e(\text{parcial})=2 \times 44 \times 400 / 51.48 \times 230 \times 2.5=1.19 \text{ V.}=0.52 \%$   
 $e(\text{total})=1.4\% \text{ ADMIS (6.5\% MAX.)}$

### **-Cálculo de embarrado Subc planta 1**

*Datos*

- Metal: Cu
- Estado pletinas: desnudas
- n° pletinas por fase: 1
- Separación entre pletinas, d(cm): 10
- Separación entre apoyos, L(cm): 25
- Tiempo duración c.c. (s): 0.5

*Pletina adoptada*

- Sección (mm<sup>2</sup>): 24
- Ancho (mm): 12
- Espesor (mm): 2
- W<sub>x</sub>, I<sub>x</sub>, W<sub>y</sub>, I<sub>y</sub> (cm<sup>3</sup>, cm<sup>4</sup>): 0.048, 0.0288, 0.008, 0.0008
- I. admisible del embarrado (A): 110

a) *Cálculo electrodinámico*

$$\sigma_{\max} = I_{\text{pcc}}^2 \cdot L^2 / (60 \cdot d \cdot W_y \cdot n) = 2.36^2 \cdot 25^2 / (60 \cdot 10 \cdot 0.008 \cdot 1) = 726.867 \leq 1200 \text{ kg/cm}^2 \text{ Cu}$$

b) *Cálculo térmico, por intensidad admisible*

$$I_{\text{cal}} = 27.21 \text{ A}$$
$$I_{\text{adm}} = 110 \text{ A}$$

c) *Comprobación por sollicitación térmica en cortocircuito*

$$I_{\text{pcc}} = 2.36 \text{ kA}$$
$$I_{\text{ccs}} = K_c \cdot S / (1000 \cdot \sqrt{t_{\text{cc}}}) = 164 \cdot 24 \cdot 1 / (1000 \cdot \sqrt{0.5}) = 5.57 \text{ kA}$$

## 11.12 CÁLCULO CUADRO TALLER.

### -Cálculo de la Línea: Cuadro taller

- Tensión de servicio: 230 V.
- Canalización: B-Unip. Tubos Superf. o Emp. Obra
- Longitud: 33 m; Cos  $\varphi$ : 0.8; X<sub>u</sub>(m $\Omega$ /m): 0;
- Potencia a instalar: 2480 W.
- Potencia de cálculo: (Según ITC-BT-44):  
3104 W. (Coef. de Simult.: 1 )  
I=3104/230x0.8=16.87 A.

Se eligen conductores Unipolares 2x4+TTx4mm<sup>2</sup>Cu  
Aislamiento, Nivel Aislamiento: RZ1-K(AS) - No propagador incendio y emisión humos y opacidad reducida -  
I.ad. a 40°C (Fc=1) 38 A. según ITC-BT-19  
D. tubo: 20mm.

Caída de tensión:  
Temperatura cable (°C): 49.85  
e(parcial)=2x33x3104/49.74x230x4=4.48 V.=1.95 %  
e(total)=2.82% ADMIS (4.5% MAX.)

Protección Térmica en Principio de Línea  
I. Mag. Bipolar Int. 20 A.

Protección Térmica en Final de Línea  
I. Mag. Bipolar Int. 20 A.

## **SUBCUADRO** **Cuadro taller**

### **DEMANDA DE POTENCIAS**

A continuación vamos a exponer y detallar la demanda de potencias de fuerza motriz y de alumbrado.

L41	684 W
Emergencias 10	96 W
TC11	500 W
TC12	1200 W
TOTAL	2480 W

#### **-Cálculo de la Línea: A36**

- Tensión de servicio: 230 V.
- Canalización: B-Unip.Tubos Superf.o Emp.Obra
- Longitud: 0.3 m; Cos  $\phi$ : 0.8;  $X_u(m\Omega/m)$ : 0;
- Potencia a instalar: 780 W.
- Potencia de cálculo: (Según ITC-BT-44):  
1404 W.(Coef. de Simult.: 1 )  
 $I=1404/230 \times 0.8=7.63$  A.

Se eligen conductores Unipolares 2x2.5mm<sup>2</sup>Cu  
Aislamiento, Nivel Aislamiento: ES07Z1-K(AS) - No propagador incendio y emisión humos y opacidad reducida -  
I.ad. a 40°C (Fc=1) 21 A. según ITC-BT-19  
D. tubo: 16mm.

Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 43.96

$e(\text{parcial})=2 \times 0.3 \times 1404 / 50.79 \times 230 \times 2.5=0.03$  V.=0.01 %

$e(\text{total})=2.83\%$  ADMIS (4.5% MAX.)

Protección diferencial:

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

#### **-Cálculo de la Línea: L41**

- Tensión de servicio: 230 V.
- Canalización: B-Unip.Tubos Superf.o Emp.Obra
- Longitud: 18.5 m; Cos  $\phi$ : 0.9;  $X_u(m\Omega/m)$ : 0;
- Potencia a instalar: 684 W.
- Potencia de cálculo: (Según ITC-BT-44):



$$684 \times 1.8 = 1231.2 \text{ W.}$$

$$I = 1231.2 / 230 \times 0.9 = 5.95 \text{ A.}$$

Se eligen conductores Unipolares 2x1.5+TTx1.5mm<sup>2</sup>Cu  
Aislamiento, Nivel Aislamiento: ES07Z1-K(AS) - No propagador incendio y emisión humos y opacidad reducida -  
I.ad. a 40°C (Fc=1) 15 A. según ITC-BT-19  
D. tubo: 16mm.

Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 44.72

$$e(\text{parcial}) = 2 \times 18.5 \times 1231.2 / 50.65 \times 230 \times 1.5 = 2.61 \text{ V.} = 1.13 \%$$

$$e(\text{total}) = 3.97\% \text{ ADMIS (4.5\% MAX.)}$$

Prot. Térmica:

I. Mag. Bipolar Int. 10 A.

### **-Cálculo de la Línea: Emergencias 10**

- Tensión de servicio: 230 V.
- Canalización: B-Unip.Tubos Superf.o Emp.Obra
- Longitud: 50 m; Cos  $\varphi$ : 0.9; Xu(m $\Omega$ /m): 0;
- Potencia a instalar: 96 W.
- Potencia de cálculo: (Según ITC-BT-44):  
 $96 \times 1.8 = 172.8 \text{ W.}$   
 $I = 172.8 / 230 \times 0.9 = 0.83 \text{ A.}$

Se eligen conductores Unipolares 2x1.5+TTx1.5mm<sup>2</sup>Cu  
Aislamiento, Nivel Aislamiento: ES07Z1-K(AS) - No propagador incendio y emisión humos y opacidad reducida -  
I.ad. a 40°C (Fc=1) 15 A. según ITC-BT-19  
D. tubo: 16mm.

Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 40.09

$$e(\text{parcial}) = 2 \times 50 \times 172.8 / 51.5 \times 230 \times 1.5 = 0.97 \text{ V.} = 0.42 \%$$

$$e(\text{total}) = 3.26\% \text{ ADMIS (4.5\% MAX.)}$$

Prot. Térmica:

I. Mag. Bipolar Int. 10 A.

### **-Cálculo de la Línea: A37**

- Tensión de servicio: 230 V.
- Canalización: B-Unip.Tubos Superf.o Emp.Obra
- Longitud: 0.3 m; Cos  $\varphi$ : 0.8; Xu(m $\Omega$ /m): 0;
- Potencia a instalar: 1700 W.
- Potencia de cálculo:  
1700 W.(Coef. de Simult.: 1 )  
 $I = 1700 / 230 \times 0.8 = 9.24 \text{ A.}$

Se eligen conductores Unipolares  $2 \times 2.5 \text{ mm}^2 \text{ Cu}$   
Aislamiento, Nivel Aislamiento: ES07Z1-K(AS) - No propagador incendio y emisión humos y opacidad reducida -  
I.ad. a  $40^\circ\text{C}$  ( $F_c=1$ ) 21 A. según ITC-BT-19  
D. tubo: 16mm.

Caída de tensión:

Temperatura cable ( $^\circ\text{C}$ ): 45.81

$e(\text{parcial})=2 \times 0.3 \times 1700 / 50.45 \times 230 \times 2.5 = 0.04 \text{ V.} = 0.02 \%$

$e(\text{total})=2.84\% \text{ ADMIS (4.5\% MAX.)}$

Prot. Térmica:

I. Mag. Bipolar Int. 10 A.

Protección diferencial:

Inter. Dif. Bipolar Int.: 40 A. Sens. Int.: 300 mA.

### **-Cálculo de la Línea: TC11**

- Tensión de servicio: 230 V.
- Canalización: B-Unip.Tubos Superf.o Emp.Obra
- Longitud: 20 m;  $\text{Cos } \varphi: 1$ ;  $X_u(\text{m}\Omega/\text{m}): 0$ ;
- Potencia a instalar: 500 W.
- Potencia de cálculo: 500 W.

$I=500/230 \times 1=2.17 \text{ A.}$

Se eligen conductores Unipolares  $2 \times 2.5 + \text{TT} \times 2.5 \text{ mm}^2 \text{ Cu}$   
Aislamiento, Nivel Aislamiento: ES07Z1-K(AS) - No propagador incendio y emisión humos y opacidad reducida -  
I.ad. a  $40^\circ\text{C}$  ( $F_c=1$ ) 21 A. según ITC-BT-19  
D. tubo: 20mm.

Caída de tensión:

Temperatura cable ( $^\circ\text{C}$ ): 40.32

$e(\text{parcial})=2 \times 20 \times 500 / 51.46 \times 230 \times 2.5 = 0.68 \text{ V.} = 0.29 \%$

$e(\text{total})=3.13\% \text{ ADMIS (6.5\% MAX.)}$

### **-Cálculo de la Línea: TC12**

- Tensión de servicio: 230 V.
- Canalización: B-Unip.Tubos Superf.o Emp.Obra
- Longitud: 20 m;  $\text{Cos } \varphi: 1$ ;  $X_u(\text{m}\Omega/\text{m}): 0$ ;
- Potencia a instalar: 1200 W.
- Potencia de cálculo: 1200 W.

$I=1200/230 \times 1=5.22 \text{ A.}$

Se eligen conductores Unipolares  $2 \times 2.5 + \text{TT} \times 2.5 \text{ mm}^2 \text{ Cu}$   
Aislamiento, Nivel Aislamiento: ES07Z1-K(AS) - No propagador incendio y emisión humos y opacidad reducida -

I.ad. a 40°C (Fc=1) 21 A. según ITC-BT-19  
D. tubo: 20mm.

Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 41.85

e(parcial)= $2 \times 20 \times 1200 / 51.17 \times 230 \times 2.5 = 1.63$  V.=0.71 %

e(total)=3.54% ADMIS (6.5% MAX.)

### -Cálculo de embarrado Cuadro taller

*Datos*

- Metal: Cu
- Estado pletinas: desnudas
- n° pletinas por fase: 1
- Separación entre pletinas, d(cm): 10
- Separación entre apoyos, L(cm): 25
- Tiempo duración c.c. (s): 0.5

*Pletina adoptada*

- Sección (mm<sup>2</sup>): 24
- Ancho (mm): 12
- Espesor (mm): 2
- Wx, Ix, Wy, Iy (cm<sup>3</sup>,cm<sup>4</sup>) : 0.048, 0.0288, 0.008, 0.0008
- I. admisible del embarrado (A): 110

*a) Cálculo electrodinámico*

$$\sigma_{\max} = I_{pcc}^2 \cdot L^2 / (60 \cdot d \cdot W_y \cdot n) = 0.72^2 \cdot 25^2 / (60 \cdot 10 \cdot 0.008 \cdot 1) = 68.069$$

$\leq 1200$  kg/cm<sup>2</sup> Cu

*b) Cálculo térmico, por intensidad admisible*

$$I_{cal} = 16.87 \text{ A}$$

$$I_{adm} = 110 \text{ A}$$

*c) Comprobación por solicitud térmica en cortocircuito*

$$I_{pcc} = 0.72 \text{ kA}$$

$$I_{ccs} = K_c \cdot S / (1000 \cdot \sqrt{t_{cc}}) = 164 \cdot 24 \cdot 1 / (1000 \cdot \sqrt{0.5}) = 5.57 \text{ kA}$$

## 11.13 CÁLCULO CUADRO TECNOLOGÍA.

**-Cálculo de la Línea: Cuadro tecnología**

- Tensión de servicio: 230 V.

- Canalización: B-Unip.Tubos Superf.o Emp.Obra
- Longitud: 8 m; Cos  $\varphi$ : 0.8;  $X_u(m\Omega/m)$ : 0;
- Potencia a instalar: 2434 W.
- Potencia de cálculo: (Según ITC-BT-44):  
3301.2 W.(Coef. de Simult.: 1 )  
 $I=3301.2/230 \times 0.8=17.94$  A.

Se eligen conductores Unipolares  $2 \times 2.5 + TT \times 2.5 \text{ mm}^2 \text{ Cu}$   
Aislamiento, Nivel Aislamiento: RZ1-K(AS) - No propagador incendio y emisión humos y opacidad reducida -  
I.ad. a  $40^\circ\text{C}$  ( $F_c=1$ ) 29 A. según ITC-BT-19  
D. tubo: 20mm.

Caída de tensión:

Temperatura cable ( $^\circ\text{C}$ ): 59.14

$e(\text{parcial})=2 \times 8 \times 3301.2 / 48.17 \times 230 \times 2.5=1.91$  V.=0.83 %

$e(\text{total})=1.7\%$  ADMIS (4.5% MAX.)

Protección Térmica en Principio de Línea

I. Mag. Bipolar Int. 20 A.

Protección Térmica en Final de Línea

I. Mag. Bipolar Int. 20 A.

## SUBCUADRO

### Cuadro tecnología

### DEMANDA DE POTENCIAS

A continuación vamos a exponer y detallar la demanda de potencias de fuerza motriz y de alumbrado.

L42	532 W
L43	456 W
Emergencias 11	96 W
TC13	600 W
TC14	750 W
TOTAL	2434 W

### -Cálculo de la Línea: A38

- Tensión de servicio: 230 V.
- Canalización: B-Unip.Tubos Superf.o Emp.Obra
- Longitud: 0.3 m; Cos  $\varphi$ : 0.8;  $X_u(m\Omega/m)$ : 0;
- Potencia a instalar: 1084 W.
- Potencia de cálculo: (Según ITC-BT-44):  
1951.2 W.(Coef. de Simult.: 1 )  
 $I=1951.2/230 \times 0.8=10.6$  A.

Se eligen conductores Unipolares  $2 \times 1.5 \text{mm}^2 \text{Cu}$   
Aislamiento, Nivel Aislamiento: ES07Z1-K(AS) - No propagador incendio y emisión  
humos y opacidad reducida -  
I.ad. a  $40^\circ\text{C}$  ( $F_c=1$ ) 15 A. según ITC-BT-19  
D. tubo: 12mm.

Caída de tensión:  
Temperatura cable ( $^\circ\text{C}$ ): 54.99  
 $e(\text{parcial})=2 \times 0.3 \times 1951.2 / 48.85 \times 230 \times 1.5 = 0.07 \text{ V.} = 0.03 \%$   
 $e(\text{total})=1.73\% \text{ ADMIS (4.5\% MAX.)}$

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

### **-Cálculo de la Línea: A39**

- Tensión de servicio: 230 V.  
- Canalización: B-Unip.Tubos Superf.o Emp.Obra  
- Longitud: 0.3 m;  $\text{Cos } \varphi$ : 0.8;  $X_u(\text{m}\Omega/\text{m})$ : 0;  
- Potencia a instalar: 988 W.  
- Potencia de cálculo: (Según ITC-BT-44):  
1778.4 W.(Coef. de Simult.: 1 )  
 $I=1778.4/230 \times 0.8=9.67 \text{ A.}$

Se eligen conductores Unipolares  $2 \times 1.5 \text{mm}^2 \text{Cu}$   
Aislamiento, Nivel Aislamiento: ES07Z1-K(AS) - No propagador incendio y emisión  
humos y opacidad reducida -  
I.ad. a  $40^\circ\text{C}$  ( $F_c=1$ ) 15 A. según ITC-BT-19  
D. tubo: 12mm.

Caída de tensión:  
Temperatura cable ( $^\circ\text{C}$ ): 52.46  
 $e(\text{parcial})=2 \times 0.3 \times 1778.4 / 49.29 \times 230 \times 1.5 = 0.06 \text{ V.} = 0.03 \%$   
 $e(\text{total})=1.76\% \text{ ADMIS (4.5\% MAX.)}$

Prot. Térmica:  
I. Mag. Bipolar Int. 10 A.

### **-Cálculo de la Línea: L42**

- Tensión de servicio: 230 V.  
- Canalización: B-Unip.Tubos Superf.o Emp.Obra  
- Longitud: 21.5 m;  $\text{Cos } \varphi$ : 0.9;  $X_u(\text{m}\Omega/\text{m})$ : 0;  
- Potencia a instalar: 532 W.  
- Potencia de cálculo: (Según ITC-BT-44):  
 $532 \times 1.8=957.6 \text{ W.}$   
 $I=957.6/230 \times 0.9=4.63 \text{ A.}$

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

Aislamiento, Nivel Aislamiento: ES07Z1-K(AS) - No propagador incendio y emisión humos y opacidad reducida -

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

D. tubo: 16mm.

Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 42.85

$e(\text{parcial})=2 \times 21.5 \times 957.6 / 50.99 \times 230 \times 1.5 = 2.34 \text{ V.} = 1.02 \%$

$e(\text{total})=2.78\% \text{ ADMIS (4.5\% MAX.)}$

Prot. Térmica:

I. Mag. Bipolar Int. 10 A.

### **-Cálculo de la Línea: L43**

- Tensión de servicio: 230 V.

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

- Longitud: 25 m; Cos  $\varphi$ : 0.9;  $X_u(\text{m}\Omega/\text{m})$ : 0;

- Potencia a instalar: 456 W.

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

$456 \times 1.8 = 820.8 \text{ W.}$

$I = 820.8 / 230 \times 0.9 = 3.97 \text{ A.}$

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

Aislamiento, Nivel Aislamiento: ES07Z1-K(AS) - No propagador incendio y emisión humos y opacidad reducida -

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

D. tubo: 16mm.

Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 42.1

$e(\text{parcial})=2 \times 25 \times 820.8 / 51.13 \times 230 \times 1.5 = 2.33 \text{ V.} = 1.01 \%$

$e(\text{total})=2.77\% \text{ ADMIS (4.5\% MAX.)}$

Prot. Térmica:

I. Mag. Bipolar Int. 10 A.

### **-Cálculo de la Línea: Emergencias 11**

- Tensión de servicio: 230 V.

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

- Longitud: 50 m; Cos  $\varphi$ : 0.9;  $X_u(\text{m}\Omega/\text{m})$ : 0;

- Potencia a instalar: 96 W.

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

$96 \times 1.8 = 172.8 \text{ W.}$

$I = 172.8 / 230 \times 0.9 = 0.83 \text{ A.}$

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

Aislamiento, Nivel Aislamiento: ES07Z1-K(AS) - No propagador incendio y emisión humos y opacidad reducida -

I.ad. a 40°C (Fc=1) 15 A. según ITC-BT-19  
D. tubo: 16mm.

Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 40.09

$e(\text{parcial})=2 \times 50 \times 172.8 / 51.5 \times 230 \times 1.5 = 0.97 \text{ V.} = 0.42 \%$

$e(\text{total})=2.16\% \text{ ADMIS (4.5\% MAX.)}$

Prot. Térmica:

I. Mag. Bipolar Int. 10 A.

### **-Cálculo de la Línea: A40**

- Tensión de servicio: 230 V.

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

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

- Potencia a instalar: 1350 W.

- Potencia de cálculo:

1350 W.(Coef. de Simult.: 1 )

$I=1350/230 \times 0.8=7.34 \text{ A.}$

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

Aislamiento, Nivel Aislamiento: ES07Z1-K(AS) - No propagador incendio y emisión humos y opacidad reducida -

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

D. tubo: 16mm.

Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 43.66

$e(\text{parcial})=2 \times 0.3 \times 1350 / 50.84 \times 230 \times 2.5 = 0.03 \text{ V.} = 0.01 \%$

$e(\text{total})=1.71\% \text{ ADMIS (4.5\% MAX.)}$

Prot. Térmica:

I. Mag. Bipolar Int. 10 A.

Protección diferencial:

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

### **-Cálculo de la Línea: TC13**

- Tensión de servicio: 230 V.

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

- Longitud: 27.5 m; Cos  $\varphi$ : 1;  $X_u(\text{m}\Omega/\text{m})$ : 0;

- Potencia a instalar: 600 W.

- Potencia de cálculo: 600 W.

$I=600/230 \times 1=2.61 \text{ A.}$

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

Aislamiento, Nivel Aislamiento: ES07Z1-K(AS) - No propagador incendio y emisión humos y opacidad reducida -

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

D. tubo: 20mm.

Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 40.46

$e(\text{parcial})=2 \times 27.5 \times 600 / 51.43 \times 230 \times 2.5 = 1.12 \text{ V.} = 0.49 \%$

$e(\text{total})=2.2\% \text{ ADMIS (6.5\% MAX.)}$

#### **-Cálculo de la Línea: TC14**

- Tensión de servicio: 230 V.

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

- Longitud: 22.5 m; Cos  $\phi$ : 1;  $X_u(\text{m}\Omega/\text{m})$ : 0;

- Potencia a instalar: 750 W.

- Potencia de cálculo: 750 W.

$I=750/230 \times 1=3.26 \text{ A.}$

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

Aislamiento, Nivel Aislamiento: ES07Z1-K(AS) - No propagador incendio y emisión humos y opacidad reducida -

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

D. tubo: 20mm.

Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 40.72

$e(\text{parcial})=2 \times 22.5 \times 750 / 51.38 \times 230 \times 2.5 = 1.14 \text{ V.} = 0.5 \%$

$e(\text{total})=2.21\% \text{ ADMIS (6.5\% MAX.)}$

#### **-Cálculo de embarrado Cuadro tecnología**

*Datos*

- Metal: Cu

- Estado pletinas: desnudas

- n° pletinas por fase: 1

- Separación entre pletinas, d(cm): 10

- Separación entre apoyos, L(cm): 25

- Tiempo duración c.c. (s): 0.5

*Pletina adoptada*

- Sección ( $\text{mm}^2$ ): 24

- Ancho (mm): 12

- Espesor (mm): 2

-  $W_x, I_x, W_y, I_y (\text{cm}^3, \text{cm}^4)$  : 0.048, 0.0288, 0.008, 0.0008

- I. admisible del embarrado (A): 110

*a) Cálculo electrodinámico*



$$\sigma_{\max} = I_{\text{pcc}}^2 \cdot L^2 / (60 \cdot d \cdot W_y \cdot n) = 1.26^2 \cdot 25^2 / (60 \cdot 10 \cdot 0.008 \cdot 1) = 205.879 \leq 1200 \text{ kg/cm}^2 \text{ Cu}$$

b) Cálculo térmico, por intensidad admisible

$$I_{\text{cal}} = 17.94 \text{ A}$$

$$I_{\text{adm}} = 110 \text{ A}$$

c) Comprobación por sollicitación térmica en cortocircuito

$$I_{\text{pcc}} = 1.26 \text{ kA}$$

$$I_{\text{ccs}} = K_c \cdot S / (1000 \cdot \sqrt{t_{\text{cc}}}) = 164 \cdot 24 \cdot 1 / (1000 \cdot \sqrt{0.5}) = 5.57 \text{ kA}$$

## 11.14 CÁLCULO SUBCUADRO PLANTA 2.

### -Cálculo de la Línea: Subc planta 2

- Tensión de servicio: 400 V.
- Canalización: B-Unip.Tubos Superf.o Emp.Obra
- Longitud: 20 m; Cos  $\varphi$ : 0.8;  $X_u(\text{m}\Omega/\text{m})$ : 0;
- Potencia a instalar: 9949 W.
- Potencia de cálculo: (Según ITC-BT-44):  
13940.2 W.(Coef. de Simult.: 1 )  
 $I = 13940.2 / 1,732 \times 400 \times 0.8 = 25.15 \text{ A}$ .

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

Aislamiento, Nivel Aislamiento: RZ1-K(AS) - No propagador incendio y emisión humos y opacidad reducida -

I.ad. a 40°C (Fc=1) 44 A. según ITC-BT-19

D. tubo: 25mm.

Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 56.34

$e(\text{parcial}) = 20 \times 13940.2 / 48.63 \times 400 \times 6 = 2.39 \text{ V.} = 0.6 \%$

$e(\text{total}) = 0.95\% \text{ ADMIS (4.5\% MAX.)}$

Protección Térmica en Principio de Línea

I. Mag. Tetrapolar Int. 30 A.

Protección Térmica en Final de Línea

I. Mag. Tetrapolar Int. 30 A.

### SUBCUADRO

## Subc planta 2

### DEMANDA DE POTENCIAS

A continuación vamos a exponer y detallar la demanda de potencias de fuerza motriz y de alumbrado.

L44	672 W
L45	285 W
L46	304 W
Emergencias 12	96 W
L47	304 W
L48	304 W
L49	304 W
L50	304 W
L51	304 W
Emergencias 13	96 W
TC15	400 W
TC16	300 W
Cuadro informatica	2212 W
Cuadro laborat 1	1984 W
Cuadro laborat 2	2080 W
TOTAL	9949 W

#### -Cálculo de la Línea: A41

- Tensión de servicio: 230 V.
- Canalización: B-Unip.Tubos Superf.o Emp.Obra
- Longitud: 0.3 m; Cos  $\phi$ : 0.8;  $X_u(m\Omega/m)$ : 0;
- Potencia a instalar: 1357 W.
- Potencia de cálculo: (Según ITC-BT-44):  
2442.6 W.(Coef. de Simult.: 1 )  
 $I=2442.6/230 \times 0.8=13.28$  A.

Se eligen conductores Unipolares 2x1.5mm<sup>2</sup>Cu  
Aislamiento, Nivel Aislamiento: ES07Z1-K(AS) - No propagador incendio y emisión humos y opacidad reducida -  
I.ad. a 40°C (Fc=1) 15 A. según ITC-BT-19  
D. tubo: 12mm.

Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 63.5

$e(\text{parcial})=2 \times 0.3 \times 2442.6 / 47.46 \times 230 \times 1.5=0.09$  V.=0.04 %

$e(\text{total})=0.99\%$  ADMIS (4.5% MAX.)

Protección diferencial:

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

#### -Cálculo de la Línea: L44

- Tensión de servicio: 230 V.
- Canalización: B-Unip.Tubos Superf.o Emp.Obra
- Longitud: 47 m; Cos  $\phi$ : 0.9;  $X_u(m\Omega/m)$ : 0;
- Potencia a instalar: 672 W.
- Potencia de cálculo: (Según ITC-BT-44):  
 $672 \times 1.8 = 1209.6$  W.  
 $I = 1209.6 / 230 \times 0.9 = 5.84$  A.

Se eligen conductores Unipolares  $2 \times 1.5 + TT \times 1.5 \text{ mm}^2 \text{ Cu}$   
Aislamiento, Nivel Aislamiento: ES07Z1-K(AS) - No propagador incendio y emisión humos y opacidad reducida -  
I.ad. a  $40^\circ\text{C}$  ( $F_c=1$ ) 15 A. según ITC-BT-19  
D. tubo: 16mm.

Caída de tensión:  
Temperatura cable ( $^\circ\text{C}$ ): 44.55  
 $e(\text{parcial}) = 2 \times 47 \times 1209.6 / 50.68 \times 230 \times 1.5 = 6.5$  V. = 2.83 %  
 $e(\text{total}) = 3.82\%$  ADMIS (4.5% MAX.)

Prot. Térmica:  
I. Mag. Bipolar Int. 10 A.

#### **-Cálculo de la Línea: L45**

- Tensión de servicio: 230 V.
- Canalización: B-Unip.Tubos Superf.o Emp.Obra
- Longitud: 26 m; Cos  $\phi$ : 0.9;  $X_u(m\Omega/m)$ : 0;
- Potencia a instalar: 285 W.
- Potencia de cálculo: (Según ITC-BT-44):  
 $285 \times 1.8 = 513$  W.  
 $I = 513 / 230 \times 0.9 = 2.48$  A.

Se eligen conductores Unipolares  $2 \times 1.5 + TT \times 1.5 \text{ mm}^2 \text{ Cu}$   
Aislamiento, Nivel Aislamiento: ES07Z1-K(AS) - No propagador incendio y emisión humos y opacidad reducida -  
I.ad. a  $40^\circ\text{C}$  ( $F_c=1$ ) 15 A. según ITC-BT-19  
D. tubo: 16mm.

Caída de tensión:  
Temperatura cable ( $^\circ\text{C}$ ): 40.82  
 $e(\text{parcial}) = 2 \times 26 \times 513 / 51.36 \times 230 \times 1.5 = 1.51$  V. = 0.65 %  
 $e(\text{total}) = 1.64\%$  ADMIS (4.5% MAX.)

Prot. Térmica:  
I. Mag. Bipolar Int. 10 A.

#### **-Cálculo de la Línea: L46**

- Tensión de servicio: 230 V.

- Canalización: B-Unip.Tubos Superf.o Emp.Obra
- Longitud: 16 m; Cos  $\phi$ : 0.9;  $X_u(m\Omega/m)$ : 0;
- Potencia a instalar: 304 W.
- Potencia de cálculo: (Según ITC-BT-44):  
 $304 \times 1.8 = 547.2$  W.
- $I = 547.2 / 230 \times 0.9 = 2.64$  A.

Se eligen conductores Unipolares  $2 \times 1.5 + TT \times 1.5 \text{ mm}^2 \text{ Cu}$   
Aislamiento, Nivel Aislamiento: ES07Z1-K(AS) - No propagador incendio y emisión humos y opacidad reducida -  
I.ad. a  $40^\circ\text{C}$  ( $F_c=1$ ) 15 A. según ITC-BT-19  
D. tubo: 16mm.

Caída de tensión:  
Temperatura cable ( $^\circ\text{C}$ ): 40.93  
 $e(\text{parcial}) = 2 \times 16 \times 547.2 / 51.34 \times 230 \times 1.5 = 0.99$  V. = 0.43 %  
 $e(\text{total}) = 1.42\%$  ADMIS (4.5% MAX.)

Prot. Térmica:  
I. Mag. Bipolar Int. 10 A.

#### **-Cálculo de la Línea: Emergencias 12**

- Tensión de servicio: 230 V.
- Canalización: B-Unip.Tubos Superf.o Emp.Obra
- Longitud: 50 m; Cos  $\phi$ : 0.9;  $X_u(m\Omega/m)$ : 0;
- Potencia a instalar: 96 W.
- Potencia de cálculo: (Según ITC-BT-44):  
 $96 \times 1.8 = 172.8$  W.
- $I = 172.8 / 230 \times 0.9 = 0.83$  A.

Se eligen conductores Unipolares  $2 \times 1.5 + TT \times 1.5 \text{ mm}^2 \text{ Cu}$   
Aislamiento, Nivel Aislamiento: ES07Z1-K(AS) - No propagador incendio y emisión humos y opacidad reducida -  
I.ad. a  $40^\circ\text{C}$  ( $F_c=1$ ) 15 A. según ITC-BT-19  
D. tubo: 16mm.

Caída de tensión:  
Temperatura cable ( $^\circ\text{C}$ ): 40.09  
 $e(\text{parcial}) = 2 \times 50 \times 172.8 / 51.5 \times 230 \times 1.5 = 0.97$  V. = 0.42 %  
 $e(\text{total}) = 1.41\%$  ADMIS (4.5% MAX.)

Prot. Térmica:  
I. Mag. Bipolar Int. 10 A.

#### **-Cálculo de la Línea: A42**

- Tensión de servicio: 230 V.
- Canalización: B-Unip.Tubos Superf.o Emp.Obra
- Longitud: 0.3 m; Cos  $\phi$ : 0.8;  $X_u(m\Omega/m)$ : 0;

- Potencia a instalar: 1616 W.
- Potencia de cálculo: (Según ITC-BT-44):  
2908.8 W.(Coef. de Simult.: 1 )  
 $I=2908.8/230 \times 0.8=15.81$  A.

Se eligen conductores Unipolares  $2 \times 2.5 \text{mm}^2 \text{Cu}$   
Aislamiento, Nivel Aislamiento: ES07Z1-K(AS) - No propagador incendio y emisión humos y opacidad reducida -  
I.ad. a  $40^\circ\text{C}$  ( $F_c=1$ ) 21 A. según ITC-BT-19  
D. tubo: 16mm.

Caída de tensión:  
Temperatura cable ( $^\circ\text{C}$ ): 57  
 $e(\text{parcial})=2 \times 0.3 \times 2908.8 / 48.52 \times 230 \times 2.5=0.06$  V.=0.03 %  
 $e(\text{total})=0.98\%$  ADMIS (4.5% MAX.)

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

#### **-Cálculo de la Línea: A43**

- Tensión de servicio: 230 V.
- Canalización: B-Unip.Tubos Superf.o Emp.Obra
- Longitud: 0.3 m;  $\text{Cos } \varphi: 0.8$ ;  $X_u(\text{m}\Omega/\text{m}): 0$ ;
- Potencia a instalar: 608 W.
- Potencia de cálculo: (Según ITC-BT-44):  
1094.4 W.(Coef. de Simult.: 1 )  
 $I=1094.4/230 \times 0.8=5.95$  A.

Se eligen conductores Unipolares  $2 \times 1.5 \text{mm}^2 \text{Cu}$   
Aislamiento, Nivel Aislamiento: ES07Z1-K(AS) - No propagador incendio y emisión humos y opacidad reducida -  
I.ad. a  $40^\circ\text{C}$  ( $F_c=1$ ) 15 A. según ITC-BT-19  
D. tubo: 12mm.

Caída de tensión:  
Temperatura cable ( $^\circ\text{C}$ ): 44.72  
 $e(\text{parcial})=2 \times 0.3 \times 1094.4 / 50.65 \times 230 \times 1.5=0.04$  V.=0.02 %  
 $e(\text{total})=0.99\%$  ADMIS (4.5% MAX.)

Prot. Térmica:  
I. Mag. Bipolar Int. 10 A.

#### **-Cálculo de la Línea: L47**

- Tensión de servicio: 230 V.
- Canalización: B-Unip.Tubos Superf.o Emp.Obra
- Longitud: 20 m;  $\text{Cos } \varphi: 0.9$ ;  $X_u(\text{m}\Omega/\text{m}): 0$ ;
- Potencia a instalar: 304 W.
- Potencia de cálculo: (Según ITC-BT-44):

$$304 \times 1.8 = 547.2 \text{ W.}$$
$$I = 547.2 / 230 \times 0.9 = 2.64 \text{ A.}$$

Se eligen conductores Unipolares 2x1.5+TTx1.5mm<sup>2</sup>Cu  
Aislamiento, Nivel Aislamiento: ES07Z1-K(AS) - No propagador incendio y emisión humos y opacidad reducida -  
I.ad. a 40°C (Fc=1) 15 A. según ITC-BT-19  
D. tubo: 16mm.

Caída de tensión:  
Temperatura cable (°C): 40.93  
 $e(\text{parcial}) = 2 \times 20 \times 547.2 / 51.34 \times 230 \times 1.5 = 1.24 \text{ V.} = 0.54 \%$   
 $e(\text{total}) = 1.53\% \text{ ADMIS (4.5\% MAX.)}$

Prot. Térmica:  
I. Mag. Bipolar Int. 10 A.

#### **-Cálculo de la Línea: L48**

- Tensión de servicio: 230 V.  
- Canalización: B-Unip.Tubos Superf.o Emp.Obra  
- Longitud: 24 m; Cos  $\varphi$ : 0.9; Xu(m $\Omega$ /m): 0;  
- Potencia a instalar: 304 W.  
- Potencia de cálculo: (Según ITC-BT-44):  
 $304 \times 1.8 = 547.2 \text{ W.}$   
 $I = 547.2 / 230 \times 0.9 = 2.64 \text{ A.}$

Se eligen conductores Unipolares 2x1.5+TTx1.5mm<sup>2</sup>Cu  
Aislamiento, Nivel Aislamiento: ES07Z1-K(AS) - No propagador incendio y emisión humos y opacidad reducida -  
I.ad. a 40°C (Fc=1) 15 A. según ITC-BT-19  
D. tubo: 16mm.

Caída de tensión:  
Temperatura cable (°C): 40.93  
 $e(\text{parcial}) = 2 \times 24 \times 547.2 / 51.34 \times 230 \times 1.5 = 1.48 \text{ V.} = 0.64 \%$   
 $e(\text{total}) = 1.64\% \text{ ADMIS (4.5\% MAX.)}$

Prot. Térmica:  
I. Mag. Bipolar Int. 10 A.

#### **-Cálculo de la Línea: A44**

- Tensión de servicio: 230 V.  
- Canalización: B-Unip.Tubos Superf.o Emp.Obra  
- Longitud: 0.3 m; Cos  $\varphi$ : 0.8; Xu(m $\Omega$ /m): 0;  
- Potencia a instalar: 912 W.  
- Potencia de cálculo: (Según ITC-BT-44):  
1641.6 W.(Coef. de Simult.: 1 )  
 $I = 1641.6 / 230 \times 0.8 = 8.92 \text{ A.}$

Se eligen conductores Unipolares 2x1.5mm<sup>2</sup>Cu  
Aislamiento, Nivel Aislamiento: ES07Z1-K(AS) - No propagador incendio y emisión humos y opacidad reducida -  
I.ad. a 40°C (Fc=1) 15 A. según ITC-BT-19  
D. tubo: 12mm.

Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 50.61

$e(\text{parcial})=2 \times 0.3 \times 1641.6 / 49.6 \times 230 \times 1.5 = 0.06 \text{ V.} = 0.03 \%$

$e(\text{total})=1\% \text{ ADMIS (4.5\% MAX.)}$

Prot. Térmica:

I. Mag. Bipolar Int. 10 A.

#### **-Cálculo de la Línea: L49**

- Tensión de servicio: 230 V.
- Canalización: B-Unip.Tubos Superf.o Emp.Obra
- Longitud: 30 m; Cos  $\phi$ : 0.9;  $X_u(\text{m}\Omega/\text{m})$ : 0;
- Potencia a instalar: 304 W.
- Potencia de cálculo: (Según ITC-BT-44):  
 $304 \times 1.8 = 547.2 \text{ W.}$   
 $I = 547.2 / 230 \times 0.9 = 2.64 \text{ A.}$

Se eligen conductores Unipolares 2x1.5+TTx1.5mm<sup>2</sup>Cu  
Aislamiento, Nivel Aislamiento: ES07Z1-K(AS) - No propagador incendio y emisión humos y opacidad reducida -  
I.ad. a 40°C (Fc=1) 15 A. según ITC-BT-19  
D. tubo: 16mm.

Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 40.93

$e(\text{parcial})=2 \times 30 \times 547.2 / 51.34 \times 230 \times 1.5 = 1.85 \text{ V.} = 0.81 \%$

$e(\text{total})=1.81\% \text{ ADMIS (4.5\% MAX.)}$

Prot. Térmica:

I. Mag. Bipolar Int. 10 A.

#### **-Cálculo de la Línea: L50**

- Tensión de servicio: 230 V.
- Canalización: B-Unip.Tubos Superf.o Emp.Obra
- Longitud: 40 m; Cos  $\phi$ : 0.9;  $X_u(\text{m}\Omega/\text{m})$ : 0;
- Potencia a instalar: 304 W.
- Potencia de cálculo: (Según ITC-BT-44):  
 $304 \times 1.8 = 547.2 \text{ W.}$   
 $I = 547.2 / 230 \times 0.9 = 2.64 \text{ A.}$

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

Aislamiento, Nivel Aislamiento: ES07Z1-K(AS) - No propagador incendio y emisión humos y opacidad reducida -

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

D. tubo: 16mm.

Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 40.93

$e(\text{parcial})=2 \times 40 \times 547.2 / 51.34 \times 230 \times 1.5 = 2.47 \text{ V.} = 1.07 \%$

$e(\text{total})=2.08\% \text{ ADMIS (4.5\% MAX.)}$

Prot. Térmica:

I. Mag. Bipolar Int. 10 A.

### **-Cálculo de la Línea: L51**

- Tensión de servicio: 230 V.

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

- Longitud: 47 m; Cos  $\varphi$ : 0.9;  $X_u(\text{m}\Omega/\text{m})$ : 0;

- Potencia a instalar: 304 W.

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

$304 \times 1.8 = 547.2 \text{ W.}$

$I = 547.2 / 230 \times 0.9 = 2.64 \text{ A.}$

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

Aislamiento, Nivel Aislamiento: ES07Z1-K(AS) - No propagador incendio y emisión humos y opacidad reducida -

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

D. tubo: 16mm.

Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 40.93

$e(\text{parcial})=2 \times 47 \times 547.2 / 51.34 \times 230 \times 1.5 = 2.9 \text{ V.} = 1.26 \%$

$e(\text{total})=2.26\% \text{ ADMIS (4.5\% MAX.)}$

Prot. Térmica:

I. Mag. Bipolar Int. 10 A.

### **-Cálculo de la Línea: Emergencias 13**

- Tensión de servicio: 230 V.

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

- Longitud: 50 m; Cos  $\varphi$ : 0.9;  $X_u(\text{m}\Omega/\text{m})$ : 0;

- Potencia a instalar: 96 W.

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

$96 \times 1.8 = 172.8 \text{ W.}$

$I = 172.8 / 230 \times 0.9 = 0.83 \text{ A.}$

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

Aislamiento, Nivel Aislamiento: ES07Z1-K(AS) - No propagador incendio y emisión humos y opacidad reducida -



I.ad. a 40°C (Fc=1) 15 A. según ITC-BT-19  
D. tubo: 16mm.

Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 40.09

$e(\text{parcial})=2 \times 50 \times 172.8 / 51.5 \times 230 \times 1.5 = 0.97 \text{ V.} = 0.42 \%$

$e(\text{total})=1.4\% \text{ ADMIS (4.5\% MAX.)}$

Prot. Térmica:

I. Mag. Bipolar Int. 10 A.

### **-Cálculo de la Línea: A45**

- Tensión de servicio: 230 V.

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

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

- Potencia a instalar: 700 W.

- Potencia de cálculo:

700 W.(Coef. de Simult.: 1 )

$I=700/230 \times 0.8=3.8 \text{ A.}$

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

Aislamiento, Nivel Aislamiento: ES07Z1-K(AS) - No propagador incendio y emisión humos y opacidad reducida -

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

D. tubo: 16mm.

Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 40.98

$e(\text{parcial})=2 \times 0.3 \times 700 / 51.33 \times 230 \times 2.5 = 0.01 \text{ V.} = 0.01 \%$

$e(\text{total})=0.96\% \text{ ADMIS (4.5\% MAX.)}$

Prot. Térmica:

I. Mag. Bipolar Int. 16 A.

Protección diferencial:

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

### **-Cálculo de la Línea: TC15**

- Tensión de servicio: 230 V.

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

- Longitud: 20 m; Cos  $\varphi$ : 1;  $X_u(\text{m}\Omega/\text{m})$ : 0;

- Potencia a instalar: 400 W.

- Potencia de cálculo: 400 W.

$I=400/230 \times 1=1.74 \text{ A.}$

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

Aislamiento, Nivel Aislamiento: ES07Z1-K(AS) - No propagador incendio y emisión humos y opacidad reducida -

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

D. tubo: 20mm.

Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 40.21

$e(\text{parcial})=2 \times 20 \times 400 / 51.48 \times 230 \times 2.5 = 0.54 \text{ V.} = 0.24 \%$

$e(\text{total})=1.19\% \text{ ADMIS (6.5\% MAX.)}$

Prot. Térmica:

I. Mag. Bipolar Int. 16 A.

### **-Cálculo de la Línea: TC16**

- Tensión de servicio: 230 V.

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

- Longitud: 40 m; Cos  $\varphi$ : 1;  $X_u(\text{m}\Omega/\text{m})$ : 0;

- Potencia a instalar: 300 W.

- Potencia de cálculo: 300 W.

$I=300/230 \times 1=1.3 \text{ A.}$

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

Aislamiento, Nivel Aislamiento: ES07Z1-K(AS) - No propagador incendio y emisión humos y opacidad reducida -

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

D. tubo: 20mm.

Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 40.12

$e(\text{parcial})=2 \times 40 \times 300 / 51.49 \times 230 \times 2.5 = 0.81 \text{ V.} = 0.35 \%$

$e(\text{total})=1.31\% \text{ ADMIS (6.5\% MAX.)}$

Prot. Térmica:

I. Mag. Bipolar Int. 16 A.

### **-Cálculo de embarrado Subc planta 2**

*Datos*

- Metal: Cu

- Estado pletinas: desnudas

- nº pletinas por fase: 1

- Separación entre pletinas, d(cm): 10

- Separación entre apoyos, L(cm): 25

- Tiempo duración c.c. (s): 0.5

*Pletina adoptada*

- Sección ( $\text{mm}^2$ ): 24

- Ancho (mm): 12

- Espesor (mm): 2

-  $W_x, I_x, W_y, I_y (\text{cm}^3, \text{cm}^4)$  : 0.048, 0.0288, 0.008, 0.0008

- I. admisible del embarrado (A): 110

a) Cálculo electrodinámico

$$\sigma_{\max} = I_{\text{pcc}}^2 \cdot L^2 / (60 \cdot d \cdot W_y \cdot n) = 2^2 \cdot 25^2 / (60 \cdot 10 \cdot 0.008 \cdot 1) = 519.44 \leq 1200 \text{ kg/cm}^2 \text{ Cu}$$

b) Cálculo térmico, por intensidad admisible

$$I_{\text{cal}} = 25.15 \text{ A}$$

$$I_{\text{adm}} = 110 \text{ A}$$

c) Comprobación por sollicitación térmica en cortocircuito

$$I_{\text{pcc}} = 2 \text{ kA}$$

$$I_{\text{ccs}} = K_c \cdot S / (1000 \cdot \sqrt{t_{\text{cc}}}) = 164 \cdot 24 \cdot 1 / (1000 \cdot \sqrt{0.5}) = 5.57 \text{ kA}$$

## 11.15 CÁLCULO CUADRO INFORMATICA.

### -Cálculo de la Línea: Cuadro informatica

- Tensión de servicio: 230 V.
- Canalización: B-Unip.Tubos Superf.o Emp.Obra
- Longitud: 5 m; Cos  $\phi$ : 0.8;  $X_u$ (m $\Omega$ /m): 0;
- Potencia a instalar: 2212 W.
- Potencia de cálculo: (Según ITC-BT-44):  
2653.6 W.(Coef. de Simult.: 1 )  
 $I = 2653.6 / 230 \times 0.8 = 14.42 \text{ A}$ .

Se eligen conductores Unipolares 2x2.5+TTx2.5mm<sup>2</sup>Cu  
Aislamiento, Nivel Aislamiento: RZ1-K(AS) - No propagador incendio y emisión humos y opacidad reducida -  
I.ad. a 40°C (Fc=1) 29 A. según ITC-BT-19  
D. tubo: 20mm.

Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 52.37

e(parcial)= $2 \times 5 \times 2653.6 / 49.3 \times 230 \times 2.5 = 0.94 \text{ V} = 0.41 \%$

e(total)=1.36% ADMIS (4.5% MAX.)

Protección Térmica en Principio de Línea

I. Mag. Bipolar Int. 16 A.

Protección Térmica en Final de Línea

I. Mag. Bipolar Int. 16 A.

### SUBCUADRO

## Cuadro informatica

### DEMANDA DE POTENCIAS

A continuación vamos a exponer y detallar la demanda de potencias de fuerza motriz y de alumbrado.

L52	456 W
Emergencias 14	96 W
TC17	620 W
TC18	520 W
TC19	520 W
TOTAL	2212 W

#### -Cálculo de la Línea: A46

- Tensión de servicio: 230 V.
- Canalización: B-Unip.Tubos Superf.o Emp.Obra
- Longitud: 0.3 m; Cos  $\phi$ : 0.8; Xu(m $\Omega$ /m): 0;
- Potencia a instalar: 552 W.
- Potencia de cálculo: (Según ITC-BT-44):  
993.6 W.(Coef. de Simult.: 1 )
- I=993.6/230x0.8=5.4 A.

Se eligen conductores Unipolares 2x1.5mm<sup>2</sup>Cu  
Aislamiento, Nivel Aislamiento: ES07Z1-K(AS) - No propagador incendio y emisión humos y opacidad reducida -  
I.ad. a 40°C (Fc=1) 15 A. según ITC-BT-19  
D. tubo: 12mm.

Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 43.89  
e(parcial)=2x0.3x993.6/50.8x230x1.5=0.03 V.=0.01 %  
e(total)=1.37% ADMIS (4.5% MAX.)

Protección diferencial:

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

#### -Cálculo de la Línea: L52

- Tensión de servicio: 230 V.
- Canalización: B-Unip.Tubos Superf.o Emp.Obra
- Longitud: 17.5 m; Cos  $\phi$ : 0.9; Xu(m $\Omega$ /m): 0;
- Potencia a instalar: 456 W.
- Potencia de cálculo: (Según ITC-BT-44):  
456x1.8=820.8 W.
- I=820.8/230x0.9=3.97 A.

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

Aislamiento, Nivel Aislamiento: ES07Z1-K(AS) - No propagador incendio y emisión humos y opacidad reducida -

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

D. tubo: 16mm.

Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 42.1

$e(\text{parcial})=2 \times 17.5 \times 820.8 / 51.13 \times 230 \times 1.5 = 1.63 \text{ V.} = 0.71 \%$

$e(\text{total})=2.08\% \text{ ADMIS (4.5\% MAX.)}$

Prot. Térmica:

I. Mag. Bipolar Int. 10 A.

#### **-Cálculo de la Línea: Emergencias 14**

- Tensión de servicio: 230 V.

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

- Longitud: 50 m; Cos  $\varphi$ : 0.9;  $X_u(\text{m}\Omega/\text{m})$ : 0;

- Potencia a instalar: 96 W.

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

$96 \times 1.8 = 172.8 \text{ W.}$

$I = 172.8 / 230 \times 0.9 = 0.83 \text{ A.}$

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

Aislamiento, Nivel Aislamiento: ES07Z1-K(AS) - No propagador incendio y emisión humos y opacidad reducida -

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

D. tubo: 16mm.

Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 40.09

$e(\text{parcial})=2 \times 50 \times 172.8 / 51.5 \times 230 \times 1.5 = 0.97 \text{ V.} = 0.42 \%$

$e(\text{total})=1.79\% \text{ ADMIS (4.5\% MAX.)}$

Prot. Térmica:

I. Mag. Bipolar Int. 10 A.

#### **-Cálculo de la Línea: A47**

- Tensión de servicio: 230 V.

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

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

- Potencia a instalar: 1660 W.

- Potencia de cálculo:

1660 W.(Coef. de Simult.: 1 )

$I = 1660 / 230 \times 0.8 = 9.02 \text{ A.}$

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

Aislamiento, Nivel Aislamiento: ES07Z1-K(AS) - No propagador incendio y emisión humos y opacidad reducida -

I.ad. a 40°C (Fc=1) 21 A. según ITC-BT-19  
D. tubo: 16mm.

Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 45.54

$e(\text{parcial})=2 \times 0.3 \times 1660 / 50.5 \times 230 \times 2.5 = 0.03 \text{ V.} = 0.01 \%$

$e(\text{total})=1.37\% \text{ ADMIS (4.5\% MAX.)}$

Prot. Térmica:

I. Mag. Bipolar Int. 16 A.

Protección diferencial:

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

### **-Cálculo de la Línea: TC17**

- Tensión de servicio: 230 V.

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

- Longitud: 22 m; Cos  $\varphi$ : 1;  $X_u(\text{m}\Omega/\text{m})$ : 0;

- Potencia a instalar: 620 W.

- Potencia de cálculo: 620 W.

$I=620/230 \times 1=2.7 \text{ A.}$

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

Aislamiento, Nivel Aislamiento: ES07Z1-K(AS) - No propagador incendio y emisión humos y opacidad reducida -

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

D. tubo: 20mm.

Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 40.49

$e(\text{parcial})=2 \times 22 \times 620 / 51.42 \times 230 \times 2.5 = 0.92 \text{ V.} = 0.4 \%$

$e(\text{total})=1.77\% \text{ ADMIS (6.5\% MAX.)}$

Prot. Térmica:

I. Mag. Bipolar Int. 16 A.

### **-Cálculo de la Línea: TC18**

- Tensión de servicio: 230 V.

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

- Longitud: 16 m; Cos  $\varphi$ : 1;  $X_u(\text{m}\Omega/\text{m})$ : 0;

- Potencia a instalar: 520 W.

- Potencia de cálculo: 520 W.

$I=520/230 \times 1=2.26 \text{ A.}$

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

Aislamiento, Nivel Aislamiento: ES07Z1-K(AS) - No propagador incendio y emisión humos y opacidad reducida -

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

D. tubo: 20mm.

Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 40.35

$e(\text{parcial})=2 \times 16 \times 520 / 51.45 \times 230 \times 2.5 = 0.56 \text{ V.} = 0.24 \%$

$e(\text{total})=1.62\% \text{ ADMIS (6.5\% MAX.)}$

Prot. Térmica:

I. Mag. Bipolar Int. 16 A.

### **-Cálculo de la Línea: TC19**

- Tensión de servicio: 230 V.

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

- Longitud: 18 m; Cos  $\phi$ : 1;  $X_u(\text{m}\Omega/\text{m})$ : 0;

- Potencia a instalar: 520 W.

- Potencia de cálculo: 520 W.

$I=520/230 \times 1=2.26 \text{ A.}$

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

Aislamiento, Nivel Aislamiento: ES07Z1-K(AS) - No propagador incendio y emisión humos y opacidad reducida -

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

D. tubo: 20mm.

Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 40.35

$e(\text{parcial})=2 \times 18 \times 520 / 51.45 \times 230 \times 2.5 = 0.63 \text{ V.} = 0.28 \%$

$e(\text{total})=1.65\% \text{ ADMIS (6.5\% MAX.)}$

Prot. Térmica:

I. Mag. Bipolar Int. 16 A.

### **-Cálculo de embarrado Cuadro informatica**

*Datos*

- Metal: Cu

- Estado pletinas: desnudas

- n° pletinas por fase: 1

- Separación entre pletinas, d(cm): 10

- Separación entre apoyos, L(cm): 25

- Tiempo duración c.c. (s): 0.5

*Pletina adoptada*

- Sección ( $\text{mm}^2$ ): 24

- Ancho (mm): 12

- Espesor (mm): 2

-  $W_x, I_x, W_y, I_y (\text{cm}^3, \text{cm}^4)$  : 0.048, 0.0288, 0.008, 0.0008

- I. admisible del embarrado (A): 110

a) Cálculo electrodinámico

$$\sigma_{\max} = I_{\text{pcc}}^2 \cdot L^2 / (60 \cdot d \cdot W_y \cdot n) = 1.36^2 \cdot 25^2 / (60 \cdot 10 \cdot 0.008 \cdot 1) = 242.199 \leq 1200 \text{ kg/cm}^2 \text{ Cu}$$

b) Cálculo térmico, por intensidad admisible

$$I_{\text{cal}} = 14.42 \text{ A}$$

$$I_{\text{adm}} = 110 \text{ A}$$

c) Comprobación por sollicitación térmica en cortocircuito

$$I_{\text{pcc}} = 1.36 \text{ kA}$$

$$I_{\text{ccs}} = K_c \cdot S / (1000 \cdot \sqrt{t_{\text{cc}}}) = 164 \cdot 24 \cdot 1 / (1000 \cdot \sqrt{0.5}) = 5.57 \text{ kA}$$

## 11.16 CÁLCULO CUADRO LABORATORIO 1.

### -Cálculo de la Línea: Cuadro laborat 1

- Tensión de servicio: 230 V.
- Canalización: B-Unip.Tubos Superf.o Emp.Obra
- Longitud: 25 m; Cos  $\varphi$ : 0.8;  $X_u$ (m $\Omega$ /m): 0;
- Potencia a instalar: 1984 W.
- Potencia de cálculo: (Según ITC-BT-44):  
2531.2 W.(Coef. de Simult.: 1 )  
 $I = 2531.2 / 230 \times 0.8 = 13.76 \text{ A}$ .

Se eligen conductores Unipolares 2x2.5+TTx2.5mm<sup>2</sup>Cu  
Aislamiento, Nivel Aislamiento: RZ1-K(AS) - No propagador incendio y emisión humos y opacidad reducida -  
I.ad. a 40°C (Fc=1) 29 A. según ITC-BT-19  
D. tubo: 20mm.

Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 51.25

$e(\text{parcial}) = 2 \times 25 \times 2531.2 / 49.49 \times 230 \times 2.5 = 4.45 \text{ V.} = 1.93 \%$

$e(\text{total}) = 2.88\% \text{ ADMIS (4.5\% MAX.)}$

Protección Térmica en Principio de Línea

I. Mag. Bipolar Int. 16 A.

Protección Térmica en Final de Línea

I. Mag. Bipolar Int. 16 A.

### SUBCUADRO Cuadro laborat 1



## DEMANDA DE POTENCIAS

A continuación vamos a exponer y detallar la demanda de potencias de fuerza motriz y de alumbrado.

L53	684 W
TC20	500 W
TC21	800 W
TOTAL	1984 W

### -Cálculo de la Línea: A48

- Tensión de servicio: 230 V.
- Canalización: B-Unip.Tubos Superf.o Emp.Obra
- Longitud: 0.3 m; Cos  $\phi$ : 0.8;  $X_u(m\Omega/m)$ : 0;
- Potencia a instalar: 684 W.
- Potencia de cálculo: (Según ITC-BT-44):  
 $1231.2 \text{ W} \cdot (\text{Coef. de Simult.: } 1)$   
 $I=1231.2/230 \times 0.8=6.69 \text{ A}.$

Se eligen conductores Unipolares  $2 \times 1.5 \text{ mm}^2 \text{ Cu}$   
Aislamiento, Nivel Aislamiento: ES07Z1-K(AS) - No propagador incendio y emisión humos y opacidad reducida -  
I.ad. a  $40^\circ\text{C}$  ( $F_c=1$ ) 15 A. según ITC-BT-19  
D. tubo: 12mm.

Caída de tensión:

Temperatura cable ( $^\circ\text{C}$ ): 45.97  
 $e(\text{parcial})=2 \times 0.3 \times 1231.2 / 50.42 \times 230 \times 1.5 = 0.04 \text{ V.} = 0.02 \%$   
 $e(\text{total})=2.9\% \text{ ADMIS (} 4.5\% \text{ MAX.)}$

Protección diferencial:

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

### -Cálculo de la Línea: L53

- Tensión de servicio: 230 V.
- Canalización: B-Unip.Tubos Superf.o Emp.Obra
- Longitud: 21 m; Cos  $\phi$ : 0.9;  $X_u(m\Omega/m)$ : 0;
- Potencia a instalar: 684 W.
- Potencia de cálculo: (Según ITC-BT-44):  
 $684 \times 1.8 = 1231.2 \text{ W}.$   
 $I=1231.2/230 \times 0.9=5.95 \text{ A}.$

Se eligen conductores Unipolares  $2 \times 1.5 + \text{TT} \times 1.5 \text{ mm}^2 \text{ Cu}$   
Aislamiento, Nivel Aislamiento: ES07Z1-K(AS) - No propagador incendio y emisión humos y opacidad reducida -  
I.ad. a  $40^\circ\text{C}$  ( $F_c=1$ ) 15 A. según ITC-BT-19

D. tubo: 16mm.

Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 44.72

$e(\text{parcial})=2 \times 21 \times 1231.2 / 50.65 \times 230 \times 1.5 = 2.96 \text{ V.} = 1.29 \%$

$e(\text{total})=4.19\% \text{ ADMIS (4.5\% MAX.)}$

Prot. Térmica:

I. Mag. Bipolar Int. 10 A.

#### **-Cálculo de la Línea: A49**

- Tensión de servicio: 230 V.

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

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

- Potencia a instalar: 1300 W.

- Potencia de cálculo:

1300 W.(Coef. de Simult.: 1 )

$I=1300/230 \times 0.8=7.07 \text{ A.}$

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

Aislamiento, Nivel Aislamiento: ES07Z1-K(AS) - No propagador incendio y emisión humos y opacidad reducida -

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

D. tubo: 16mm.

Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 43.4

$e(\text{parcial})=2 \times 0.3 \times 1300 / 50.89 \times 230 \times 2.5 = 0.03 \text{ V.} = 0.01 \%$

$e(\text{total})=2.89\% \text{ ADMIS (4.5\% MAX.)}$

Prot. Térmica:

I. Mag. Bipolar Int. 16 A.

Protección diferencial:

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

#### **-Cálculo de la Línea: TC20**

- Tensión de servicio: 230 V.

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

- Longitud: 21 m; Cos  $\phi$ : 1;  $X_u(\text{m}\Omega/\text{m})$ : 0;

- Potencia a instalar: 500 W.

- Potencia de cálculo: 500 W.

$I=500/230 \times 1=2.17 \text{ A.}$

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

Aislamiento, Nivel Aislamiento: ES07Z1-K(AS) - No propagador incendio y emisión humos y opacidad reducida -

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

D. tubo: 20mm.

Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 40.32

$e(\text{parcial})=2 \times 21 \times 500 / 51.46 \times 230 \times 2.5 = 0.71 \text{ V.} = 0.31 \%$

$e(\text{total})=3.2\% \text{ ADMIS (6.5\% MAX.)}$

Prot. Térmica:

I. Mag. Bipolar Int. 16 A.

### **-Cálculo de la Línea: TC21**

- Tensión de servicio: 230 V.

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

- Longitud: 19 m; Cos  $\phi$ : 1;  $X_u(\text{m}\Omega/\text{m})$ : 0;

- Potencia a instalar: 800 W.

- Potencia de cálculo: 800 W.

$I=800/230 \times 1=3.48 \text{ A.}$

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

Aislamiento, Nivel Aislamiento: ES07Z1-K(AS) - No propagador incendio y emisión humos y opacidad reducida -

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

D. tubo: 20mm.

Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 40.82

$e(\text{parcial})=2 \times 19 \times 800 / 51.36 \times 230 \times 2.5 = 1.03 \text{ V.} = 0.45 \%$

$e(\text{total})=3.34\% \text{ ADMIS (6.5\% MAX.)}$

Prot. Térmica:

I. Mag. Bipolar Int. 16 A.

### **Cálculo de embarrado Cuadro laborat 1**

*Datos*

- Metal: Cu

- Estado pletinas: desnudas

- n° pletinas por fase: 1

- Separación entre pletinas, d(cm): 10

- Separación entre apoyos, L(cm): 25

- Tiempo duración c.c. (s): 0.5

*Pletina adoptada*

- Sección (mm<sup>2</sup>): 24

- Ancho (mm): 12

- Espesor (mm): 2

-  $W_x, I_x, W_y, I_y (\text{cm}^3, \text{cm}^4)$  : 0.048, 0.0288, 0.008, 0.0008

- I. admisible del embarrado (A): 110

a) *Cálculo electrodinámico*

$$\sigma_{\max} = I_{\text{pcc}}^2 \cdot L^2 / (60 \cdot d \cdot W_y \cdot n) = 0.6^2 \cdot 25^2 / (60 \cdot 10 \cdot 0.008 \cdot 1) = 47 \leq 1200 \text{ kg/cm}^2 \text{ Cu}$$

b) *Cálculo térmico, por intensidad admisible*

$$I_{\text{cal}} = 13.76 \text{ A}$$

$$I_{\text{adm}} = 110 \text{ A}$$

c) *Comprobación por sollicitación térmica en cortocircuito*

$$I_{\text{pcc}} = 0.6 \text{ kA}$$

$$I_{\text{ccs}} = K_c \cdot S / (1000 \cdot \sqrt{t_{\text{cc}}}) = 164 \cdot 24 \cdot 1 / (1000 \cdot \sqrt{0.5}) = 5.57 \text{ kA}$$

## 11.17 CÁLCULO CUADRO LABORATORIO 2.

### -Cálculo de la Línea: Cuadro laborat 2

- Tensión de servicio: 230 V.
- Canalización: B-Unip.Tubos Superf.o Emp.Obra
- Longitud: 33 m; Cos  $\varphi$ : 0.8;  $X_u$ (m $\Omega$ /m): 0;
- Potencia a instalar: 2080 W.
- Potencia de cálculo: (Según ITC-BT-44):  
2704 W.(Coef. de Simult.: 1 )  
 $I = 2704 / 230 \times 0.8 = 14.7 \text{ A}$ .

Se eligen conductores Unipolares 2x2.5+TTx2.5mm<sup>2</sup>Cu  
Aislamiento, Nivel Aislamiento: RZ1-K(AS) - No propagador incendio y emisión humos y opacidad reducida -  
I.ad. a 40°C (Fc=1) 29 A. según ITC-BT-19  
D. tubo: 20mm.

Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 52.84

$e(\text{parcial}) = 2 \times 33 \times 2704 / 49.22 \times 230 \times 2.5 = 6.31 \text{ V.} = 2.74 \%$

$e(\text{total}) = 3.69\% \text{ ADMIS (4.5\% MAX.)}$

Protección Térmica en Principio de Línea

I. Mag. Bipolar Int. 16 A.

Protección Térmica en Final de Línea

I. Mag. Bipolar Int. 16 A.

### SUBCUADRO Cuadro laborat 2

## DEMANDA DE POTENCIAS

A continuación vamos a exponer y detallar la demanda de potencias de fuerza motriz y de alumbrado.

L54	684 W
Emergencias 15	96 W
TC22	500 W
TC23	800 W
TOTAL	2080 W

### -Cálculo de la Línea: A50

- Tensión de servicio: 230 V.
- Canalización: B-Unip.Tubos Superf.o Emp.Obra
- Longitud: 0.3 m; Cos  $\varphi$ : 0.8;  $X_u(m\Omega/m)$ : 0;
- Potencia a instalar: 780 W.
- Potencia de cálculo: (Según ITC-BT-44):  
1404 W.(Coef. de Simult.: 1 )  
 $I=1404/230 \times 0.8=7.63$  A.

Se eligen conductores Unipolares  $2 \times 2.5 \text{mm}^2 \text{Cu}$   
Aislamiento, Nivel Aislamiento: ES07Z1-K(AS) - No propagador incendio y emisión humos y opacidad reducida -  
I.ad. a  $40^\circ\text{C}$  ( $F_c=1$ ) 21 A. según ITC-BT-19  
D. tubo: 16mm.

Caída de tensión:

Temperatura cable ( $^\circ\text{C}$ ): 43.96  
 $e(\text{parcial})=2 \times 0.3 \times 1404 / 50.79 \times 230 \times 2.5 = 0.03$  V. = 0.01 %  
 $e(\text{total})=3.7\%$  ADMIS (4.5% MAX.)

Protección diferencial:

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

### -Cálculo de la Línea: L54

- Tensión de servicio: 230 V.
- Canalización: B-Unip.Tubos Superf.o Emp.Obra
- Longitud: 21 m; Cos  $\varphi$ : 0.9;  $X_u(m\Omega/m)$ : 0;
- Potencia a instalar: 684 W.
- Potencia de cálculo: (Según ITC-BT-44):  
 $684 \times 1.8 = 1231.2$  W.  
 $I=1231.2/230 \times 0.9=5.95$  A.

Se eligen conductores Unipolares  $2 \times 2.5 + \text{TT} \times 2.5 \text{mm}^2 \text{Cu}$   
Aislamiento, Nivel Aislamiento: ES07Z1-K(AS) - No propagador incendio y emisión humos y opacidad reducida -

I.ad. a 40°C (Fc=1) 21 A. según ITC-BT-19  
D. tubo: 20mm.

Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 42.41

$e(\text{parcial})=2 \times 21 \times 1231.2 / 51.07 \times 230 \times 2.5 = 1.76 \text{ V.} = 0.77 \%$

$e(\text{total})=4.47\% \text{ ADMIS (4.5\% MAX.)}$

Prot. Térmica:

I. Mag. Bipolar Int. 10 A.

### **-Cálculo de la Línea: Emergencias 15**

- Tensión de servicio: 230 V.

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

- Longitud: 50 m; Cos  $\phi$ : 0.9;  $X_u(\text{m}\Omega/\text{m})$ : 0;

- Potencia a instalar: 96 W.

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

$96 \times 1.8 = 172.8 \text{ W.}$

$I = 172.8 / 230 \times 0.9 = 0.83 \text{ A.}$

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

Aislamiento, Nivel Aislamiento: ES07Z1-K(AS) - No propagador incendio y emisión humos y opacidad reducida -

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

D. tubo: 16mm.

Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 40.09

$e(\text{parcial})=2 \times 15 \times 172.8 / 51.5 \times 230 \times 1.5 = 0.97 \text{ V.} = 0.42 \%$

$e(\text{total})=4.13\% \text{ ADMIS (4.5\% MAX.)}$

Prot. Térmica:

I. Mag. Bipolar Int. 10 A.

### **-Cálculo de la Línea: A51**

- Tensión de servicio: 230 V.

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

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

- Potencia a instalar: 1300 W.

- Potencia de cálculo:

$1300 \text{ W. (Coef. de Simult.: 1)}$

$I = 1300 / 230 \times 0.8 = 7.07 \text{ A.}$

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

Aislamiento, Nivel Aislamiento: ES07Z1-K(AS) - No propagador incendio y emisión humos y opacidad reducida -

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

D. tubo: 16mm.

Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 43.4

$e(\text{parcial})=2 \times 0.3 \times 1300 / 50.89 \times 230 \times 2.5 = 0.03 \text{ V.} = 0.01 \%$

$e(\text{total})=3.7\% \text{ ADMIS (4.5\% MAX.)}$

Prot. Térmica:

I. Mag. Bipolar Int. 16 A.

Protección diferencial:

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

### **-Cálculo de la Línea: TC22**

- Tensión de servicio: 230 V.

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

- Longitud: 21 m; Cos  $\phi$ : 1;  $X_u(\text{m}\Omega/\text{m})$ : 0;

- Potencia a instalar: 500 W.

- Potencia de cálculo: 500 W.

$I=500/230 \times 1=2.17 \text{ A.}$

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

Aislamiento, Nivel Aislamiento: ES07Z1-K(AS) - No propagador incendio y emisión humos y opacidad reducida -

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

D. tubo: 20mm.

Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 40.32

$e(\text{parcial})=2 \times 21 \times 500 / 51.46 \times 230 \times 2.5 = 0.71 \text{ V.} = 0.31 \%$

$e(\text{total})=4.01\% \text{ ADMIS (6.5\% MAX.)}$

Prot. Térmica:

I. Mag. Bipolar Int. 16 A.

### **-Cálculo de la Línea: TC23**

- Tensión de servicio: 230 V.

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

- Longitud: 19 m; Cos  $\phi$ : 1;  $X_u(\text{m}\Omega/\text{m})$ : 0;

- Potencia a instalar: 800 W.

- Potencia de cálculo: 800 W.

$I=800/230 \times 1=3.48 \text{ A.}$

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

Aislamiento, Nivel Aislamiento: ES07Z1-K(AS) - No propagador incendio y emisión humos y opacidad reducida -

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

D. tubo: 20mm.

Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 40.82

$e(\text{parcial})=2 \times 19 \times 800 / 51.36 \times 230 \times 2.5 = 1.03 \text{ V} = 0.45 \%$

$e(\text{total})=4.15\% \text{ ADMIS (6.5\% MAX.)}$

Prot. Térmica:

I. Mag. Bipolar Int. 16 A.

## -Cálculo de embarrado Cuadro laborat 2

*Datos*

- Metal: Cu
- Estado pletinas: desnudas
- nº pletinas por fase: 1
- Separación entre pletinas, d(cm): 10
- Separación entre apoyos, L(cm): 25
- Tiempo duración c.c. (s): 0.5

*Pletina adoptada*

- Sección (mm<sup>2</sup>): 24
- Ancho (mm): 12
- Espesor (mm): 2
- $W_x, I_x, W_y, I_y \text{ (cm}^3, \text{cm}^4) : 0.048, 0.0288, 0.008, 0.0008$
- I. admisible del embarrado (A): 110

*a) Cálculo electrodinámico*

$$\sigma_{\max} = I_{\text{pcc}}^2 \cdot L^2 / (60 \cdot d \cdot W_y \cdot n) = 0.49^2 \cdot 25^2 / (60 \cdot 10 \cdot 0.008 \cdot 1) = 31.379$$

$\leq 1200 \text{ kg/cm}^2 \text{ Cu}$

*b) Cálculo térmico, por intensidad admisible*

$$I_{\text{cal}} = 14.7 \text{ A}$$
$$I_{\text{adm}} = 110 \text{ A}$$

*c) Comprobación por sollicitación térmica en cortocircuito*

$$I_{\text{pcc}} = 0.49 \text{ kA}$$
$$I_{\text{ccs}} = K_c \cdot S / (1000 \cdot \sqrt{t_{\text{cc}}}) = 164 \cdot 24 \cdot 1 / (1000 \cdot \sqrt{0.5}) = 5.57 \text{ kA}$$

## -Cálculo de embarrado Subc planta 2

*Datos*

- Metal: Cu
- Estado pletinas: desnudas
- nº pletinas por fase: 1



- Separación entre pletinas, d(cm): 10
- Separación entre apoyos, L(cm): 25
- Tiempo duración c.c. (s): 0.5

*Pletina adoptada*

- Sección (mm<sup>2</sup>): 24
- Ancho (mm): 12
- Espesor (mm): 2
- W<sub>x</sub>, I<sub>x</sub>, W<sub>y</sub>, I<sub>y</sub> (cm<sup>3</sup>,cm<sup>4</sup>) : 0.048, 0.0288, 0.008, 0.0008
- I. admisible del embarrado (A): 110

a) *Cálculo electrodinámico*

$$\sigma_{\max} = I_{\text{pcc}}^2 \cdot L^2 / (60 \cdot d \cdot W_y \cdot n) = 2^2 \cdot 25^2 / (60 \cdot 10 \cdot 0.008 \cdot 1) = 519.44 \leq 1200 \text{ kg/cm}^2 \text{ Cu}$$

b) *Cálculo térmico, por intensidad admisible*

$$I_{\text{cal}} = 25.15 \text{ A}$$

$$I_{\text{adm}} = 110 \text{ A}$$

c) *Comprobación por sollicitación térmica en cortocircuito*

$$I_{\text{pcc}} = 2 \text{ kA}$$

$$I_{\text{ccs}} = K_c \cdot S / (1000 \cdot \sqrt{t_{\text{cc}}}) = 164 \cdot 24 \cdot 1 / (1000 \cdot \sqrt{0.5}) = 5.57 \text{ kA}$$

**Los resultados obtenidos se reflejan en las siguientes tablas:**

**Cuadro General de Mando y Protección**

Denominación	P.Cálculo (W)	Dist.Cálc (m)	Sección (mm <sup>2</sup> )	I.Cálculo (A)	I.Admi. (A)	C.T.Parc. (%)	C.T.Total (%)
ACOMETIDA	88050.2	30	3x70/35Al	158.87	176	0.84	0.84
LINEA GENERAL ALIMENT.	88050.2	6	4x70+TTx35Cu	158.87	202	0.1	0.1
DERIVACION IND.	88050.2	15	4x70+TTx35Cu	158.87	224	0.25	0.35
A1	4140	0.3	2x4Cu	22.5	27	0.02	0.38
A2	1778.4	0.3	2x1.5Cu	9.67	15	0.03	0.4
L1	547.2	14	2x1.5+TTx1.5Cu	2.64	15	0.38	0.78
L2	410.4	23	2x1.5+TTx1.5Cu	1.98	15	0.46	0.87
L6	820.8	25	2x1.5+TTx1.5Cu	3.97	15	1.01	1.42
A3	1915.2	0.3	2x2.5Cu	10.41	21	0.02	0.39
L3	547.2	55	2x1.5+TTx1.5Cu	2.64	15	1.48	1.87
L4	1368	27	2x1.5+TTx1.5Cu	6.61	15	1.85	2.24
L5	273.6	7	2x1.5+TTx1.5Cu	1.32	15	0.09	0.47
Emergencias 1	172.8	50	2x1.5+TTx1.5Cu	0.83	15	0.42	0.8
A4	3632.4	0.3	2x2.5Cu	19.74	21	0.04	0.39
L7	1134	27	2x1.5+TTx1.5Cu	5.48	15	1.52	1.91
L9	1094.4	43	2x1.5+TTx1.5Cu	5.29	15	2.33	2.72
A5	1231.2	0.3	2x1.5Cu	6.69	15	0.02	0.41
L8	684	20	2x1.5+TTx1.5Cu	3.3	15	0.67	1.08
L10	547.2	27	2x1.5+TTx1.5Cu	2.64	15	0.73	1.13
Emergencias 2	172.8	50	2x1.5+TTx1.5Cu	0.83	15	0.42	0.81

*Instalación eléctrica, de A.C.S. y contra incendios de un instituto.*

A6	3866.4	0.3	2x4Cu	21.01	27	0.02	0.37
A7	1094.4	0.3	2x1.5Cu	5.95	15	0.02	0.39
L11	547.2	37	2x1.5+TTx1.5Cu	2.64	15	0.99	1.38
L12	547.2	21	2x1.5+TTx1.5Cu	2.64	15	0.56	0.95
A8	1368	0.3	2x1.5Cu	7.43	15	0.02	0.39
L14	547.2	39	2x1.5+TTx1.5Cu	2.64	15	1.05	1.44
L15	273.6	43	2x1.5+TTx1.5Cu	1.32	15	0.58	0.97
L16	547.2	51	2x1.5+TTx1.5Cu	2.64	15	1.37	1.76
L13	1231.2	19	2x1.5+TTx1.5Cu	5.95	15	1.16	1.54
Emergencias 3	172.8	50	2x1.5+TTx1.5Cu	0.83	15	0.42	0.8
A9	4300	0.3	2x4Cu	23.37	27	0.03	0.38
A10	1900	0.3	2x2.5Cu	10.33	21	0.02	0.39
TC1	1200	20	2x2.5+TTx2.5Cu	5.22	21	0.71	1.1
TC4	700	44	2x2.5+TTx2.5Cu	3.04	21	0.91	1.3
A11	2400	0.3	2x2.5Cu	13.04	21	0.02	0.4
TC2	1300	28	2x2.5+TTx2.5Cu	5.65	21	1.08	1.48
TC3	1100	50	2x2.5+TTx2.5Cu	4.78	21	1.62	2.02
Subc gimnasio	8348.8	18	4x4+TTx4Cu	15.06	34	0.47	0.82
Subc cocina	9183.8	50	4x4+TTx4Cu	16.57	34	1.45	1.8
Subc Ascensor	7176.8	13	4x4+TTx4Cu	12.95	34	0.29	0.64
Subc sala calderas	3008.2	55	4x2.5+TTx2.5Cu	5.43	25	0.81	1.16
Subc ACS	1365	20	4x2.5+TTx2.5Cu	2.46	25	0.13	0.48
Subc Incendios	16300	22	4x10+TTx10Cu	29.41	60	0.45	0.81
Subc planta 1	15083.6	16	4x6+TTx6Cu	27.21	44	0.52	0.87
Subc planta 2	13940.2	20	4x6+TTx6Cu	25.15	44	0.6	0.95

### 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
LINEA GENERAL ALIMENT.	6	4x70+TTx35Cu	12	50	5383.52	3.08	0.173	240.43	160
DERIVACION IND.	15	4x70+TTx35Cu	10.81	15	4294.05	4.84			160;B,C,D
A1	0.3	2x4Cu	8.62		4005.91	0.01			
A2	0.3	2x1.5Cu	8.04	10	3393.19				10
L1	14	2x1.5+TTx1.5Cu	6.81	10	406.25	0.18			10;B,C,D
L2	23	2x1.5+TTx1.5Cu	6.81	10	259.16	0.44			10;B,C,D
L6	25	2x1.5+TTx1.5Cu	6.81	10	239.85	0.52			10;B,C,D
A3	0.3	2x2.5Cu	8.04	10	3615.1	0.01			16
L3	55	2x1.5+TTx1.5Cu	7.26	10	113.52	2.31			10;B,C
L4	27	2x1.5+TTx1.5Cu	7.26	10	224.16	0.59			10;B,C,D
L5	7	2x1.5+TTx1.5Cu	8.04	10	752.56	0.05			10;B,C,D
Emergencias 1	50	2x1.5+TTx1.5Cu	8.04	10	124.93	1.91			10;B,C
A4	0.3	2x2.5Cu	8.62		3850.19	0.01			
L7	27	2x1.5+TTx1.5Cu	7.73	10	225.04	0.59			10;B,C,D
L9	43	2x1.5+TTx1.5Cu	7.73	10	144.34	1.43			10;B,C
A5	0.3	2x1.5Cu	7.73	10	3279.63				10
L8	20	2x1.5+TTx1.5Cu	6.59	10	293.82	0.34			10;B,C,D
L10	27	2x1.5+TTx1.5Cu	6.59	10	222.71	0.6			10;B,C,D
Emergencias 2	50	2x1.5+TTx1.5Cu	7.73	10	124.77	1.91			10;B,C
A6	0.3	2x4Cu	8.62		4005.91	0.01			
A7	0.3	2x1.5Cu	8.04	10	3393.19				10
L11	37	2x1.5+TTx1.5Cu	6.81	10	165.77	1.08			10;B,C
L12	21	2x1.5+TTx1.5Cu	6.81	10	281.83	0.37			10;B,C,D
A8	0.3	2x1.5Cu	8.04	10	3393.19				10
L14	39	2x1.5+TTx1.5Cu	6.81	10	157.66	1.2			10;B,C
L15	43	2x1.5+TTx1.5Cu	6.81	10	143.6	1.44			10;B,C
L16	51	2x1.5+TTx1.5Cu	6.81	10	121.86	2			10;B,C
L13	19	2x1.5+TTx1.5Cu	8.04	10	313.37	0.3			10;B,C,D
Emergencias 3	50	2x1.5+TTx1.5Cu	8.04	10	124.93	1.91			10;B,C
A9	0.3	2x4Cu	8.62		4005.91	0.01			
A10	0.3	2x2.5Cu	8.04	10	3615.1	0.01			16;B,C
TC1	20	2x2.5+TTx2.5Cu	7.26		468.94	0.38			
TC4	44	2x2.5+TTx2.5Cu	7.26		228.94	1.58			
A11	0.3	2x2.5Cu	8.04	10	3615.1	0.01			16;B,C
TC2	28	2x2.5+TTx2.5Cu	7.26		347.52	0.68			
TC3	50	2x2.5+TTx2.5Cu	7.26		202.97	2.01			
Subc gimnasio	18	4x4+TTx4Cu	8.62	10	785.81	0.47			16;B,C,D
Subc cocina	50	4x4+TTx4Cu	8.62	10	319	2.87			20;B,C
Subc Ascensor	13	4x4+TTx4Cu	8.62	10	1018.35	0.28			16;B,C,D
Subc sala calderas	55	4x2.5+TTx2.5Cu	8.62	10	187.01	3.26			16;B,C
Subc ACS	20	4x2.5+TTx2.5Cu	8.62	10	479.14	0.5			16;B,C,D
Subc Incendios	22	4x10+TTx10Cu	8.62	10	1354.64	0.99			30;B,C,D
Subc planta 1	16	4x6+TTx6Cu	8.62	10	1181.35	0.47			30;B,C,D
Subc planta 2	20	4x6+TTx6Cu	8.62	10	998.66	0.66			30;B,C,D

### Subcuadro Subc gimnasio

Denominación	P.Cálculo (W)	Dist.Cál (m)	Sección (mm <sup>2</sup> )	I.Cálculo (A)	I.Admi. (A)	C.T.Parc. (%)	C.T.Total (%)
A12	4312.8	0.3	2x4Cu	23.44	27	0.03	0.85
L17	1620	37.5	2x1.5+TTx1.5Cu	7.83	15	3.06	3.91
L18	1620	33.5	2x1.5+TTx1.5Cu	7.83	15	2.73	3.58
L20	900	31.5	2x1.5+TTx1.5Cu	4.35	15	1.4	2.25
Emergencias 4	172.8	50	2x1.5+TTx1.5Cu	0.83	15	0.42	1.27
A13	3636	0.3	2x2.5Cu	19.76	21	0.04	0.86
A14	1843.2	0.3	2x2.5Cu	10.02	21	0.02	0.88
L21	547.2	33	2x1.5+TTx1.5Cu	2.64	15	0.89	1.76
L22	288	17.5	2x1.5+TTx1.5Cu	1.39	15	0.25	1.12
L23	230.4	8.5	2x1.5+TTx1.5Cu	1.11	15	0.1	0.97
L24	547.2	29	2x1.5+TTx1.5Cu	2.64	15	0.78	1.65
L25	230.4	25	2x1.5+TTx1.5Cu	1.11	15	0.28	1.16
L19	1620	30.5	2x1.5+TTx1.5Cu	7.83	15	2.49	3.35
Emergencias 5	172.8	50	2x1.5+TTx1.5Cu	0.83	15	0.42	1.28
A15	400	0.3	2x2.5Cu	2.17	21	0	0.83
TC5	400	30	2x2.5+TTx2.5Cu	1.74	21	0.35	1.18

### 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
A12	0.3	2x4Cu	1.58		775.18	0.35			
L17	37.5	2x1.5+TTx1.5Cu	1.56	3	140.62	1.5			10;B,C
L18	33.5	2x1.5+TTx1.5Cu	1.56	3	154.07	1.25			10;B,C
L20	31.5	2x1.5+TTx1.5Cu	1.56	3	161.82	1.14			10;B,C
Emergencias 4	50	2x1.5+TTx1.5Cu	1.56	3	110.47	2.44			10;B,C
A13	0.3	2x2.5Cu	1.58		768.94	0.14			
A14	0.3	2x2.5Cu	1.54	3	752.78	0.15			16
L21	33	2x1.5+TTx1.5Cu	1.51	3	155.01	1.24			10;B,C
L22	17.5	2x1.5+TTx1.5Cu	1.51	3	247.24	0.49			10;B,C,D
L23	8.5	2x1.5+TTx1.5Cu	1.51	3	377.73	0.21			10;B,C,D
L24	29	2x1.5+TTx1.5Cu	1.51	3	171.52	1.01			10;B,C
L25	25	2x1.5+TTx1.5Cu	1.51	3	191.97	0.81			10;B,C
L19	30.5	2x1.5+TTx1.5Cu	1.54	3	165.7	1.08			10;B,C
Emergencias 5	50	2x1.5+TTx1.5Cu	1.54	3	110.34	2.44			10;B,C
A15	0.3	2x2.5Cu	1.58		768.94	0.14			
TC5	30	2x2.5+TTx2.5Cu	1.54	3	244.24	1.39			16;B,C

### Subcuadro Subc cocina

Denominación	P.Cálculo (W)	Dist.Cál (m)	Sección (mm <sup>2</sup> )	I.Cálculo (A)	I.Admi. (A)	C.T.Parc. (%)	C.T.Total (%)
A16	1828.8	0.3	2x1.5Cu	9.94	15	0.03	1.83
A17	1656	0.3	2x1.5Cu	9	15	0.03	1.86
L26	820.8	29	2x1.5+TTx1.5Cu	3.97	15	1.17	3.03
L27	288	14	2x1.5+TTx1.5Cu	1.39	15	0.2	2.06
L28	547.2	15	2x1.5+TTx1.5Cu	2.64	15	0.4	2.26
Emergencias 6	172.8	50	2x1.5+TTx1.5Cu	0.83	15	0.42	2.26
A18	1700	0.3	2x2.5Cu	9.24	21	0.02	1.82
A19	1700	0.3	2x2.5Cu	9.24	21	0.02	1.84
TC6	700	35	2x2.5+TTx2.5Cu	3.04	21	0.72	2.56
TC7	1000	16	2x2.5+TTx2.5Cu	4.35	21	0.47	2.31
A20	4625	0.3	4x4Cu	8.34	24	0	1.81
M1	3125	15	4x4+TTx4Cu	5.31	24	0.14	1.95
M2	1875	15	2x2.5+TTx2.5Cu	9.59	21	0.84	2.65
A21	1280	0.3	2x2.5Cu	6.96	21	0.01	1.82
M3	37.5	12	2x2.5+TTx2.5Cu	0.19	21	0.01	1.83
M4	1250	12	2x2.5+TTx2.5Cu	6.39	21	0.44	2.26

### 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
A16	0.3	2x1.5Cu	0.64		314.33	0.3			

A17	0.3	2x1.5Cu	0.63	3	309.79	0.31	10
L26	29	2x1.5+TTx1.5Cu	0.62	3	129.35	1.78	10;B,C
L27	14	2x1.5+TTx1.5Cu	0.62	3	185.13	0.87	10;B,C
L28	15	2x1.5+TTx1.5Cu	0.62	3	179.96	0.92	10;B,C
Emergencias 6	50	2x1.5+TTx1.5Cu	0.63	3	91.37	3.56	10;B
A18	0.3	2x2.5Cu	0.64		316.18	0.83	
A19	0.3	2x2.5Cu	0.63	3	313.41	0.84	16
TC6	35	2x2.5+TTx2.5Cu	0.63	3	155.01	3.44	16;B
TC7	16	2x2.5+TTx2.5Cu	0.63	3	213.62	1.81	16;B,C
A20	0.3	4x4Cu	0.64		317.23	2.1	
M1	15	4x4+TTx4Cu	0.64	3	248.41	3.43	16;B,C
M2	15	2x2.5+TTx2.5Cu	0.64	3	219.8	1.71	16;B,C
A21	0.3	2x2.5Cu	0.64		316.18	0.83	
M3	12	2x2.5+TTx2.5Cu	0.63	3	233.61	1.51	16;B,C
M4	12	2x2.5+TTx2.5Cu	0.63	3	233.61	1.51	16;B,C

### Subcuadro Subc Ascensor

Denominación	P.Cálculo (W)	Dist.Cálc (m)	Sección (mm <sup>2</sup> )	I.Cálculo (A)	I.Admi.. (A)	C.T.Parc. (%)	C.T.Total (%)
A22	226.8	0.3	2x1.5Cu	1.23	15	0	0.65
L29	226.8	9	2x1.5+TTx1.5Cu	1.1	15	0.1	0.75
A23	6950	0.3	4x4Cu	12.54	24	0.01	0.65
M5	6250	20	4x4+TTx4Cu	10.61	24	0.39	1.04
M6	875	15	2x2.5+TTx2.5Cu	4.48	21	0.39	1.04

### 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
A22	0.3	2x1.5Cu	2.05		972.33	0.03			
L29	9	2x1.5+TTx1.5Cu	1.95	3	412.43	0.17			10;B,C,D
A23	0.3	4x4Cu	2.05		1000.6	0.21			
M5	20	4x4+TTx4Cu	2.01	3	462.38	0.99			16;B,C,D
M6	15	2x2.5+TTx2.5Cu	2.01	3	417.44	0.47			16;B,C,D

### Subcuadro Subc sala calderas

Denominación	P.Cálculo (W)	Dist.Cálc (m)	Sección (mm <sup>2</sup> )	I.Cálculo (A)	I.Admi.. (A)	C.T.Parc. (%)	C.T.Total (%)
A24	583.2	0.3	2x1.5Cu	3.17	15	0.01	1.17
L30	410.4	11	2x1.5+TTx1.5Cu	1.98	15	0.22	1.39
Emergencias 7	172.8	50	2x1.5+TTx1.5Cu	0.83	15	0.42	1.59
A25	500	0.3	2x2.5Cu	2.72	21	0	1.17
TC8	500	10	2x2.5+TTx2.5Cu	2.17	21	0.15	1.31
A26	1925	0.3	2x2.5Cu	10.46	21	0.02	1.18
M7	1225	15	2x2.5+TTx2.5Cu	6.27	21	0.54	1.72
M8	875	15	2x2.5+TTx2.5Cu	4.48	21	0.39	1.57

### 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
A24	0.3	2x1.5Cu	0.38		185.4	0.87			
L30	11	2x1.5+TTx1.5Cu	0.37	3	140.81	1.5			10;B,C
Emergencias 7	50	2x1.5+TTx1.5Cu	0.37	3	76	5.15			10;B
A25	0.3	2x2.5Cu	0.38		186.04	2.39			
TC8	10	2x2.5+TTx2.5Cu	0.37	3	158.56	3.29			16;B
A26	0.3	2x2.5Cu	0.38		186.04	2.39			
M7	15	2x2.5+TTx2.5Cu	0.37	3	147.65	3.79			16;B
M8	15	2x2.5+TTx2.5Cu	0.37	3	147.65	3.79			16;B

### Subcuadro Subc ACS

Denominación	P.Cálculo (W)	Dist.Cálc (m)	Sección (mm <sup>2</sup> )	I.Cálculo (A)	I.Admi.. (A)	C.T.Parc. (%)	C.T.Total (%)
--------------	---------------	---------------	----------------------------	---------------	--------------	---------------	---------------

*Instalación eléctrica, de A.C.S. y contra incendios de un instituto.*

A27	1365	0.3	2x2.5Cu	7.42	21	0.01	0.5
M9	612.5	15	2x2.5+TTx2.5Cu	3.13	21	0.27	0.77
M10	875	15	2x2.5+TTx2.5Cu	4.48	21	0.39	0.88

**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
L27	0.3	2x2.5Cu	0.96		472.81	0.37			
M9	15	2x2.5+TTx2.5Cu	0.95	3	284.73	1.02			16;B,C
M10	15	2x2.5+TTx2.5Cu	0.95	3	284.73	1.02			16;B,C

**Subcuadro Subc Incendios**

Denominación	P.Cálculo (W)	Dist.Cálc (m)	Sección (mm <sup>2</sup> )	I.Cálculo (A)	I.Admi. (A)	C.T.Parc. (%)	C.T.Total (%)
M11	13750	10	4x10+TTx10Cu	23.35	44	0.17	0.98
A28	3012.5	0.3	4x2.5Cu	5.44	18.5	0	0.81
M12	2312.5	15	4x2.5+TTx2.5Cu	3.93	18.5	0.17	0.98
M13	875	15	2x2.5+TTx2.5Cu	4.48	21	0.39	1.2

**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
M11	10	4x10+TTx10Cu	2.72	3	1030.55	1.25			25;B,C,D
A28	0.3	4x2.5Cu	2.72	3	1305.42	0.05			10;B,C,D
M12	15	4x2.5+TTx2.5Cu	2.62		462.63	0.39			
M13	15	2x2.5+TTx2.5Cu	2.62		462.63	0.39			

**Subcuadro Subc planta 1**

Denominación	P.Cálculo (W)	Dist.Cálc (m)	Sección (mm <sup>2</sup> )	I.Cálculo (A)	I.Admi. (A)	C.T.Parc. (%)	C.T.Total (%)
A29	4075.2	0.3	2x4Cu	22.15	27	0.02	0.9
A30	1987.2	0.3	2x2.5Cu	10.8	21	0.02	0.92
L31	547.2	26	2x1.5+TTx1.5Cu	2.64	15	0.7	1.61
L32	1440	40	2x1.5+TTx1.5Cu	6.96	15	2.88	3.8
A31	1915.2	0.3	2x2.5Cu	10.41	21	0.02	0.91
L33	820.8	12	2x1.5+TTx1.5Cu	3.97	15	0.49	1.4
L36	547.2	23	2x1.5+TTx1.5Cu	2.64	15	0.62	1.53
L39	547.2	47	2x1.5+TTx1.5Cu	2.64	15	1.26	2.18
Emergencias 8	172.8	50	2x1.5+TTx1.5Cu	0.83	15	0.42	1.32
A32	4003.2	0.3	2x4Cu	21.76	27	0.02	0.9
A33	1641.6	0.3	2x1.5Cu	8.92	15	0.03	0.92
L34	1094.4	28.5	2x1.5+TTx1.5Cu	5.29	15	1.55	2.47
L37	547.2	31	2x1.5+TTx1.5Cu	2.64	15	0.83	1.75
A34	2188.8	0.3	2x2.5Cu	11.9	21	0.02	0.92
L35	1094.4	31.5	2x1.5+TTx1.5Cu	5.29	15	1.71	2.63
L38	547.2	39	2x1.5+TTx1.5Cu	2.64	15	1.05	1.96
L40	547.2	43	2x1.5+TTx1.5Cu	2.64	15	1.16	2.07
Emergencias 9	172.8	50	2x1.5+TTx1.5Cu	0.83	15	0.42	1.32
A35	600	0.3	2x2.5Cu	3.26	21	0.01	0.88
TC9	200	35	2x2.5+TTx2.5Cu	0.87	21	0.21	1.08
TC10	400	44	2x2.5+TTx2.5Cu	1.74	21	0.52	1.4
Cuadro taller	3104	33	2x4+TTx4Cu	16.87	38	1.95	2.82
Cuadro tecnología	3301.2	8	2x2.5+TTx2.5Cu	17.94	29	0.83	1.7

**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
A29	0.3	2x4Cu	2.37		1157.54	0.16			
A30	0.3	2x2.5Cu	2.32	3	1121.37	0.07			16
L31	26	2x1.5+TTx1.5Cu	2.25	3	202.97	0.72			10;B,C,D
L32	40	2x1.5+TTx1.5Cu	2.25	3	140.83	1.5			10;B,C
A31	0.3	2x2.5Cu	2.32	3	1121.37	0.07			16
L33	12	2x1.5+TTx1.5Cu	2.25	3	363.19	0.23			10;B,C,D

*Instalación eléctrica, de A.C.S. y contra incendios de un instituto.*

L36	23	2x1.5+TTx1.5Cu	2.25	3	224.16	0.59	10;B,C,D
L39	47	2x1.5+TTx1.5Cu	2.25	3	122.14	1.99	10;B,C
Emergencias 8	50	2x1.5+TTx1.5Cu	2.32	3	115.94	2.21	10;B,C
A32	0.3	2x4Cu	2.37		1157.54	0.16	
A33	0.3	2x1.5Cu	2.32	3	1098.48	0.02	10
L34	28.5	2x1.5+TTx1.5Cu	2.21	3	187.49	0.85	10;B,C
L37	31	2x1.5+TTx1.5Cu	2.21	3	174.77	0.97	10;B,C
A34	0.3	2x2.5Cu	2.32	3	1121.37	0.07	16
L35	31.5	2x1.5+TTx1.5Cu	2.25	3	172.98	0.99	10;B,C
L38	39	2x1.5+TTx1.5Cu	2.25	3	143.98	1.44	10;B,C
L40	43	2x1.5+TTx1.5Cu	2.25	3	132.16	1.7	10;B,C
Emergencias 9	50	2x1.5+TTx1.5Cu	2.32	3	115.94	2.21	10;B,C
A35	0.3	2x2.5Cu	2.37	3	1143.7	0.06	10;B,C,D
TC9	35	2x2.5+TTx2.5Cu	2.3		241.95	1.41	
TC10	44	2x2.5+TTx2.5Cu	2.3		201.15	2.04	
Cuadro taller	33	2x4+TTx4Cu	2.37	3	361.51	2.23	20;B,C
Cuadro tecnología	8	2x2.5+TTx2.5Cu	2.37	3	628.72	0.29	20;B,C,D

### Subcuadro Cuadro taller

Denominación	P.Cálculo (W)	Dist.Cálc (m)	Sección (mm <sup>2</sup> )	I.Cálculo (A)	I.Admi.. (A)	C.T.Parc. (%)	C.T.Total (%)
A36	1404	0.3	2x2.5Cu	7.63	21	0.01	2.83
L41	1231.2	18.5	2x1.5+TTx1.5Cu	5.95	15	1.13	3.97
Emergencias 10	172.8	50	2x1.5+TTx1.5Cu	0.83	15	0.42	3.26
A37	1700	0.3	2x2.5Cu	9.24	21	0.02	2.84
TC11	500	20	2x2.5+TTx2.5Cu	2.17	21	0.29	3.13
TC12	1200	20	2x2.5+TTx2.5Cu	5.22	21	0.71	3.54

### 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
A36	0.3	2x2.5Cu	0.73		357.9	0.65			
L41	18.5	2x1.5+TTx1.5Cu	0.72	3	176.48	0.96			10;B,C
Emergencias 10	50	2x1.5+TTx1.5Cu	0.72	3	94.72	3.32			10;B
A37	0.3	2x2.5Cu	0.73	3	357.9	0.65			10;B,C,D
TC11	20	2x2.5+TTx2.5Cu	0.72		214.73	1.79			
TC12	20	2x2.5+TTx2.5Cu	0.72		214.73	1.79			

### Subcuadro Cuadro tecnología

Denominación	P.Cálculo (W)	Dist.Cálc (m)	Sección (mm <sup>2</sup> )	I.Cálculo (A)	I.Admi.. (A)	C.T.Parc. (%)	C.T.Total (%)
A38	1951.2	0.3	2x1.5Cu	10.6	15	0.03	1.73
A39	1778.4	0.3	2x1.5Cu	9.67	15	0.03	1.76
L42	957.6	21.5	2x1.5+TTx1.5Cu	4.63	15	1.02	2.78
L43	820.8	25	2x1.5+TTx1.5Cu	3.97	15	1.01	2.77
Emergencias 11	172.8	50	2x1.5+TTx1.5Cu	0.83	15	0.42	2.16
A40	1350	0.3	2x2.5Cu	7.34	21	0.01	1.71
TC13	600	27.5	2x2.5+TTx2.5Cu	2.61	21	0.49	2.2
TC14	750	22.5	2x2.5+TTx2.5Cu	3.26	21	0.5	2.21

### 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
A38	0.3	2x1.5Cu	1.26		610.84	0.08			
A39	0.3	2x1.5Cu	1.23	3	593.96	0.08			10
L42	21.5	2x1.5+TTx1.5Cu	1.19	3	199.16	0.75			10;B,C
L43	25	2x1.5+TTx1.5Cu	1.19	3	179.71	0.92			10;B,C
Emergencias 11	50	2x1.5+TTx1.5Cu	1.23	3	106.38	2.63			10;B,C
A40	0.3	2x2.5Cu	1.26	3	617.87	0.22			10;B,C,D
TC13	27.5	2x2.5+TTx2.5Cu	1.24		239.25	1.44			
TC14	22.5	2x2.5+TTx2.5Cu	1.24		269.26	1.14			

### Subcuadro Subc planta 2

*Instalación eléctrica, de A.C.S. y contra incendios de un instituto.*

Denominación	P.Cálculo (W)	Dist.Cálc (m)	Sección (mm <sup>2</sup> )	I.Cálculo (A)	I.Admi. (A)	C.T.Parc. (%)	C.T.Total (%)
A41	2442.6	0.3	2x1.5Cu	13.28	15	0.04	0.99
L44	1209.6	47	2x1.5+TTx1.5Cu	5.84	15	2.83	3.82
L45	513	26	2x1.5+TTx1.5Cu	2.48	15	0.65	1.64
L46	547.2	16	2x1.5+TTx1.5Cu	2.64	15	0.43	1.42
Emergencias 12	172.8	50	2x1.5+TTx1.5Cu	0.83	15	0.42	1.41
A42	2908.8	0.3	2x2.5Cu	15.81	21	0.03	0.98
A43	1094.4	0.3	2x1.5Cu	5.95	15	0.02	0.99
L47	547.2	20	2x1.5+TTx1.5Cu	2.64	15	0.54	1.53
L48	547.2	24	2x1.5+TTx1.5Cu	2.64	15	0.64	1.64
A44	1641.6	0.3	2x1.5Cu	8.92	15	0.03	1
L49	547.2	30	2x1.5+TTx1.5Cu	2.64	15	0.81	1.81
L50	547.2	40	2x1.5+TTx1.5Cu	2.64	15	1.07	2.08
L51	547.2	47	2x1.5+TTx1.5Cu	2.64	15	1.26	2.26
Emergencias 13	172.8	50	2x1.5+TTx1.5Cu	0.83	15	0.42	1.4
A45	700	0.3	2x2.5Cu	3.8	21	0.01	0.96
TC15	400	20	2x2.5+TTx2.5Cu	1.74	21	0.24	1.19
TC16	300	40	2x2.5+TTx2.5Cu	1.3	21	0.35	1.31
Cuadro informatica	2653.6	5	2x2.5+TTx2.5Cu	14.42	29	0.41	1.36
Cuadro laborat 1	2531.2	25	2x2.5+TTx2.5Cu	13.76	29	1.93	2.88
Cuadro laborat 2	2704	33	2x2.5+TTx2.5Cu	14.7	29	2.74	3.69

### 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
A41	0.3	2x1.5Cu	2.01		954.36	0.03			
L44	47	2x1.5+TTx1.5Cu	1.92	3	119.85	2.07			10;B,C
L45	26	2x1.5+TTx1.5Cu	1.92	3	196.72	0.77			10;B,C
L46	16	2x1.5+TTx1.5Cu	1.92	3	283.23	0.37			10;B,C,D
Emergencias 12	50	2x1.5+TTx1.5Cu	1.92	3	113.51	2.31			10;B,C
A42	0.3	2x2.5Cu	2.01		971.6	0.09			
A43	0.3	2x1.5Cu	1.95	3	929.62	0.03			10
L47	20	2x1.5+TTx1.5Cu	1.87	3	239.25	0.52			10;B,C,D
L48	24	2x1.5+TTx1.5Cu	1.87	3	208.3	0.69			10;B,C,D
A44	0.3	2x1.5Cu	1.95	3	929.62	0.03			10
L49	30	2x1.5+TTx1.5Cu	1.87	3	174.45	0.98			10;B,C
L50	40	2x1.5+TTx1.5Cu	1.87	3	137.27	1.58			10;B,C
L51	47	2x1.5+TTx1.5Cu	1.87	3	119.45	2.09			10;B,C
Emergencias 13	50	2x1.5+TTx1.5Cu	1.95	3	113.75	2.3			10;B,C
A45	0.3	2x2.5Cu	2.01	3	971.6	0.09			16
TC15	20	2x2.5+TTx2.5Cu	1.95	3	345.89	0.69			16;B,C,D
TC16	40	2x2.5+TTx2.5Cu	1.95	3	210.34	1.87			16;B,C
Cuadro informatica	5	2x2.5+TTx2.5Cu	2.01	3	681.93	0.24			16;B,C,D
Cuadro laborat 1	25	2x2.5+TTx2.5Cu	2.01	3	300.4	1.26			16;B,C
Cuadro laborat 2	33	2x2.5+TTx2.5Cu	2.01	3	245.45	1.89			16;B,C

### Subcuadro Cuadro informatica

Denominación	P.Cálculo (W)	Dist.Cálc (m)	Sección (mm <sup>2</sup> )	I.Cálculo (A)	I.Admi. (A)	C.T.Parc. (%)	C.T.Total (%)
A46	993.6	0.3	2x1.5Cu	5.4	15	0.01	1.37
L52	820.8	17.5	2x1.5+TTx1.5Cu	3.97	15	0.71	2.08
Emergencias 14	172.8	50	2x1.5+TTx1.5Cu	0.83	15	0.42	1.79
A47	1660	0.3	2x2.5Cu	9.02	21	0.01	1.37
TC17	620	22	2x2.5+TTx2.5Cu	2.7	21	0.4	1.77
TC18	520	16	2x2.5+TTx2.5Cu	2.26	21	0.24	1.62
TC19	520	18	2x2.5+TTx2.5Cu	2.26	21	0.28	1.65

### 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
A46	0.3	2x1.5Cu	1.37		660.95	0.07			
L52	17.5	2x1.5+TTx1.5Cu	1.33	3	236.44	0.53			10;B,C,D
Emergencias 14	50	2x1.5+TTx1.5Cu	1.33	3	107.81	2.56			10;B,C
A47	0.3	2x2.5Cu	1.37	3	669.18	0.18			16
TC17	22	2x2.5+TTx2.5Cu	1.34	3	282.24	1.04			16;B,C

*Instalación eléctrica, de A.C.S. y contra incendios de un instituto.*

TC18	16	2x2.5+TTx2.5Cu	1.34	3	335.09	0.74		16;B,C,D
TC19	18	2x2.5+TTx2.5Cu	1.34	3	315.4	0.83		16;B,C

### Subcuadro Cuadro laborat 1

Denominación	P.Cálculo (W)	Dist.Cálc (m)	Sección (mm <sup>2</sup> )	I.Cálculo (A)	I.Admi. (A)	C.T.Parc. (%)	C.T.Total (%)
A48	1231.2	0.3	2x1.5Cu	6.69	15	0.02	2.9
L53	1231.2	21	2x1.5+TTx1.5Cu	5.95	15	1.29	4.19
A49	1300	0.3	2x2.5Cu	7.07	21	0.01	2.89
TC20	500	21	2x2.5+TTx2.5Cu	2.17	21	0.31	3.2
TC21	800	19	2x2.5+TTx2.5Cu	3.48	21	0.45	3.34

### 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
A48	0.3	2x1.5Cu	0.6		296.26	0.34			
L53	21	2x1.5+TTx1.5Cu	0.59	3	150.69	1.31			10;B,C
A49	0.3	2x2.5Cu	0.6	3	297.9	0.93			16
TC20	21	2x2.5+TTx2.5Cu	0.6	3	188.21	2.33			16;B,C
TC21	19	2x2.5+TTx2.5Cu	0.6	3	195.05	2.17			16;B,C

### Subcuadro Cuadro laborat 2

Denominación	P.Cálculo (W)	Dist.Cálc (m)	Sección (mm <sup>2</sup> )	I.Cálculo (A)	I.Admi. (A)	C.T.Parc. (%)	C.T.Total (%)
A50	1404	0.3	2x2.5Cu	7.63	21	0.01	3.7
L54	1231.2	21	2x2.5+TTx2.5Cu	5.95	21	0.77	4.47
Emergencias 15	172.8	50	2x1.5+TTx1.5Cu	0.83	15	0.42	4.13
A51	1300	0.3	2x2.5Cu	7.07	21	0.01	3.7
TC22	500	21	2x2.5+TTx2.5Cu	2.17	21	0.31	4.01
TC23	800	19	2x2.5+TTx2.5Cu	3.48	21	0.45	4.15

### 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
A50	0.3	2x2.5Cu	0.49		243.78	1.39			
L54	21	2x2.5+TTx2.5Cu	0.49	3	165.06	3.03			10;B,C
Emergencias 15	50	2x1.5+TTx1.5Cu	0.49	3	84.28	4.19			10;B
A51	0.3	2x2.5Cu	0.49	3	243.78	1.39			16
TC22	21	2x2.5+TTx2.5Cu	0.49	3	165.06	3.03			16;B,C
TC23	19	2x2.5+TTx2.5Cu	0.49	3	170.3	2.85			16;B,C



## **11.18 CALCULO DE LA PUESTA A TIERRA**

- 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 <sup>2</sup>	picas de 2m.
de Acero galvanizado	25 mm	

Con lo que se obtendrá una Resistencia de tierra de 15.79 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.

## 12. CÁLCULOS LUMINOTECNICOS.

### 12.1 ILUMINANCIA MEDIA (EM).

La iluminancia o nivel de iluminación de una superficie es la *relación entre el flujo luminoso que recibe la superficie y su área*. Se simboliza por la letra E, y su unidad es el lux (lx).

La fórmula que expresa la iluminancia es:

$$E = \frac{\Phi}{S} \quad (\text{lx} = \text{lm/m}^2)$$

Se deduce de la fórmula que cuanto mayor sea el flujo luminoso incidente sobre una superficie, mayor será su iluminancia, y que, para un mismo flujo luminoso incidente, la iluminancia será tanto mayor en la medida en que disminuya la superficie.

Según el S.I., el lux se define como la *iluminancia de una superficie que recibe un flujo luminoso de un lumen, repartido sobre un metro cuadrado de superficie*.

### 12.2 ÍNDICE DE DESLUMBRAMIENTO UNIFICADO (UGR).

La fórmula para calcular el valor de UGR es la siguiente:

$$UGR = 8 \cdot \log \left[ \frac{0.25}{L_b} \cdot \sum \frac{L^2 \cdot \omega}{p^2} \right]$$

donde:

L<sub>b</sub> = luminancia de fondo (cd/m<sup>2</sup>).

L = luminancia de las partes luminosas de cada luminaria en la dirección del ojo del observador (cd/m<sup>2</sup>).

ω = ángulo sólido trazado por las partes luminosas de cada luminaria en el ojo del observador (estereorradián).

p = índice de posición para cada luminaria, que se relaciona con el desplazamiento de la zona de visión

(índice de posición Guth para cada luminaria)

La evaluación más exacta del deslumbramiento se logra mediante la aplicación directa de la fórmula UGR para la instalación considerada, para la cual se requiere un programa de ordenador.

### 12.3 VALOR DE EFICIENCIA ENERGÉTICA (VEEI).

La eficiencia energética de una instalación de iluminación de una zona, se determinará mediante el valor de eficiencia energética de la instalación VEEI (W/m<sup>2</sup>) por cada 100 lux mediante la siguiente expresión:

$$VEEI = \frac{P \cdot 100}{S \cdot Em}$$

siendo

P: la potencia de la lámpara más el equipo auxiliar [W];

S: la superficie iluminada [m<sup>2</sup>];

Em: la iluminancia media mantenida [lux]

El CTE DB-HE 3: Eficiencia Energética de las Instalaciones de Iluminación, Tabla 2.1 Valores límite de eficiencia energética de la instalación, establece dichos valores mínimos para cada zona.

## 12.4 ÍNDICE DEL LOCAL (K).

Los locales a iluminar se clasifican según la relación que existe entre sus dimensiones, la altura de montaje y el tipo de alumbrado. Es lo que denominamos índice del local y nos sirve después para determinar el *factor de utilización*.

Se calcula de la siguiente forma:

- Para luminarias directas, semidirectas, directas-indirectas y general difusa:

$$K = \frac{A \cdot L}{h \cdot (A + L)}$$

- Para luminarias indirectas y semi-indirectas:

$$K = \frac{3 \cdot A \cdot L}{2 \cdot h \cdot (A + L)}$$

En ambas fórmulas:

A = Ancho del local (m.).

L = Longitud del local (m.).

h = Altura de montaje (m.). Se considera la distancia que hay desde la luminaria hasta el plano útil o de trabajo.

La altura del local, H, es suma de la cota de suspensión de la luminaria, C, más la altura de montaje, h, y más los

0'85\* m. a los que está el plano de trabajo del suelo.

Como H y C son datos previos de la instalación, se calcula la altura de montaje mediante la fórmula:

$$h = H - C - 0'85 \text{ (m.)}$$

## **12.5 FACTOR DE MANTENIMIENTO (FM).**

En términos generales, se pueden establecer los factores de mantenimiento como función del ambiente de trabajo. Este factor se obtiene por multiplicación de tres factores (la depreciación del flujo de la lámpara, la depreciación de la luminaria y la depreciación de la superficie de la habitación) como ya habíamos comentado anteriormente.

## **12.6 FACTOR DE UTILIZACIÓN (FU).**

El factor de utilización de un sistema de alumbrado es la relación entre el flujo luminoso que llega al plano de trabajo y el flujo total que emiten las lámparas instaladas. Este es un dato muy importante para el cálculo del alumbrado y depende de la diversidad de factores, como son: el valor adecuado de nivel de iluminación, el sistema de alumbrado, las luminarias, las dimensiones del local, la reflexión (techos, paredes y suelo) y el factor de mantenimiento.

En general, para su determinación, se utiliza el método de las reflectancias y existen, actualmente, muchas situaciones y valores tabulados según cada fabricante e incluso programas de ordenador para usuarios. A la hora de manejar este factor, que tener en cuenta si éste está o no multiplicado por el rendimiento de la luminaria ( $\eta$ ), para su posterior uso en la fórmula de cálculo de alumbrado.

## **12.7 MÉTODO DE CÁLCULO Y RESULTADOS.**

Actualmente este proceso está informatizado (programa INDALWIN), pero vamos a indicar en este apartado el proceso a seguir para realizar un proyecto de iluminación en un interior, teniendo en cuenta las recomendaciones que establece la C.I.E. en cuanto a iluminancias de servicio, calidad de limitación de deslumbramiento directo y el grupo de rendimiento de color (IRC o Ra) más recomendado para una instalación concreta (almacenes, oficinas, aulas, etc.). Los pasos a seguir son los siguientes:

- 1) Características geométricas del local.
- 2) Características de reflexión de las diferentes superficies.
- 3) Obtención de los valores requeridos para el tipo de actividad a desarrollar en el local (iluminancia media de servicio, calidad limitación del deslumbramiento, IRC), de las tablas de la C.I.E.
- 4) Seleccionar el tipo de luminaria a instalar en función de las características del local, el cual nos definirá si la luminaria es de empotrar en falso techo, de adosar o suspender.
- 5) Comprobar que la luminaria cumple la calidad de limitación de deslumbramiento directo.
- 6) Como el nivel medio es el que se mantendrá en la instalación, es preciso aplicar, a los valores iniciales, unos

coeficientes de depreciación de la misma. Éstos son los vistos anteriormente.

7) Cuando realizamos el cálculo de la iluminación de un local por el método del factor de utilización, es necesario

conocer el rendimiento de la luminaria y el factor de utilización (para lo que necesitamos saber el valor de K y las reflexiones de techo, paredes y suelo).

8) Una vez que tenemos todos los datos, aplicamos la fórmula fundamental de la iluminación donde:

$$E_{ms} = \frac{\Phi \cdot N \cdot \eta \cdot fu \cdot fm}{S}$$

Siendo:

E<sub>ms</sub>= Iluminancia media en servicio en lux.

Φ = Flujo luminoso unitario de la lámpara en lúmenes.

N = Número de lámparas.

η = Rendimiento de la luminaria.

S = Superficie a iluminar en m<sup>2</sup>.

fu = Factor de utilización.

fm = Factor de mantenimiento.

Con ayuda del programa indalwin hemos calculado toda la instalación de iluminación, se adjunta todos los resultados en el DVD del proyecto.

A modo de resumen se pueden ver en la siguiente tabla:

<b>Planta baja</b>			
<b>Zona</b>	<b>Em [Lux]</b>	<b>UGR</b>	<b>VEEI</b>
Almacén gimnasio	331,89	17,33	2,74
Escenario gimnasio	366,85	15,69	8,58
Gimnasio	283,29	-	3,33
Patio cubierto	266,82	-	4,76
Vestidor 1	309,04	15,42	2,2
Vestidor 2	355,71	4,92	3,31
Aseo vestidores	389,21	22,99	3
Aseo minusvalidos	249,76	-	3,34
Aseos cara	338,98	10,23	3,61
Ascensor dentro	248,97	-	3,29
Cuarto ascensor	419,32	-	4,72
Cuarto grupo presión	412,26	-	3,84
Cuarto A.C.S.	391,61	-	3,68
Cuarto CGP	458,15	-	4,32
Cuarto cuadros 1	507,68	15,07	3,28
Cuarto cuadros 2	417,44	18,46	2,96
Porche cubierto	273,43	20,85	3,05

Vestíbulo 1	478,81	16,4	2,77
Vestíbulo 2	338	20,67	2,25
Vestíbulo 3	394,48	22,78	2,29
Pasillo	446,62	4,93	2,23
Conserjería y archivo	405,6	14,58	2,3
Pasillo conserjería y archivo	219,13	22,39	3,8
Secretaría	447,15	14,19	2,36
Dirección	470,51	6,69	2,4
Aseos planta baja	371,16	3,24	3,03
Seminario	342,23	13,6	2,22
APA	470,51	6,69	2,4
Biblioteca	528,54	16,68	2,23
Almacén biblioteca	304,15	20,8	2,4
Despacho 1	334,38	18,17	2,43
Despacho 2	405,6	14,58	2,3
Tutorías	378,11	14,15	2,32
Sala de profesores	288,98	14,05	2,12
Cafetería	349,56	3,18	2,09
Barra bar	390,51	3,11	2,88
Cocina	337,53	19,68	2,72
Almacén cocina	290,94	23,1	2,95
Aseo cocina	396,5	20,69	4,03
Sala calderas	295,44	17,45	3,35
Escaleras emergencias derecha	329,47	20,83	3,43

<b>Planta primera</b>			
<b>Zona</b>	<b>Em [Lux]</b>	<b>UGR</b>	<b>VEEI</b>
Escaleras planta 1	484,34	11,96	2,62
Pasillo planta 1	497,2	7,68	1,52
Aula música	411,85	21,71	2,13
Aseos planta 1	371,19	23,01	2,84
Aula dibujo	971,08	11,81	2,2
Aula taller	568,76	17,46	2,16
Almacén tecnología	305,92	16,36	3,63
Aula tecnología	494,92	18,13	2,08
Aula Eso	304,08	13,15	2,12
Escaleras emergencias derecha	329,47	20,83	3,43

<b>Planta segunda</b>			
<b>Zona</b>	<b>Em [Lux]</b>	<b>UGR</b>	<b>VEEI</b>
Escalera planta 2	484,34	11,96	2,62
Pasillo planta 2	497,2	7,68	1,52
Aula informática	421,01	21,63	2,13
Aseos planta 2	371,19	23,01	2,84
Almacén planta 2	308,65	18,4	2,65
aula laboratorio	662,83	16,95	2,19
Aula Bachillerato	304,08	13,15	2,12
Escaleras emergencias derecha	329,47	20,83	3,43

## 12.8 ILUMINACIÓN DE AMBIENTE O ANTIPÁTICO.

Es la parte del alumbrado de seguridad previsto para evitar todo riesgo de pánico y proporcionar una iluminación ambiente adecuada que permita a los ocupantes identificar y acceder a las rutas de evacuación e identificar obstáculos.

El alumbrado ambiente o anti-pánico debe proporcionar una iluminancia horizontal mínima de 0,5 lux en todo el espacio considerado, desde el suelo hasta una altura de 1 m. La relación entre la iluminancia máxima y la mínima en todo el espacio considerado será menor de 40.

La autonomía de estos aparatos será de una hora como mínimo.

## 12.9 ILUMINACIÓN DE EVACUACIÓN.

Es la parte del alumbrado de seguridad previsto para garantizar el reconocimiento y la utilización de los medios o rutas de evacuación cuando los locales estén o puedan estar ocupados.

En rutas de evacuación, el alumbrado de evacuación debe proporcionar, a nivel del suelo y en el eje de los pasos principales, una iluminancia horizontal mínima de 1 lux. En los puntos en los que estén situados los equipos de las instalaciones de protección contra incendios que exijan utilización manual y en los cuadros de distribución del alumbrado, la iluminancia mínima será de 5 lux. La relación entre la iluminancia máxima y la mínima en el eje de los pasos principales será menor de 40.

## 12.10 MÉTODO DE CÁLCULO Y RESULTADOS.

Para el cálculo del número de luminarias de emergencia necesarias se utilizará las siguientes formulas:

$$\Phi = n^{\circ} \text{ luminarias} \times \Phi$$

$$E = \frac{\Phi}{S}$$

Siendo

$\Phi$  = Flujo luminoso en lúmenes.

E = Iluminancia media en servicio en lux.

S = Superficie a iluminar en m<sup>2</sup>.

Para el cálculo de los recorridos de evacuación, iluminación de ambiente o antipático y puntos de seguridad se ha utilizado el programa Daisalux.

Los cálculos realizados con el programa Daisalux han cumplido como mínimo con las siguientes exigencias:

- Luxes mínimos en recorridos de evacuación: 1.00 lux
- Uniformidad en recorridos (lx máx./lx mín.): <= 40
- Longitudes en recorridos de evacuación cubierta: >= 1.00 lux
- Luxes mínimos en puntos de seguridad y cuadros eléctricos: 5.00 lux
- Superficie del plano cubierta: >= 0.5 lux
- Uniformidad en plano (lx máx./lx mín.): <= 40
- Lúmenes/m<sup>2</sup>:---

Así pues las luminarias escogidas han sido de la marca Daisalux o similar y tipo fluorescente:

Modelo	$\Phi$ [Lúms]	Potencia [W]	Superficie [m <sup>2</sup> ]
Hydra N2	95 lm	8W	15,71 m <sup>2</sup>
Hydra N5	215 lm	8W	34,16 m <sup>2</sup>
Hydra N10	450 lm	8W	72,27 m <sup>2</sup>

## 13. CÁLCULOS JUSTIFICATIVOS ACS.

### 13.1 CONSUMO Y DEMANDA ENERGETICA DE ACS.

Calcularemos la energía necesaria que ha de suministrar nuestro sistema solar térmico en forma de calor para calentar el agua de consumo.



A partir de la ecuación de la calorimetría podemos hallar el calor que se absorbe o cede a un cuerpo y este será proporcional a su masa y al aumento o disminución de temperatura que experimenta:

$$Q = m \cdot c_e \cdot \Delta T$$

Hallaremos la masa de agua a partir de su densidad y el volumen de agua consumido por las personas en un intervalo de tiempo:

$$Q_a = c \cdot n \cdot \rho_{H_{20}} \cdot N \cdot c_e \cdot (T_{ac} - T_r)$$

$Q_a$  = energía calorífica necesaria para calentar agua ACS o demanda energética de acs [KJ/mes] o [Kwh/mes] etc.

$c$  = consumo medio diario ACS por persona en litros = 8 [l/día · persona]

$n$  = numero de personas = 250 [persona]

$\rho_{H_{20}}$  = densidad del agua = 1 [Kg/l]

$N$  = numero de días del mes = variable en función del mes [día/mes]

$c_e$  = calor especifico del agua = 4.18 [KJ/ Kg · °C]

$T_{ac}$  = Temperatura del agua caliente de acumulación o suministro de ACS = 45 [°C]

$T_r$  = Temperatura del agua de la red = Tabla Censolar: Temperatura mínima media agua red general [°C]

Mes	N [días/mes]	T red [°C]	C acs [L/ mes]	Qa [KJ/mes]	Qa [Kwh/mes]
Enero	17	5	34000	5684800	1579,111111
Febrero	20	6	40000	6520800	1811,333333
Marzo	20	8	40000	6186400	1718,444444
Abril	18	10	36000	5266800	1463
Mayo	19	11	38000	5400560	1500,155556
Junio	14	12	28000	3862320	1072,866667
Julio	0	13	0	0	0
Agosto	0	12	0	0	0
Septiembre	17	11	34000	4832080	1342,244444
Octubre	19	10	38000	5559400	1544,277778
Noviembre	20	8	40000	6186400	1718,444444
Diciembre	13	5	26000	4347200	1207,555556
Total año o media	177	9,25	354000	53846760	14957,43333

Se desprenden los siguientes resultados:

-Consumo diario de litros ACS =  $C$  [l/día] =  $8 \cdot 250 = 2000$  l/día

-Consumo medio mensual de litros ACS =  $C$  [l/mes] = 35400 l/mes

-Demanda energética anual ACS = 14957,43333 [Kwh/año]

## 13.2 RADIACIÓN SOLAR EFECTIVA O CONSUMIDA POR LOS CAPTADORES.

De una tabla de Censolar obtenemos la energía (H) que incide sobre un metro cuadrado de superficie horizontal en un día medio de cada mes [MJ/m<sup>2</sup> día].

Pero para nuestros captadores no nos interesa la radiación sobre superficie horizontal así que debemos cambiarla para una superficie inclinada (K), así como tener en cuenta otros factores que modifican la radiación sobre la superficie como polución al estar en una ciudad (0,95), menor rendimiento primeras y ultimas horas de sol y/o pérdidas por suciedad etc. (0,94).

Teniendo en cuenta lo anterior así obtenemos la radiación solar efectiva o energía solar recibida por el captador (Er).

$$Er = H \cdot 0.94 \cdot 0.95 \cdot K$$

Er =Energía de radiación solar diaria efectiva por metro cuadrado o energía solar recibida o consumida por el captador [Kwh/m<sup>2</sup> DIA]

H = Energía en mega julios que incide sobre un metro cuadrado de superficie horizontal en un día medio de cada mes [MJ/m<sup>2</sup> día]. Tabla Censolar. Varía en función de la situación geográfica.

0.94 = Factor de corrección para captadores por pérdidas de eficiencia relacionadas con diversos motivos como suciedad, menor rendimiento primeras y ultimas horas de sol...

0.95 = Factor de corrección para superficies horizontales modificadas debido a la contaminación que hay en las ciudades.

K = Factor de corrección para superficies inclinadas. Representa el cociente entre la energía total incidente en un DIA sobre una superficie orientada hacia el ecuador e inclinada un determinado ángulo, y otra horizontal. Tabla Censolar.

Su valor es variable en función de la latitud y los grados de inclinación (Zaragoza 41.7°, máxima eficiencia inclinación sudeste 41°).

Mes	H [MJ/m <sup>2</sup> DIA ]	H [Kwh/m <sup>2</sup> DIA]	K	Er [Kwh/m <sup>2</sup> dia]
Enero	6,3	1,75	1,42	2,219105
Febrero	9,8	2,722222222	1,31	3,184537222
Marzo	15,2	4,222222222	1,19	4,486828889
Abril	18,3	5,083333333	1,06	4,811781667
Mayo	21,8	6,055555556	0,97	5,245382778

Junio	24,2	6,722222222	0,94	5,642767778
Julio	25,1	6,972222222	0,97	6,039408611
Agosto	23,4	6,5	1,08	6,26886
Septiembre	18,3	5,083333333	1,24	5,628876667
Octubre	12,1	3,361111111	1,42	4,262090556
Noviembre	7,4	2,055555556	1,54	2,826841111
Diciembre	5,7	1,583333333	1,52	2,149153333
Total año-media	15,63333333	4,342592593		

### 13.3 RENDIMIENTO DEL CAPTADOR

Antes del cálculo del rendimiento del captador deberemos hallar la irradiancia (I) necesaria para su posterior cálculo.

$$I = \frac{Er}{Hu}$$

I = intensidad radiación media durante horas de sol o irradiancia [W/m<sup>2</sup>]

Er = Energía de radiación solar diaria efectiva por metro cuadrado o energía solar recibida o consumida por el captador [Kwh/m<sup>2</sup> día]. Calculado anteriormente

Hu = Horas útiles de Sol en un día medio de cada mes [Horas/día]. Instituto nacional de meteorología, tablas Censolar o atlas radiación solar de Aragón.

El rendimiento del captador viene dado por la siguiente ecuación:

$$\eta_{\text{captador}} = 0.94 \cdot F_R \cdot \tau_{\alpha} - F_R \cdot U_L \cdot ((T_m - T_a) / I)$$

$\eta_{\text{captador}}$  = rendimiento del captador [adimensional]. Representa el aprovechamiento de la radiación absorbida del sol (energía consumida) y su posterior uso como energía en forma de calor (energía útil).

0.94 = Factor de corrección para el captador por ser un captador con cubierta.

$F_R \cdot \tau_{\alpha}$  = factor de eficiencia óptica del captador u ordenada en el origen de la curva característica del captador. [adimensional]. 0.847 dato facilitado por el fabricante presente en el catálogo adjunto.

$F_R \cdot U_L$  = coeficiente global de pérdidas del captador o pendiente de la curva característica del captador. 4.01 [W/ m<sup>2</sup> °C] dato facilitado por el fabricante, presente en el catálogo adjunto.

$T_m$  = Temperatura media del fluido caloportador del captador [°C]. Variable según el mes del año en el que nos encontramos debido a las temperaturas medias típicas de cada momento del año. De octubre a mayo: 35 °C, de junio a septiembre: 45 °C.

$T_a$  = Temperatura ambiente exterior diurna durante horas de Sol [°C]. Tabla de Censolar Varía en función de la situación geográfica.

Mes	Er [Kwh/m <sup>2</sup> día]	Hu [horas/día]	I [w/m <sup>2</sup> ]	Tm [°C]	Ta [°C]	$\eta$ captador
Enero	2,219105	8	277,388125	35	8	0,40586048
Febrero	3,18453722	9	353,8374691	35	10	0,51285783
Marzo	4,48682889	9	498,5365432	35	13	0,61922206

Abril	4,81178167	9,5	506,5033333	35	16	0,64575651
Mayo	5,24538278	9,5	552,1455556	35	19	0,67997876
Junio	5,64276778	9,5	593,9755556	45	23	0,64765537
Julio	6,03940861	9,5	635,7272222	45	26	-
Agosto	6,26886	9,5	659,88	45	26	-
Septiembre	5,62887667	9	625,4307407	45	23	0,65512521
Octubre	4,26209056	9	473,5656173	35	17	0,64376184
Noviembre	2,82684111	8	353,3551389	35	12	0,53516781
Diciembre	2,14915333	7,5	286,5537778	35	9	0,43233905
Total año-media					16,83333333	0,48147708

El rendimiento medio resultante de todos los meses es de 0,48147708.

Comentar que este valor es bajo (el rendimiento de un captador suele rondar valores del 0.6) debido a que al no utilizar las placas en los meses de verano, (julio y agosto, periodo no lectivo) que son los meses de mayor rendimiento por ser los de mayor calidad y cantidad de radiaciones solares, se reduce mucho el resultado.

### 13.4 ENERGÍA SOLAR APROVECHADA O ÚTIL

La energía solar aprovechada o útil ( $E_u$ ) será el producto del rendimiento del captador ( $\eta$  captador) por la energía consumida ( $E_r$ ).

$$E_u = 0.9 \cdot \eta_{\text{captador}} \cdot E_r$$

$E_u$  = Energía solar aprovechada por el sistema o útil. [Kwh/m<sup>2</sup> día] o [Kwh/m<sup>2</sup> mes].

0.9 = Factor de corrección para el sistema por pérdidas de intercambio, acumulación y distribución.

$\eta_{\text{captador}}$  = rendimiento del captador [adimensional]. Representa el aprovechamiento de la radiación absorbida del sol (energía consumida) y su posterior uso como energía en forma de calor (energía útil).

$E_r$  = Energía de radiación solar diaria efectiva por metro cuadrado o energía solar recibida o consumida por el captador [Kwh/m<sup>2</sup> día]. Calculado anteriormente.

$$E_{\text{mes}} = N \cdot E_{\text{día}}$$

Mes	N [días/mes]	$E_r$ [Kwh/m <sup>2</sup> día]	$\eta$ captador	$E_u$ [Kwh/m <sup>2</sup> día]	$E_u$ [Kwh/m <sup>2</sup> mes]
Enero	17	2,219105	0,405860479	0,810582317	13,77989939
Febrero	20	3,184537222	0,512857829	1,469893361	29,39786722
Marzo	20	4,486828889	0,619222059	2,500509082	50,01018165
Abril	18	4,811781667	0,645756508	2,796515395	50,3372771
Mayo	19	5,245382778	0,679978757	3,210073974	60,99140551
Junio	14	5,642767778	0,647655369	3,289111964	46,0475675
Julio	0	6,039408611	0	0	0
Agosto	0	6,26886	0	0	0
Septiembre	17	5,628876667	0,655125213	3,318857122	56,42057107
Octubre	19	4,262090556	0,64376184	2,469394133	46,91848852
Noviembre	20	2,826841111	0,535167806	1,36155092	27,23101841
Diciembre	13	2,149153333	0,432339046	0,836246611	10,87120594
Total año-media	177		0,481477076	1,83856124	32,66712353

### 13.5 SUPERFICIE CAPTADORES Y NÚMERO DE CAPTADORES

La superficie que ha de ocupar nuestro conjunto de captadores varía según el mes dependiendo de la demanda de acs de ese mes y de la energía útil del mismo.

Así pues la superficie de captación será la media de los correspondientes meses de utilización.

$$Sc = \frac{Qa}{Eu}$$

Sc = Superficie ocupada por nuestro conjunto de captadores para cubrir las necesidades de acs de cada mes. Finalmente se acaba empleando su media del conjunto de meses.  
[m<sup>2</sup>]

Qa = energía calorífica necesaria para calentar agua ACS o demanda energética [Kwh/mes].

Eu = Energía solar aprovechada por el sistema o útil. [Kwh/m<sup>2</sup> mes].

El número de captadores será el cociente entre la superficie de captación de nuestro sistema y la superficie útil de captación de nuestras placas.

$$Nc = \frac{Sc}{Sup}$$

Nc = Número de captadores o placas que necesita nuestro sistema de captación solar para cumplir con la demanda energética o de acs prevista [placas]

Sc = Superficie ocupada por nuestro conjunto de captadores para cubrir las necesidades de acs de cada mes. Finalmente se acaba empleando su media del conjunto de meses.  
[m<sup>2</sup>]

Sup = Superficie útil de captación de nuestro modelo de captador escogido. Varía de un tipo de fabricante y modelo a otro. Dato facilitado por el fabricante, presente en el catalogo adjunto: 2.309 m<sup>2</sup>.

Mes	Qa [Kwh/mes]	Eu [Kwh/m <sup>2</sup> mes]	Sc [m <sup>2</sup> ]	Nc [placas]
Enero	1579,111111	13,77989939	114,595257	49,62982111
Febrero	1811,333333	29,39786722	61,6144471	26,68447252
Marzo	1718,444444	50,01018165	34,3618917	14,88172009
Abril	1463	50,3372771	29,0639479	12,58724466
Mayo	1500,155556	60,99140551	24,5961795	10,65230813
Junio	1072,866667	46,0475675	23,2990954	10,09055668
Julio	0	0	0	0
Agosto	0	0	0	0
Septiembre	1342,244444	56,42057107	23,7899833	10,30315432
Octubre	1544,277778	46,91848852	32,9140564	14,25468012
Noviembre	1718,444444	27,23101841	63,1061394	27,33050647
Diciembre	1207,555556	10,87120594	111,078344	48,1066887

Total año-  
media                    14957,43333      32,66712353    51,8419342    22,45211528

Así pues necesitaremos 23 captadores.

### 13.6 CÁLCULO DE LA FRACCIÓN SOLAR

La fracción solar (fs) es la cantidad de energía solar obtenida dividido por el total de la energía requerida. La fracción solar oscila entre 0 (ninguna utilización de la energía solar) y 1 (toda la energía que se necesita se obtiene del sistema).

$$f_s = \frac{Eu \cdot Sc_{media}}{Qa}$$

fs = Fracción solar es la cantidad de energía solar obtenida dividido por el total de la energía requerida. [adimensional]. No puede ser mayor que 1.

Eu = Energía solar aprovechada por el sistema o útil. [Kwh/m<sup>2</sup> mes].

Sc<sub>media</sub> = Superficie ocupada por nuestro conjunto de captadores para cubrir las necesidades de acs de cada mes. Finalmente se acaba empleando su media del conjunto de meses.

[m<sup>2</sup>]

Qa = energía calorífica necesaria para calentar agua ACS o demanda energética [Kwh/mes].

Mes	Qa [Kwh/mes]	Eu [Kwh/m <sup>2</sup> mes]	Sc [m <sup>2</sup> ]	fs	fs real
Enero	1579,111111	13,77989939	114,5952569	0,45239162	0,45239162
Febrero	1811,333333	29,39786722	61,61444705	0,84139251	0,84139251
Marzo	1718,444444	50,01018165	34,36189168	1,50870431	1
Abril	1463	50,3372771	29,06394792	1,78371962	1
Mayo	1500,155556	60,99140551	24,59617946	2,10772304	1
Junio	1072,866667	46,0475675	23,29909537	2,2250621	1
Julio	0	0	0	0	0
Agosto	0	0	0	0	0
Septiembre	1342,244444	56,42057107	23,78998331	2,17914967	1
Octubre	1544,277778	46,91848852	32,91405641	1,57506974	1
Noviembre	1718,444444	27,23101841	63,10613944	0,82150381	0,82150381
Diciembre	1207,555556	10,87120594	111,0783442	0,46671504	0,46671504
Total año- media	14957,43333	32,66712353	51,84193418		0,8582003

### 13.7 CÁLCULO DE LA COBERTURA SOLAR ANUAL

Para el posterior cálculo económico necesitaremos hallar la cobertura anual del sistema (f anual).

Esta cobertura solar anual depende de dos parámetros ( $D_1$  y  $D_2$ ) que representan la energía absorbida y perdida por el captador en relación a la carga calorífica mensual de acs, que también deberemos calcular antes de la cobertura solar anual.

Empezaremos calculando el parámetro  $D_1$  :

$$Fr' \cdot (\tau_\alpha) = Fr \cdot (\tau_\alpha)_n \cdot \left[ \frac{\tau_\alpha}{\tau_{\alpha_n}} \right] \cdot \left( \frac{Fr'}{Fr} \right)$$

$$Ea = Sc \cdot Fr' \cdot (\tau_\alpha) \cdot R_1 \cdot N$$

$$D_1 = \frac{E_a}{Q_a}$$

$(Fr'/Fr)$  = Factor de corrección del conjunto captador-intercambiador. Se recomienda tomar el valor de 0,95.

$[\tau_\alpha / \tau_{\alpha_n}]$  = Modificador del ángulo de incidencia. En general se puede tomar como constante: 0,96 (superficie transparente sencilla) o 0,94 (superficie transparente doble).

$Fr \cdot (\tau_\alpha)_n$  = Factor de eficiencia óptica del captador u ordenada en el origen de la curva característica del captador. 0.847 dato del fabricante

$Fr' \cdot (\tau_\alpha)$  = Factor adimensional cuya expresión esta citada arriba y engloba a otros modificadores o factores de corrección.

N = Número de días del mes [día/mes]

$R_1$  = Radiación media diaria recibida por el captador por unidad de superficie [KJ/ m<sup>2</sup> día].

Sc = Superficie de captación o área del campo de captadores para ese mes [m<sup>2</sup>]

Ea = energía absorbida por el captador [Kwh/mes] o [KJ/mes]

Qa = carga calorífica mensual [Kwh/mes] o [KJ/mes]

$D_1$  = parámetro que representa la energía absorbida por el captador en relación a su carga calorífica. Comprende un determinado rango de valores:  $0 < D_1 < 3$

Para el cálculo del parámetro  $D_2$  :

$$Fr' \cdot U_L = Fr \cdot U_L \cdot \left( \frac{Fr'}{Fr} \right)$$

$$k_1 = \left[ \frac{Kgacumulacion}{(75 \cdot SC)} \right]^{-0.25} \quad \langle - \rangle \quad 37.5 < \frac{Kgacumulacion}{m^2 captacion} < 300$$

$$k_2 = (11.6 + 1.18 \cdot T_{ac} + 3.86 \cdot T_r - 2.32 \cdot T_a) / (100 - T_a)$$

$$E_p = Sc \cdot Fr' \cdot U_L \cdot (100 - T_a) \cdot \Delta t \cdot k_1 \cdot k_2$$

$$D_2 = \frac{E_p}{Q_a}$$

$(Fr'/Fr)$  = Factor de corrección del conjunto captador-intercambiador. Se recomienda tomar el valor de 0,95.

$Fr \cdot U_L$  = coeficiente global de pérdidas del captador o pendiente de la curva característica del captador. 4.01 [W/ m<sup>2</sup> °C] dato facilitado por el fabricante, presente en el catalogo adjunto.

$Fr' \cdot U_L$  = Factor adimensional cuya expresión esta citada arriba y engloba a otros modificadores o factores de corrección.

$k_1$  = Factor de corrección por almacenamiento

$k_2$  = Factor de corrección, para A.C.S., que relaciona la temperatura mínima de A.C.S., la del agua de red y la media mensual ambiente.

$T_r$  = Temperatura del agua de red

$T_{ac}$  = Temperatura mínima requerida del A.C.S.

Kg acumulación = volumen del acumulador. Recordar que para el agua un kilogramo es equivalente a un litro.

$\Delta t$  = Período de tiempo del mes considerado. [s/mes] o [h/mes].

$T_a$  = Temperatura media mensual del ambiente durante las horas diurnas.

Sc = Superficie de captación o área del campo de captadores para ese mes [m<sup>2</sup>]

$E_p$  = Energía perdida por el captador [Kwh/mes] o [KJ/mes]

$Q_a$  = carga calorífica mensual [Kwh/mes] o [KJ/mes]

$D_2$  = parámetro que representa la energía perdida por el captador en relación a su carga calorífica. Comprende un determinado rango de valores:  $0 < D_2 < 18$



Finalmente hallaremos la cobertura solar anual a partir de las halladas en sus respectivos meses:

$$f = 1.029 \cdot D_1 - 0.0625 \cdot D_2 - 0.245 \cdot D_1^2 + 0.0018 \cdot D_2^2 + 0.0215 \cdot D_1^3$$

Mes	Sc [m <sup>2</sup> ]	Er [Kwh/m <sup>2</sup> día]	N [días/mes]	Qa [Kwh/mes]	Ta [°C]	T red [°C]
Enero	114,5952569	2,219105	17	1579,11111	8	5
Febrero	61,61444705	3,184537222	20	1811,33333	10	6
Marzo	34,36189168	4,486828889	20	1718,44444	13	8
Abril	29,06394792	4,811781667	18	1463	16	10
Mayo	24,59617946	5,245382778	19	1500,15556	19	11
Junio	23,29909537	5,642767778	14	1072,86667	23	12
Julio	0	6,039408611	0	0	26	13
Agosto	0	6,26886	0	0	26	12
Septiembre	23,78998331	5,628876667	17	1342,24444	23	11
Octubre	32,91405641	4,262090556	19	1544,27778	17	10
Noviembre	63,10613944	2,826841111	20	1718,44444	12	8
Diciembre	111,0783442	2,149153333	13	1207,55556	9	5
Total año-media	51,84193418		177	14957,4333	16,8333333	9,25

Mes	K1	K2	Ep [Kwh/mes]	D2	Ea [Kwh/mes]	D1	f
Enero	1,3009981	0,71130435	15164,0336	9,60289207	3339,424774	2,11474972	0,825533199
Febrero	1,11405246	0,71844444	8115,83319	4,48058512	3031,357302	1,67355022	0,88156801
Marzo	0,96272947	0,75195402	3957,31925	2,30284969	2381,907085	1,38608326	0,872693567
Abril	0,92325922	0,78785714	2922,51499	1,9976179	1944,514892	1,32912843	0,862680485
Mayo	0,88552722	0,77876543	2386,67934	1,59095457	1893,549614	1,26223551	0,852878317
Junio	0,87361437	0,74883117	1502,24483	1,40021578	1421,796763	1,32523156	0,89593945
Julio	0	0	0	0	0	0	0
Agosto	0	0	0	0	0	0	0
Septiembre	0,87817999	0,6987013	1746,98063	1,30153687	1758,502704	1,31012105	0,894389013
Octubre	0,95242405	0,76939759	3477,55092	2,25189469	2058,903214	1,33324668	0,850119614
Noviembre	1,12073492	0,76977273	8760,50064	5,09792485	2756,012961	1,60378357	0,824228481
Diciembre	1,29089926	0,69362637	10757,4989	8,90849192	2397,278001	1,98523206	0,80923911
Total año-media							0,856926925

Así pues la cobertura solar anual será definida como:

$$CoberturaSolarAnual = \frac{\sum_{u=1}^{u=12} Q_u}{\sum_{a=1}^{a=12} Q_a}$$

Obtenemos una cobertura solar anual: fanual = 0.856926925

### 13.8 CÁLCULO DEL TIEMPO DE RECUPERACIÓN DE LA INVERSIÓN DEL SISTEMA DE ACS.

Calcularemos el tiempo de amortización del sistema de captación solar, pero antes de eso debemos determinar los costes totales del sistema de captación:

El coste total del sistema de captación depende de dos términos fundamentalmente, uno variable dependiente del número de placas a colocar en nuestro sistema de captación solar y del precio de las mismas, y otro fijo e independiente de las placas que correspondería al resto de elementos de la instalación.

$$C_s = C_{SA} \cdot A + C_{SF}$$

$C_s$  = Coste total del equipo solar instalado [€]

$C_{SA}$  = Coste variable dependiente del área de captación y/o del número de captadores [€/m<sup>2</sup>] [€/captador]

A = Área de captación de nuestros captadores y/o número de captadores [m<sup>2</sup>] [captador]

$C_{SF}$  = Coste solar fijo independiente del área de captación (donde se incluyen los controles, ventiladores, bombas, intercambiadores de calor, sondas e instalación general de los diferentes componentes). [€]

$$C_s = 1300 \cdot 23 + 15529.3 \text{ €} = 29900 + 15529.3 \text{ €} = 45429.3 \text{ €}$$

El tiempo de recuperación de la inversión (N) viene determinado por la fórmula de abajo, que engloba diferentes conceptos. El tiempo de amortización se define como el tiempo necesario para que el ahorro en combustible acumulado a lo largo de un periodo de tiempo iguale la inversión total inicial, El dinero se ve afectado por el paso del tiempo o bien aumentando (revalorización) o bien disminuyendo de valor (depreciación), de modo que un pago de una suma X de dinero hoy, no será la misma que la de aquí a un año, esto sería el interés y la inflación. El producto  $fanual \cdot Qa$  es la cantidad de energía que nos proporciona el Sol anualmente y que por lo tanto representará el combustible ahorrado (en valor energético). Hay que pasar de valor energético en valor monetario y finalmente multiplicar por el valor de actualización, pues la comparación económica de este flujo de efectivo anual se hace a fecha presente.

$$N = \frac{\ln \left( 1 - \frac{C_s \cdot (i - d)}{fanual \cdot Qa \cdot precomb / PCI \cdot \eta_{caldera}} \right)}{\ln \left( \frac{1 + d}{1 + i} \right)}$$

$C_s$  = Coste total del equipo instalado [€]. 45429.3

i = inflación general o índice de precios de consume (IPC).0.03

d = inflación sobre el precio del combustible, en nuestro caso gas natural.0.19

fanual = cobertura solar anual del sistema de captación. 0.856926925

Qa = Demanda energética anual de acs [Kwh/año].14957.43333

Preccomb = Precio del combustible [€/m<sup>3</sup>]. 0.6073527

PCI = Poder de combustión interna del combustible [Kwh/m<sup>3</sup>]. 11.495

ηcaldera = Rendimiento de la caldera. 0.9

N = Tiempo de recuperación de la inversión del sistema de acs [años]

Así pues resulta que el tiempo de recuperación de la inversión del sistema de acs será de N = 16.3889515 años.

Teniendo en cuenta que la vida útil de las placas se considera de 20 años se podría asegurar la rentabilidad de la inversión.

El tiempo de amortización así como de recuperación del sistema de acs no deja de ser algo difícil de determinar con exactitud ya que en un periodo de tiempo “n” de unos 15 años pueden cambiar numerosos factores socio-económicos, sólo basta con echar un vistazo a la crisis del petróleo de 2008 o la actual recesión que sufre la economía mundial, y modificar el valor de los datos y así el resultado final.

Por ejemplo con la actual crisis el IPC del primer trimestre de 2010 se situó en un 0.01, valor muy inferior al de años anteriores de la década del 2000 de mayor prosperidad económica que eran de un 0.04 o superior. Y en cuanto al gas actualmente en febrero descendió en -0.31 muy distinto de los aumentos de 0.2 o 0.3 de hace poco tiempo.

### **13.9 SEPARACIÓN ENTRE CAPTADORES**

Según RITE hay que fijar unas distancias mínimas entre las filas de captadores con el fin de que durante la exposición solar no se proyecten sombras entre sí.

Según el apartado del RITE 10.1.3.1 ha fijado esta distancia mínima en función de:

$$d = k \cdot h$$

d = distancia mínima de separación entre filas de captadores sobre plano.

h = Altura del captador. En nuestro caso es de 1.050 metros

k = es un coeficiente que va en función de la inclinación de los captadores, en nuestro caso los captadores estaban con una inclinación de 41° esto implica que la K = 1.882, según tabla de coeficiente k RITE.

Con todo esto debemos respetar una distancia de 1.9761 m sobre el plano de trabajo.

### **13.10 CÁLCULO DEL DIAMETRO DE LOS TUBERIAS**

Para el cálculo del diámetro de los tubos usaremos la siguiente expresión:

$$D = \sqrt{\frac{4 \cdot Q}{v \cdot \pi}}$$

El caudal nominal de el captador según datos del fabricante es de 110 l/h = 3.05555 · 10<sup>-5</sup> m<sup>3</sup>/s.

$v$  = velocidad del fluido por el interior de la tubería. [m/s] 1.5

$Q$  = caudal del fluido por el interior de la tubería

$D$  = diámetro de la tubería

En el caso de un montaje en paralelo de los captadores el caudal por las tuberías será el mismo para los tramos inicial y final (tramos 1 y 4) antes de la separación en paralelo en dos filas de captadores (tramos 2 y 3) y su posterior reagrupamiento, con lo cual el caudal circulante será:

Tramo 1 y 4:  $Q = 23 \text{ captadores} \cdot 3.05555 \cdot 10^{-5} \text{ m}^3/\text{s} = 7.027777 \cdot 10^{-4} \text{ m}^3/\text{s} \rightarrow D = 24.424 \text{ mm}$

Tramo 2 y 3:  $Q = 12 \text{ captadores} \cdot 3.05555 \cdot 10^{-5} \text{ m}^3/\text{s} = 3.666666 \cdot 10^{-4} \text{ m}^3/\text{s} \rightarrow D = 17.642 \text{ mm}$

El diámetro mínimo de las tuberías de cobre según tabla del NIA será de 26 y 20 mm respectivamente.

### **13.11 ELECCIÓN DE LA BOMBA DE CIRCULACIÓN**

Para la elección de la bomba de circulación haremos uso de los diagramas Q-H del fabricante de la bomba, siendo Q el caudal que circula por la misma y H la altura o pérdida de carga.

Para determinar las pérdidas de carga lo primero será averiguar los mmca que se pierden por metro lineal de tubería, los cuales deberían ser menores de 50 mmca y 1.5 m/s, se pueden obtener de los ábacos para tubería lisa para un fluido a 60 °C en función de su caudal y diámetro interior dando unos resultados de unos 40 mmca para el tramo 1-4 y de 30 mmca para el tramo 2-3 por metro lineal de tubería. La longitud de cada tramo depende de cada instalación.

Para determinar las pérdidas en mmca por accesorios se hallara su longitud equivalente en tubería recta que dependerán del diámetro de tubería, su material y del accesorio en si (codo, T, válvula, etc.). Se puede obtener de la tabla de tuberías de cobre de 20 y 26 mm. Las pérdidas en mmca por accesorio se contemplaran las mismas que en su correspondiente tramo recto (40 o 30 mmca).

Tras calcular ambas y sumarlas se desprenden unas pérdidas de 1.5 m.

Para la elección de la bomba, ahora que ya disponemos del caudal y de las pérdidas de carga, debemos observar también que el caudal y la pérdida de carga se encuentren dentro del rendimiento óptimo. Para nuestro caso además deberán de soportar temperaturas de trabajo alrededor de 100°C.

Hemos escogido una bomba Grundfos UPS Solar 25-60 ya que cumple con los requisitos anteriormente expuestos.

Dispone de 3 regimenes de trabajo o velocidades y a la vista del diagrama Q-H ya en el segundo régimen satisface las exigencias de altura y caudal.

Según las recomendaciones de los fabricantes, para instalaciones con superficies superiores a 50 m<sup>2</sup> se recomiendan la instalación de 2 bombas, en nuestro caso rondaríamos esa cifra así que instalaremos dos bombas en paralelo, una de reserva, con un funcionamiento alternativo de forma automática, como elemento de seguridad.

## **13.12 CÁLCULO DEL VOLUMEN DEL ACUMULADOR**

Lo ideal sería hacer coincidir el consumo diario medio (M) con el volumen del depósito (V). El RITE establece un margen que puede considerarse como de correcto dimensionado:

$$0.8M < V < M \quad \rightarrow \quad 1600 < V < 2000$$

Pero según fabricantes se recomienda unos 50-70 litros por cada m<sup>2</sup> útil de captador.

Según el IDEA:  $50 < V/A < 180$

$$\begin{aligned} \text{Escogeremos entonces } 55 \text{ l/m}^2 &\rightarrow 23 \text{ placas} \cdot 2.309 \text{ m}^2/\text{placa} = 53.107 \text{ m}^2 \\ 55 \text{ l/m}^2 \cdot 53.107 \text{ m}^2 &= 2920.885 \text{ l} \end{aligned}$$

Por catalogo seleccionamos un deposito de 3000 l o un sistema equivalente en volumen (2 depósitos de 1500 l, etc.)

## **14. CALCULOS JUSTIFICATIVOS INSTALACIÓN CONTRA INCENDIOS.**

### **14.1 GRUPO DE PRESIÓN.**

Según el RIPCI respecto a las BIEs:

*La red de tuberías deberá proporcionar, durante una hora, como mínimo, en la hipótesis de funcionamiento simultáneo de las dos BIE hidráulicamente más desfavorables, una presión dinámica mínima de 2 bar en el orificio de salida de cualquier BIE.*

El deposito o aljibe según el RSCIEI debe abastecer durante 2 horas a 2 bocas de incendio como mínimo:

$$\text{Volumen aljibe} = Q_e \cdot \text{numero BIES} \cdot \text{tiempo} = 100 \text{ [l/min.]} \cdot 2 \cdot 60 \text{ min.} = 1200 \text{ litros}$$

Así que el depósito tendrá una capacidad de 1200 litros como mínimo.

Para calcular la presión a la entrada de la BIE:

$$Q = k\sqrt{P}$$

Q = Caudal de entrada en la BIE mediante el suministro de agua [l/min.]. Según RIPCI este debe ser de 100 l/min.

k = Coeficiente constante facilitado por el fabricante. Para las BIEs de 25 mm se considera casi con totalidad el mismo valor 42.

P = Presión de entrada en la BIE [bar] [mca]

Obtenemos una presión de 5.67 bar a la entrada de la BIE.

La BIE no deja de ser una resistencia al paso del caudal y como tal provocara unas pérdidas de presión. Así que la presión de salida de la BIE será:

$$P_s = P_e - \text{Pérdida BIE}$$

P<sub>s</sub> = La presión de salida de la BIE, en lanza, boquilla o agujero de salida.

P<sub>e</sub> = La presión de entrada en la BIE del suministro de agua. Será de 5.67 bar

Perdida BIE = La pérdida de carga de la BIE estará en un intervalo entre 3 bar ± 10 %, consideramos una pérdida de carga de la BIE de 3 bar.

Obtenemos una presión de salida de la BIE de 2.67 bar

Esta presión según el RIPCI debe estar comprendida entre  $2 < P_s < 5$  bar,

2.67 bar > 2 bar -> Cumple

Ahora calcularemos las pérdidas en la red de tuberías, que corresponderán a las pérdidas en las tuberías y en los accesorios (válvulas, codos, etc.).

El tramo más desfavorable será el más alejado, el que esta situado en la BIE de la cafetería al lado de las salidas de emergencia:

Tramo A-B: Q<sub>AB</sub> = 100 l/min., Longitud tramo recto = 61.5 m, D = 40 mm, v = 1,34 m/s.

Primero averiguaremos la longitud equivalente total en tramo recto, para lo cual deberemos pasar las pérdidas en los accesorios a su equivalente en tramo recto que dependerán del diámetro de tubería, su material y del accesorio en si (codo, T, válvula, etc.). Se puede obtener de la tabla de tuberías de acero de 40 mm. Las pérdidas en mmca por accesorio se contemplaran las mismas que en su correspondiente tramo recto (50 mmca).

Accesorios y válvulas	Longitud equivalente de tubo recto de acero (C = 120) <sup>3)</sup>										
	m										
	Diámetro nominal (mm)										
	20	25	32	40	50	65	80	100	150	200	250
Codo roscado 90° (normal)	0,63	0,77	1,04	1,22	1,46	1,89	2,37	3,04	4,30	5,67	7,42
90° Codo soldado (r/d = 1,5)	0,30	0,36	0,49	0,56	0,69	0,88	1,10	1,43	2,00	2,64	3,35
Codo roscado 45° (normal)	0,34	0,40	0,55	0,66	0,76	1,02	1,27	1,61	2,30	3,05	3,89
Te roscada normal o cruz (con cambio de sentido del flujo)	1,25	1,54	2,13	2,44	2,91	3,81	4,75	6,10	8,61	11,34	14,85
Válvula de compuerta	-	-	-	-	0,38	0,51	0,63	0,81	1,13	1,50	1,97
Válvula de alarma o retención (con clapeta)	-	-	-	-	2,42	3,18	3,94	5,07	7,17	9,40	12,30
Válvula de alarma o retención (con seta)	-	-	-	-	12,08	18,91	19,71	25,46	35,88	47,27	61,85
Válvula de mariposa	-	-	-	-	2,19	2,86	3,55	4,56	6,38	8,62	9,90
Válvula de esfera	-	-	-	-	16,43	21,64	26,80	34,48	48,79	64,29	84,11

La longitud equivalente en tramo recto debida a los accesorios será aproximadamente de unos *10 metros*, debida a 2 T y 4 codos.

Así pues la longitud tramo recto total será de *71.5 metros* (61.5 + 10 metros).

$$Perdstots = Ltotrec \cdot Perdmlin$$

Perdstots = Pérdidas totales de la red de tuberías.

Ltotrec = Longitud total del tramo recto, 71.5 m.

Perdmlin = Pérdidas de carga por metro lineal, consideramos 50 mmca.

Obtenemos unas pérdidas totales de de la red de tuberías de 0.3575 bar

La pérdida de carga debida a la diferencia de alturas será de:

$$Ph = 0.1 \cdot h$$

Ph = perdida de carga debida a la diferencia de alturas entre el grupo de presión y la BIE. [m]

h = diferencia de alturas entre el grupo de presión y la BIE. [m] 7.5 m

La pérdida de carga por diferencia de alturas será de 0.75 bar

La pérdida total de carga será el conjunto de las tres: BIE más desfavorable (Pe), red tuberías (Pr) y altura (Ph).

$$PTOT = (Pe + Pr) \cdot 1.1 + Ph$$

Estas pérdidas totales ascienden a 7.38 bar o 73.8 mca.

Para escoger la bomba deberemos fijarnos en su presión y caudal, así como comprobar la curva característica de la misma:

- A caudal (Q) cero la presión (P) de la bomba sea menor o igual a 12 bar.
- Verificar el punto de sobrecarga: el grupo de bombeo debe ser capaz de impulsar como mínimo el 140 por 100 del caudal nominal (Q) a una presión no inferior al 70 por 100 de la presión nominal (P), y que tenga suficiente NPSH.

Entonces escojo una bomba del fabricante EBARA, modelo AF ENR 32-250/11 que satisface las necesidades de caudal y presión, siendo estos de 75 mca y 12 m<sup>3</sup>/h.

El grupo de presión escogido será de la forma: grupo eléctrica - diesel – jockey, y cumplirá la norma UNE 23-500-90.Sus dimensiones son de 1400x1200x 1635 mm y con un diámetro de 2 “.

La bomba eléctrica es el modeloAF ENR 32-250/11 con un consumo es de 11 kW.

La bomba diesel escogida es el modelo RD 210 con un consumo es de 13.6 kW.

La bomba jockey escogida es el modelo CVM B/25 con un consumo es de 1.85 kW.

## **14.2 RIESGO DE INCENDIO.**

### **14.2.1 Método Gretener.**

Todo edificio está expuesto al peligro de incendio. El desarrollo de los incendios tiene lugar a consecuencia de numerosos factores que influyen en los mismos y que pueden actuar dificultando la propagación o favoreciéndola y, por ello mismo, tener una influencia sobre los daños resultantes positiva o negativa. Según su efecto y en cuanto a la seguridad contra incendios del edificio, es posible hacer la distinción entre peligros potenciales y medidas de protección.

El método permite considerar los factores de peligro esenciales y definir las medidas necesarias para cubrir el riesgo.

El cociente formado por el producto de los factores de peligro y el producto de los factores que representan el conjunto de las medidas de protección, la denominamos exposición al riesgo del edificio.

Multiplicando la exposición al riesgo del incendio por un valor que representa la evaluación del grado de probabilidad de incendio, se obtiene el valor del riesgo de incendio efectivo.

Seguidamente explicaré como se debe y que fórmulas se deben utilizar en el método Gretener y acabado esto realizaremos los cálculos para nuestro instituto.

### **14.2.2 Evaluación del riesgo de incendio.**

La exposición al riesgo de incendio (B), se define como el producto de todos los factores de peligro (P), divididos por el producto de todos los factores de protección (M).



$$B = P / M$$

A partir de ciertas relaciones, las medidas de protección se dividen en medidas normales, medidas especiales y medidas constructivas. Sobre la base de estos criterios, la fórmula que define la exposición al riesgo se enuncia como sigue:

$$B = [(q \cdot c \cdot r \cdot k \cdot i \cdot e \cdot g) / (N \cdot S \cdot F)] = P / (N \cdot S \cdot F)$$

Los significados de estos factores son los siguientes:

- B = Exposición al riesgo
- P = Peligro potencial
- N = Medidas normales de protección
- S = Medidas especiales de protección
- F = Medidas constructivas de protección

El resto de los factores, la designación básica de los peligros de los mismos, sus símbolos y abreviaturas figuran en el siguiente cuadro:

Factor	Designación de peligros	Símbolo, Abreviatura	Atribución
q	Carga térmica mobiliaria	Qm	Peligros Inherentes al contenido
c	Combustibilidad	Fe	
r	Formación de humos	Fu	
k	Peligro de corrosión / toxicidad	Co/Tx	
i	Carga térmica inmobiliaria	Qi	Peligros inherentes al edificio
e	Nivel de la planta o altura del local	E,H	
g	Tamaño de los compartimentos cortafuegos y su relación longitud / anchura	AB l:b	

Una vez obtenido la exposición al riesgo de incendio, El método fija el valor límite admisible (riesgo de incendio aceptado), partiendo de un riesgo normal corregido por medio de un factor que tenga en cuenta el mayor o menor peligro para las personas.

$$R_u = R_n \cdot P_{H,E} = \text{Riesgo de incendio aceptado}$$

Donde:

$R_n = 1,3$  = riesgo de incendio normal

$P_{H,E}$  = Factor de corrección del riesgo normal, en función del número de personas y el nivel de la planta a que se aplique el método.

< 1 para peligro de personas elevado

= 1 para peligro de personas normal

> 1 para peligro de personas bajo

Para calcular el riesgo de incendio efectivo, se haya multiplicando el riesgo de incendio por el peligro de activación.

$$R = B \cdot A = \text{Riesgo de incendio efectivo.}$$

Una vez obtenido el riesgo de incendio aceptado y el efectivo, procederemos a evaluar la seguridad que tenemos a la hora de afrontar el incendio.

La demostración del nivel de seguridad contra incendios se hace por comparación del riesgo de incendio efectivo (R), con el riesgo de incendio aceptado (Ru).

Para ello utilizaremos la siguiente fórmula:

$$\gamma = (R_u / R) \leq 1$$

Si  $R_u < R$ , y por tanto  $\gamma < 1$ , el edificio o el compartimento cortafuego está insuficientemente protegido contra el incendio. Entonces resulta necesario formular nuevos conceptos de protección, mejor adaptados a la carga de incendio y controlados por medio del presente método.

### **14.2.3 Cálculo de la evaluación del riesgo de incendios.**

#### ***-Designación de los peligros inherentes al contenido y al edificio.***

Dimensiones por planta del instituto: longitud  $l = 70$  m., anchura  $b = 23$  m.

El edificio consta de 3 plantas de 1100 m<sup>2</sup> de superficie media cada una, comunicadas las plantas entre sí por una escalera. Según el cuadro 5 del método de GRETENER, el edificio se corresponde con el tipo V.

De este cuadro obtenemos los siguientes valores:

$$A \cdot B = 1100 \times 3 = 3300 \text{ m}^2; \quad l/b = 3:1$$

El compartimiento al que se aplica el método lo constituye todo el edificio.

A continuación buscaremos el factor de carga térmica mobiliaria (Qm) es la cantidad total de calor desprendida en la combustión completa de todas las materias mobiliarias, dividida por la superficie del suelo del compartimento cortafuego (unidad: MJ/m<sup>2</sup>). Según el anexo 1, en la actividad de “Escuela o Colegio” obtenemos:

$$Q_m = 300 \text{ MJ/m}^2$$

$$q = 1.1$$

De aquí mismo obtenemos los siguientes valores:

*Combustibilidad (factor c)* = Cuantifica la inflamabilidad y la velocidad de combustión de las materias combustibles. En nuestro caso:

$$c = 1$$

*Peligro de humos (factor r)* = Este término se refiere a las materias que arden desarrollando un humo intenso. En nuestro caso:

$$r = 1$$

*Peligro de corrosión o de toxicidad (factor k)* = Hace referencia a las materias que producen al arder cantidades importantes de gases corrosivos o tóxicos.

$$k = 1$$

*Peligro de activación (factor A)* = Cuantifica la posibilidad de ocurrencia de un incendio

$$A = 0.85$$

Del cuadro 10 obtenemos *Carga térmica inmobiliaria: (factor i)* = Tiene en cuenta la parte combustible contenida en los elementos de la construcción (estructura, techos, suelos y fachadas) y su influencia en la propagación del incendio.

$$i = 1,0$$

Del cuadro 13 obtenemos el *Nivel de la planta (factor e)* = En el caso de un instituto con varias plantas, este término cuantifica, las dificultades presumibles que tienen las personas que habitan el establecimiento para evacuarlo, así como la complicación de la intervención de bomberos.

$$e = 1,5$$

Del cuadro 14, con el valor de AB y l/b, obtenemos *Dimensión de la superficie del compartimento (factor g)* = Este término cuantifica la probabilidad de propagación horizontal de un incendio. Cuanto más importantes son las dimensiones de un compartimento cortafuego (AB) más desfavorables son las condiciones de lucha contra el fuego.

La relación longitud / anchura de los compartimentos cortafuegos de grandes dimensiones, influencia las posibilidades de acceso de los bomberos.

$$g = 1,2$$

#### ***-Medidas de protección adoptadas (N)***

Las lagunas existentes en cuanto a las medidas generales de protección se evalúan por medio de los factores n1 a n5. La expresión que la define es la siguiente:

$$N = n1 \cdot n2 \cdot n3 \cdot n4 \cdot n5$$

Donde los factores son:

***n1*** *extintores portátiles* = Según cuadro 15 obtenemos:

$$n_1 = 1,0$$

***n2*** *hidrantes interiores (bocas de incendio equipadas; BIE)*= Según cuadro 15 obtenemos:

$$n_2 = 1,0$$

***n3*** *fiabilidad de las fuentes de agua para extinción* = En nuestro caso suponemos que la red pública de agua en la zona donde está ubicado el edificio, suministra caudal de agua suficiente durante tiempo indefinido.

$$n_3 = 1,0$$

**n4** longitud de los conductos para transporte de agua = Las mangueras de aportación de agua son de 25m.

$$n_4 = 1,0$$

**n5** personal instruido en materia de extinción de incendios = En nuestra situación contamos con personal no instruido.

$$n_5 = 0,8$$

#### **-Medidas especiales (S)**

Los factores s1 a s6 permiten evaluar todas las medidas complementarias de protección establecidas con vistas a la detección y lucha contra el fuego (cuadro número 16), a saber:

$$S = s_1 \cdot s_2 \cdot s_3 \cdot s_4 \cdot s_5 \cdot s_6$$

Donde los factores son:

**s1** *detección del fuego* = Existen elementos de detección de incendios.

$$s_1 = 1,0$$

**s2** *transmisión de la alarma* = Pulsadores.

$$s_2 = 1,05$$

**s3** *disponibilidad de bomberos* = Existe un cuerpo profesional de bomberos a menos de 10 minutos.

$$s_3 = 1,6$$

**s4** *tiempo para la intervención de los cuerpos de bomberos oficiales* = Existe un cuerpo profesional de bomberos a menos de 10 minutos.

$$s_4 = 1,0$$

**s5** *instalaciones de extinción* = No hay instalaciones automáticas de extinción.

$$s_5 = 1,0$$

**s6** *instalaciones de evacuación de calor y de humo* = No hay instalaciones de evacuación de humos.

$$s_6 = 1,0$$

#### **-Medidas de protección inherentes a la construcción (F)**

$$F = f_1 \cdot f_2 \cdot f_3 \cdot f_4$$

La medida de protección contra incendios más eficaz, consiste en una concepción bien estudiada del inmueble, desde el punto de vista de la técnica de protección contra incendios.

El peligro de propagación de un incendio puede, en gran medida, limitarse considerablemente gracias a la elección juiciosa de los materiales, así como a la implantación de las medidas constructivas apropiadas (creación de células cortafuegos).

Las medidas constructivas más importantes se evalúan por medio de los factores  $f_1, \dots, f_4$  el factor global  $F$ , producto de los factores  $f_i$ , representa la resistencia al fuego, propiamente dicha, del inmueble.

Definición de cada factor y valor en nuestro caso (cuadro 17):

**f1** resistencia al fuego de la estructura portante del edificio

$$f_1 = 1,3$$

**f2** resistencia al fuego de las fachadas

$$f_2 = 1,15$$

**f3** resistencia al fuego de las separaciones entre plantas teniendo en cuenta las comunicaciones verticales

$$f_3 = 1$$

**f4** dimensión de las células cortafuegos, teniendo en cuenta las superficies vidriadas utilizadas como dispositivo de evacuación del calor y del humo.

$$f_4 = 1,1$$

A continuación veremos el cálculo de la exposición al riesgo de incendio:

$$\text{Riesgo Potencial} = \mathbf{P} = q \cdot c \cdot r \cdot k \cdot i \cdot e \cdot g = 1,1 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 1,5 \cdot 1,2 = \mathbf{1,98}$$

$$\text{Medidas normales de protección} = \mathbf{N} = n_1 \cdot n_2 \cdot n_3 \cdot n_4 \cdot n_5 = 1 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 0,8 = \mathbf{0,8}$$

$$\text{Medidas especiales de protección} = \mathbf{S} = s_1 \cdot s_2 \cdot s_3 \cdot s_4 \cdot s_5 \cdot s_6 = 1 \cdot 1,05 \cdot 1,6 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 1 = \mathbf{1,68}$$

$$\text{Medidas en la construcción} = \mathbf{F} = f_1 \cdot f_2 \cdot f_3 \cdot f_4 = 1,3 \cdot 1,15 \cdot 1 \cdot 1,1 = \mathbf{1,6445}$$

Exposición al riesgo de incendio:

$$B = \frac{P}{N \cdot S \cdot F} = \frac{1,98}{0,8 \cdot 1,68 \cdot 1,6445} = 0,8958$$

$$\mathbf{R} = B \cdot A = 0,8958 \cdot 0,85 = \mathbf{0,7615}$$

$$\mathbf{Ru} = \text{riesgo de incendio aceptado} = R_n \cdot P_{H,E} = 1,3 \cdot P_{H,E}$$

Anteriormente se vio que  $p = 1$  y que  $H$  vale aproximadamente 100. (Ocupación de personas por planta)

Entrando el cuadro 19, teniendo en cuenta que hay 2 plantas sobre rasante.

$$P_{H,E} = 0,9;$$

$$R_u = 1,3 \cdot 0,9 = 1.17$$

$$v = \frac{R_u}{R} = \frac{1,17}{0,7615} = 1,5365 > 1$$

\*\*\*\*\* RIESGO ACEPTABLE

## 15. ESTUDIO SEGURIDAD Y SALUD.

### 15.1. PREVENCIÓN DE RIESGOS LABORALES.

#### -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.

#### -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 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:

- 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.

*-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.

*-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 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.

***-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 auditoria 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.

#### **-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.

## **15.2. DISPOSICIONES MINIMAS DE SEGURIDAD Y SALUD EN LOS LUGARES DE TRABAJO.**

### **-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.

### **-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, cuando sea necesario, la rápida y segura evacuación de los trabajadores.

Todos los elementos estructurales o de servicio (cimentación, pilares, forjados, 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 abertura, 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 75° 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.

La instalación eléctrica no deberá entrañar riesgos de incendio o explosión, para ello se dimensionarán todos los circuitos considerando las sobreintensidades previsibles y se dotará a los conductores y resto de aparamenta 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.
- 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:

- Áreas o locales de uso ocasional: 50 lux
- Áreas 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.

#### **-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.

### **15.3. DISPOSICIONES MINIMAS EN MATERIA DE SEÑALIZACION DE SEGURIDAD Y SALUD EN EL TRABAJO.**

#### **-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 en los lugares de trabajo exista una adecuada señalización de seguridad y salud*, siempre que los riesgos no puedan evitarse o limitarse suficientemente a través de medios técnicos de protección colectiva.

Por todo lo expuesto, el Real Decreto **485/1997** de 14 de Abril de 1.997 establece las **disposiciones mínimas en materia de señalización de seguridad y de salud en el trabajo**, entendiéndose como tales aquellas señalizaciones que referidas a un objeto, actividad o situación determinada, proporcionen una indicación o una obligación relativa a la seguridad o la salud en el trabajo mediante una señal en forma de panel, un color, una señal luminosa o acústica, una comunicación verbal o una señal gestual.

#### **-OBLIGACIÓN GENERAL DEL EMPRESARIO.**

La elección del tipo de señal y del número y emplazamiento de las señales o dispositivos de señalización a utilizar en cada caso se realizará de forma que la señalización resulte lo más eficaz posible, teniendo en cuenta:

- Las características de la señal.
- Los riesgos, elementos o circunstancias que hayan de señalizarse.
- La extensión de la zona a cubrir.
- El número de trabajadores afectados.

Para la señalización de desniveles, obstáculos u otros elementos que originen riesgo de caída de personas, choques o golpes, así como para la señalización de riesgo eléctrico, presencia de materias inflamables, tóxicas, corrosivas o riesgo biológico, podrá optarse por una señal de advertencia de forma triangular, con un pictograma característico de color negro sobre fondo amarillo y bordes negros.

Las vías de circulación de vehículos deberán estar delimitadas con claridad mediante franjas continuas de color blanco o amarillo.

Los equipos de protección contra incendios deberán ser de color rojo.

La señalización para la localización e identificación de las vías de evacuación y de los equipos de salvamento o socorro (botiquín portátil) se realizará mediante una señal de forma cuadrada o rectangular, con un pictograma característico de color blanco sobre fondo verde.

La señalización dirigida a alertar a los trabajadores o a terceros de la aparición de una situación de peligro y de la consiguiente y urgente necesidad de actuar de una forma determinada o de evacuar la zona de peligro, se realizará mediante una señal luminosa, una señal acústica o una comunicación verbal.

Los medios y dispositivos de señalización deberán ser limpiados, mantenidos y verificados regularmente.

## **15.4. DISPOSICIONES MINIMAS DE SEGURIDAD Y SALUD PARA LA UTILIZACION POR LOS TRABAJADORES DE LOS EQUIPOS DE TRABAJO.**

### **-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.

#### **-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.
- 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.

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.

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.

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 piones 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.

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.

## **15.5. DISPOSICIONES MINIMAS DE SEGURIDAD Y SALUD EN LAS OBRAS DE CONSTRUCCION.**

### **-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.
- c) El volumen de mano de obra estimada, entendiéndose 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.

### **-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.
- 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.

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 está 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 (sombrero, 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 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.

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 tabloneros, 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.

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, arriostrándose 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 tablones, 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.

Se prohíbe transitar pisando directamente sobre las bovedillas (cerámicas o de hormigón), en prevención de caídas a distinto nivel.

*-Montaje de estructura metálica.*

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 perfilería.

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.

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.

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.

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 subido 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.

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.

*-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.

#### **-DISPOSICIONES ESPECÍFICAS DE SEGURIDAD Y SALUD DURANTE LA EJECUCION 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.

### **15.6. DISPOSICIONES MINIMAS DE SEGURIDAD Y SALUD RELATIVAS A LA UTILIZACION POR LOS TRABAJADORES DE EQUIPOS DE PROTECCION INDIVIDUAL.**

#### **-INTRODUCCION.**

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.

#### **-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.

*-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 impermeables.
- 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.