



**Proyectista:**

David Segura Miguel  
SEGURELEC INGENIERÍA

---

---

## MEMORIA DESCRIPTIVA

---

---

**Propietario:**

ALCARPINT S.A.

# ÍNDICE

<b>1. ANTECEDENTES Y FINALIDAD DEL PROYECTO .....</b>	<b>1</b>
<b>2. OBJETO DEL PROYECTO .....</b>	<b>1</b>
<b>3. REGLAMENTACION Y DISPOSICIONES OFICIALES.....</b>	<b>1</b>
<b>4. INSTALACIONES PROYECTADAS.....</b>	<b>2</b>
<b>5. LINEA SUBTERRANEA DE MEDIA TENSION .....</b>	<b>3</b>
<b>5.1. ITINERARIO .....</b>	<b>3</b>
<b>5.2. DESCRIPCION .....</b>	<b>3</b>
<b>5.2.1. Sistemas de instalación .....</b>	<b>3</b>
<b>5.2.1.1. Enterrados directamente .....</b>	<b>3</b>
<b>5.2.1.2. En canalización .....</b>	<b>4</b>
<b>5.2.2. Características de las zanjas .....</b>	<b>4</b>
<b>5.2.3. Señalizaciones .....</b>	<b>4</b>
<b>5.2.4. Cierre de zanjas.....</b>	<b>5</b>
<b>5.2.5. Reposición de pavimento .....</b>	<b>5</b>
<b>5.2.6. Cruzamientos, paralelismos y proximidades.....</b>	<b>5</b>
<b>5.2.7. Emplazamiento de empalmes.....</b>	<b>5</b>
<b>5.3. CARACTERÍSTICAS.....</b>	<b>5</b>
<b>5.3.1. Tensión nominal .....</b>	<b>5</b>
<b>5.3.2. Conductores .....</b>	<b>5</b>
<b>5.3.3. Accesorios .....</b>	<b>6</b>
<b>5.3.4. Puesta a tierra.....</b>	<b>6</b>
<b>5.3.5. Protecciones .....</b>	<b>6</b>
<b>5.3.5.1. Contra sobreintensidades .....</b>	<b>6</b>
<b>5.3.6. Longitud del cable y zanja.....</b>	<b>6</b>
<b>5.4. CÁLCULOS ELÉCTRICOS .....</b>	<b>7</b>
<b>6. CENTRO DE TRANSFORMACIÓN .....</b>	<b>9</b>
<b>6.1. EMPLAZAMIENTO .....</b>	<b>9</b>
<b>6.2. CARACTERÍSTICAS DE LA INSTALACION .....</b>	<b>9</b>
<b>6.2.1. Obra civil .....</b>	<b>9</b>
<b>6.2.1.1. Dimensionamiento .....</b>	<b>9</b>
<b>6.2.1.2. Elementos constructivos.....</b>	<b>9</b>

6.2.1.3. Diseño.....	11
6.2.2. Alimentación en M.T. ....	11
6.2.3. Aparamenta .....	12
6.2.3.1. Celdas de Alta Tensión.....	12
6.2.3.2. Cuadros de Baja Tensión .....	14
6.2.3.3. Conductores de conexionado .....	15
6.2.4. Transformadores.....	16
6.2.5. Red de tierras .....	16
6.2.5.1. Puesta a Tierra de protección (masas).....	16
6.2.5.2. Puesta a Tierra de servicio (neutro B.T.) .....	17
6.2.6. Instalaciones secundarias .....	18
6.2.6.1. Alumbrado .....	18
6.2.6.2. Protección contra incendios.....	18
6.2.6.3. Ventilación.....	18
6.2.6.4. Medidas de seguridad.....	18
6.3. CÁLCULOS ELECTRICOS .....	20
7. LÍNEA SUBTERRANEA DE BAJA TENSIÓN.....	30
7.1. ITINERARIO .....	30
7.2. DESCRIPCION .....	30
7.2.1. Sistemas de instalación .....	30
7.2.1.1. Enterrados directamente .....	30
7.2.1.2. En canalización .....	31
7.2.2. Características de las zanjas .....	31
7.2.3. Señalizaciones .....	31
7.2.4. Cierre de zanjas.....	31
7.2.5. Reposición de pavimento .....	32
7.2.6. Cruzamientos, paralelismos y proximidades.....	32
7.3. CARACTERÍSTICAS .....	32
7.3.1. Tensión nominal .....	32
7.3.2. Conductores .....	32
7.3.3. Accesorios .....	32
7.3.4. Puesta a tierra.....	33
7.3.5. Protecciones .....	33
7.4. CÁLCULOS ELÉCTRICOS .....	33
8. INSTALACIÓN ELÉCTRICA EN BAJA TENSION NUEVA NAVE.....	40
8.1. DESCRIPCIÓN.....	40

<b>8.2. CARACTERÍSTICAS GENERALES DE LA INSTALACION.....</b>	<b>40</b>
<b>8.3. PROGRAMA DE NECESIDADES.....</b>	<b>42</b>
<b>8.4. DESCRIPCION TÉCNICA DE LA INSTALACION.....</b>	<b>43</b>
8.4.1. Línea de alimentación general .....	43
8.4.2. Instalación de enlace .....	43
8.4.2.1. Caja de Seccionamiento y Protección .....	43
8.4.2.2. Derivación Individual.....	44
8.4.3. Cuadro general de Baja Tensión .....	45
8.4.4. Línea a Cuadro Secundario .....	46
8.4.5. Cuadro Secundario .....	47
8.4.6. Generalidades de la instalación .....	48
8.4.6.1. Conductores .....	48
8.4.6.2. Maquinaria rotativa .....	50
8.4.6.3. Alumbrado .....	50
8.4.6.4. Tomas de corriente .....	51
8.4.6.5. Alumbrado de emergencia y señalización .....	52
8.4.7. Subdivisión de las instalaciones .....	52
8.4.8. Sistema de instalaciones.....	53
8.4.8.1. Prescripciones generales .....	53
<b>8.5. PROTECCIÓN CONTRA SOBRECARGAS Y CORTOCIRCUITOS .....</b>	<b>58</b>
<b>8.6. PROTECCIÓN CONTRA CONTACTOS INDIRECTOS .....</b>	<b>59</b>
<b>8.7. INSTALACIÓN PUESTA A TIERRA .....</b>	<b>59</b>
8.7.1. Introducción .....	59
8.7.2. Descripción .....	62
8.7.3. Tipos .....	63
<b>8.8. CÁLCULOS ELÉCTRICOS .....</b>	<b>64</b>
8.8.1. Tensión nominal y caídas de tensión máximas admisibles.....	64
8.8.2. Fórmulas utilizadas.....	64
8.8.3. Cálculos eléctricos .....	65
<b>9. ESTUDIO BÁSICO DE SEGURIDAD, HIGIENE Y SALUD LABORAL.....</b>	<b>94</b>
<b>10. INSTALACIÓN DE PROTECCIÓN CONTRA INCENDIOS.....</b>	<b>94</b>
<b>11. RESUMEN DEL PRESUPUESTO .....</b>	<b>94</b>
<b>12. DOCUMENTOS QUE INTEGRAN EL PROYECTO .....</b>	<b>94</b>
<b>13. CONCLUSIÓN .....</b>	<b>94</b>

## **ANTECEDENTES Y FINALIDAD DEL PROYECTO**

La empresa Alcarpint S.A. va a construir una nave industrial con el objeto de realizar piezas de carpintería de madera, en la Avenida Bartolomé Esteban 54, en Alcañiz (Teruel), con lo que con este documento se proyecta la construcción de las instalaciones eléctricas necesarias con el fin de dotar de suministro eléctrico a las mismas. Para el suministro eléctrico de esta nave se proyecta un nuevo Centro de Transformación que se cederá a la compañía eléctrica.

### **1. OBJETO DEL PROYECTO**

El objeto del presente proyecto es establecer y justificar todos los datos constructivos que permitan la ejecución de la instalación y al mismo tiempo exponer ante los Organismos Competentes que todo el suministro de MT/BT que nos ocupa reúne las condiciones y garantías mínimas exigidas por la reglamentación vigente, con el fin de obtener la Autorización Administrativa para la ejecución de la instalación, así como servir de base a la hora de proceder a la ejecución de dicha instalación.

### **2. REGLAMENTACIÓN Y DISPOSICIONES OFICIALES**

Este proyecto se redacta teniendo en cuenta en todo momento las reglamentaciones y normas, dando con ello cumplimiento a las siguientes disposiciones:

- Real Decreto 3275/1982 de 12 de Noviembre, sobre Condiciones Técnicas y Garantías de Seguridad en Centrales Eléctricas, Subestaciones y Centros de Transformación, así como las Órdenes de 6 de julio de 1984, de 18 de octubre de 1984 y de 27 de noviembre de 1987, por las que se aprueban y actualizan las Instrucciones Técnicas Complementarias sobre dicho reglamento.
- Orden de 10 de Marzo de 2000, modificando ITC MIE RAT en Centrales Eléctricas, Subestaciones y Centros de Transformación.
- Real Decreto 1955/2000 de 1 de Diciembre, por el que se regulan las Actividades de Transporte, Distribución, Comercialización, Suministro y Procedimientos de Autorización de Instalaciones de Energía Eléctrica.
- Reglamento sobre condiciones técnicas y garantías de seguridad en líneas eléctricas de alta tensión y sus instrucciones técnicas complementarias ITC-LAT 01 a 09. (Decreto 223/2008 del 15 de febrero, publicado en el B.O.E nº68 de 19 de Marzo de 2008).
- Reglamento Electrotécnico para Baja Tensión e Instrucciones Técnicas Complementarias (Real Decreto 842/2002 de 2 de Agosto de 2002).
- Normas particulares y de normalización de la Cía. Suministradora de Energía Eléctrica, en este caso Endesa Distribución Eléctrica S. L.

- Recomendaciones UNESA.
- Normas Tecnológicas de la Edificación NTE IER.
- Normalización Nacional. Normas UNE.
- Método de Cálculo y Proyecto de instalaciones de puesta a tierra para Centros de Transformación conectados a redes de tercera categoría, UNESA.
- Ley 10/1996, de 18 de marzo sobre Expropiación Forzosa y sanciones en materia de instalaciones eléctricas y Reglamentación para su aplicación, aprobado por Decreto 2619/1966 de 20 de octubre.
- Real Decreto 1627/1997 de 24 de octubre de 1997, sobre Disposiciones mínimas de seguridad y salud en las obras.
- Real Decreto 485/1997 de 14 de abril de 1997, sobre Disposiciones mínimas en materia de señalización de seguridad y salud en el trabajo.
- Real Decreto 1215/1997 de 18 de julio de 1997, sobre Disposiciones mínimas de seguridad y salud para la utilización por los trabajadores de los equipos de trabajo.
- Real Decreto 773/1997 de 30 de mayo de 1997, sobre Disposiciones mínimas de seguridad y salud relativas a la utilización por los trabajadores de equipos de protección individual.
- Condiciones impuestas por los Organismos Públicos afectados y Ordenanzas Municipales.
- Real Decreto 2948/1982, sobre Acometidas Eléctricas.

### **3. INSTALACIONES PROYECTADAS**

Se van a proyectar las siguientes instalaciones:

- Línea Subterránea de Media Tensión.
- Centro de Transformación.
- Red subterránea de Baja Tensión.
- Instalación Eléctrica en Baja Tensión para nave industrial.

#### **4. LÍNEA SUBTERRANEA DE MEDIA TENSIÓN**

##### **5.1. ITINERARIO**

Del estudio, en base a criterios económicos, técnicos, estéticos y explotación de la red, se ha elegido el trazado que viene reflejado en los planos adjuntos, discurriendo por los términos municipales que se citan:

Paraje o calle: Avenida Bartolomé Esteban  
Localidad: Alcañiz  
Provincia: Teruel.

##### **5.2. DESCRIPCIÓN**

La acometida en media tensión se llevará a cabo realizando Red Subterránea Media Tensión desde empalmes con Red Subterránea Media Tensión existente, de C.T. “Alcañiz N 126 B. Esteban 48-50” Z85231 a C.T. “Alcañiz 78 BME ESTEBAN” Z15260.

Discurrirá por acera de Avenida Bartolomé Esteban haciendo cruce entubado en calle Virgen de la Fuente, transcurriendo paralelamente a ésta y volviendo a girar por parcela de tierra del mismo propietario que la nave para realizar entrada y salida del cable en nuevo Centro de Transformación, en proyecto, de compañía, donde conectará con celdas de línea.

Se ha procurado que la longitud del cable sea lo más corta posible, mediante tramos rectos y evitando ángulos pronunciados, de fácil acceso y que discurrirá por terrenos de dominio público, bajo aceras o calzadas.

##### **5.2.1. SISTEMAS DE INSTALACIÓN**

Las canalizaciones se dispondrán, en general por zonas de dominio público y preferentemente por las aceras, procurando que el trazado sea lo más rectilíneo posible y respetando los radios de curvatura mínimos dados por el fabricante.

##### **5.2.1.1. Enterrados directamente**

El cable irá alojado en una zanja de 0,90 metros de profundidad, se dispondrá sobre lecho de arenas de mina de río lavada, o tierra cribada de 6 cm. de espesor, encima se rellenará hasta 30 cm desde la base de la zanja con este mismo material, sobre el que se dispondrán placas de polietileno para la protección de los cables; por último se rellenará la zanja hasta la base del pavimento con arena colada y compactada, teniendo en cuenta que se deberán colocar placas de señalización a una distancia de la cara interior del pavimento de 10 cm.

### **5.2.1.2. En canalizaciones**

Las canalizaciones entubadas estarán constituidas por tubos de cemento, fibrocemento, material sintético o acero de suficiente resistencia, debidamente enterrados en la zanja y hormigonados.

El diámetro interior de los tubos, normalmente no será inferior a 160 mm. y debe permitir la sustitución del cable o circuito averiado.

En cada uno de los tubos no se instalará más de un circuito. Se evitará en lo posible los cambios de dirección de los tubos. En los puntos donde éstos se produzcan se dispondrán arquetas registrables o cerradas para facilitar la manipulación. Del mismo modo se dispondrán arquetas en alineaciones superiores a 40 m, de forma que ésta sea la máxima distancia entre arquetas. Se evitará en lo posible la colocación de las arquetas donde exista tráfico rodado. En el caso de que no haya más remedio se colocarán arquetas con estructura y tapa de la suficiente resistencia como para soportarlo.

Las canalizaciones tubulares deberán quedar debidamente selladas en sus extremos.

### **5.2.2. CARACTERÍSTICAS DE LAS ZANJAS**

Las paredes de las zanjas deberán ser verticales hasta la profundidad indicada, colocándose entibaciones en los casos en que la naturaleza del terreno lo haga necesario.

La profundidad de la zanja para la instalación del cable subterráneo será como mínimo de 90 cm.

La anchura de la zanja en función de los circuitos alojados será:

- Hasta dos circuitos: 40 cm.
- Tres circuitos: 70 cm.
- Cuatro circuitos: 100cm.

### **5.2.3. SEÑALIZACIONES**

Para advertir la existencia del cable eléctrico se colocará una cinta de señalización de las características indicadas en la RU 0205, como mínimo a 40 cm. por encima de la protección mecánica.



#### **5.2.4. CIERRE DE ZANJAS**

La primera capa de tierra encima de los elementos de protección será de unos 20 cm. de profundidad utilizándose tierra cernida, de manera que no contenga piedras ni cascotes.

El relleno de las zanjas se efectuará con compactación mecánica, por tongadas de un espesor máximo de 30 cm., debiéndose alcanzar una densidad de relleno mínima del 95 % de la densidad correspondiente, para los materiales de relleno, en el ensayo Proctor modificado.

#### **5.2.5. REPOSICIÓN DE PAVIMENTO**

La reposición de pavimento tanto de las calzadas como de las aceras, se realizará en condiciones técnicas de plena garantía, utilizando el mismo firme existente previa apertura de la zanja.

#### **5.2.6. CRUZAMIENTOS, PARALELISMOS Y PROXIMIDADES**

Los requisitos que para cruzamientos, proximidades y paralelismos debe cumplir el cable serán las condiciones que como consecuencia de disposiciones legales impongan los Organismos competentes afectados.

#### **5.2.7. EMPLAZAMIENTOS DE EMPALMES**

Se realizará un emplazamiento de empalmes por cada línea o circuito a empalmar.

Las dimensiones mínimas de la zanja serán:

- Profundidad: 160 cm.
- Anchura: 160 cm.
- Longitud: 200 cm.

### **5.3. CARACTERÍSTICAS**

#### **5.3.1. TENSIÓN NOMINAL**

La red se explotará, en régimen permanente, con corriente alterna trifásica, de 50 Hz de frecuencia, a la tensión nominal de 10 kV.

#### **5.3.2. CONDUCTORES**

Los conductores serán de 3x1x240 mm<sup>2</sup> Al con aislamiento seco XLPE de características indicadas en la RU correspondiente.

Estarán debidamente protegidos contra la corrosión que pueda provocar el terreno donde se instalen o la producida por corrientes vagabundas, y tendrán suficiente resistencia para soportar los esfuerzos a que puedan ser sometidos durante el tendido.

La sección y designación del cable será:

- Sección: 240 mm<sup>2</sup>
- Designación UNE: RHZ1 12/20 kV 3x1x240 mm<sup>2</sup> Al

### **5.3.3. ACCESORIOS**

Los empalmes y terminaciones serán adecuados a la naturaleza, composición y sección de los cables y no deberán aumentar la resistencia eléctrica de estos. Las terminaciones deberán ser así mismo adecuadas a las características ambientales (interior, exterior, contaminación...)

Se realizarán siguiendo la norma correspondiente cuando exista, o en su defecto, las instrucciones del fabricante.

### **5.3.4. PUESTA A TIERRA**

Las pantallas metálicas de los cables se conectarán a tierra en sus cajas terminales.

### **5.3.5. PROTECCIONES**

#### **5.3.5.1. Contra sobreintensidades**

Para la protección contra sobreintensidades se utilizarán interruptores automáticos colocados en el inicio de las instalaciones que alimentan cables subterráneos. Las características de funcionamiento de dichos elementos de protección corresponderán a las exigencias que presente el conjunto de la instalación de las que forme parte el cable subterráneo, teniendo en cuenta las limitaciones propias de éste.

### **5.3.6. LONGITUD DEL CABLE Y ZANJA**

Se tenderán dos circuitos de 73 metros cada uno, la zanja será de 68 metros.

## 5.4. CÁLCULOS ELÉCTRICOS

La selección del cable ha sido dimensionada de tal manera que supera ampliamente las necesidades de la red, de la cual forma parte el tendido en proyecto, en lo que se refiere a pérdidas de potencia, caídas de tensión, capacidad de transporte, sobrecargas admisibles y corrientes de cortocircuito.

De acuerdo con las características eléctricas del cable, se adjuntan los cálculos eléctricos correspondientes al tramo de red en proyecto.

Características del cable **RHZ1 12/20 kV 3x1x240 mm2 Al:**

- Conductor ..... Al
- Sección..... 240 mm<sup>2</sup>
- Tensión de aislamiento..... 12/20 kV
- Aislamiento..... Polietileno Reticulado
- Resistencia óhmica a 90°C y 50 Hz..... 0'161 W/Km
- Resistencia inductiva..... 0'105 W/Km
- Capacidad nominal ..... 0'318 mF/Km
- Intensidad admisible en régimen permanente..... 430 A
- Longitud tendido a instalar(Tramo de Mayor Longitud) ..... 73 m

Factores de corrección a utilizar para el cálculo serán los que en cada caso indica la Recomendación UNESA correspondiente y que afectan a:

- Cables enterrados a diferente profundidad.
- Cables trifásicos o ternas de cables agrupados.
- Cables enterrados en terreno cuya temperatura sea distinta de 25° C.
- Cables enterrados en terreno de resistividad térmica del terreno distinta de 100° C cm/Ω.
- Cables instalados en el interior de tubos o similares.

Estos factores de corrección se incluirán en las fórmulas adjuntas:

**Cable RHZ1 12/20 kV 3x1x240 mm2 Al:**

Potencia máxima a transportar:

$$P = \sqrt{3} \cdot U \cdot I_{\max} \cdot \cos\phi = \sqrt{3} \cdot 10 \cdot 430 \cdot 0,9 = 6.703 \text{ kW}$$

Para el caso de los cables bajo tubo, se considera un factor de reducción de 0,9:

$$P = 6.703 \cdot 0,9 = 6.032 \text{ kW}$$

Caída de tensión máxima posible con carga de 6.032 kW entre C.T de nueva instalación y empalmes con Red Subterránea Media Tensión existente: (73 metros)

$$\Delta U = \sqrt{3} \cdot I \cdot L \cdot (R \cdot \cos\varphi + X \cdot \operatorname{sen}\varphi)$$

$$\Delta U = \sqrt{3} \cdot 430 \cdot 0,073 \cdot (0,161 \cdot 0,9 + 0,105 \cdot 0,436) = 10,35 \text{ V} \rightarrow 0,103 \%$$

Pérdidas de potencia posible en este tramo:

$$P = 3 \cdot R \cdot I^2 \cdot L = 3 \cdot 0,161 \cdot 430^2 \cdot 0,073 = 6,519 \text{ kW}$$

Siendo:

U = Tensión nominal de la red (KV)

I = Carga permanente nominal en amperios (A)

L = Longitud del conductor en Km

$\Delta U$  = Caída de tensión en voltios (V)

R = Resistencia eléctrica a f = 50 Hz y 90° C en  $\Omega/\text{Km}$

X = Reactancia eléctrica a f = 50 Hz en  $\Omega/\text{Km}$

$\varphi$  = Angulo de desfase

## **5. CENTRO DE TRANSFORMACIÓN**

### **6.1. EMPLAZAMIENTO**

El Centro de Transformación, objeto de este proyecto, se encuentra situado en:

Paraje o calle:	Avenida Bartolomé Esteban, 54
Localidad:	Alcañiz
Provincia:	Teruel

## **6.2. CARACTERÍSTICAS DE LA INSTALACIÓN**

### **6.2.1. OBRA CIVIL**

#### **6.2.1.1. Dimensionamiento**

El Centro de Transformación en proyecto será del tipo Superficie Prefabricado Aislado PFU-3. En él se instalará toda la aparamenta y demás equipos eléctricos. Éste será cedido a la compañía.

Las dimensiones permitirán el movimiento y colocación en el interior de los elementos y maquinaria necesarios para la realización adecuada de la instalación, ejecución de las maniobras propias de la explotación en condiciones óptimas de seguridad, y el mantenimiento del material, así como la sustitución de cualquiera de los elementos que lo constituyen sin proceder al desmontaje o desplazamiento del mismo.

Así mismo se cumplirán las dimensiones que para zonas de accesos, tanto para personas como materiales, pasillos y zonas de paso se señalan en la MIE-RAT-14.

#### **6.2.1.2. Elementos constructivos**

El edificio prefabricado de hormigón estará formado por las siguientes piezas principales: una que aglutina la base y las paredes, otra que forma la solera y una tercera que forma el techo. La estanqueidad quedará garantizada por el empleo de juntas de goma esponjosa. Estas piezas son construidas en hormigón armado, con una resistencia característica de 400 Kg. /m<sup>2</sup>.

Los elementos constructivos tienen las características generales siguientes:

- Los materiales no serán combustibles.
- Los elementos delimitadores de C.T. (muros, cubiertas, soleras) así como las estructurales (vigas columnas, etc...) tendrán una resistencia al fuego de acuerdo con la NBE CPI-96 y los materiales constructivos del revestimiento interior (muros, pavimento y techo), serán de clase MO de acuerdo con la Norma UNE 23.727.

La solera será, en general, de obra de fábrica en una sola pieza de hormigón, también podrá ser autoportada cumpliendo los mismos requisitos. En cualquiera de los casos soportará los esfuerzos verticales siguientes:

- En zona de maniobra ha de soportar una carga distribuida de, como mínimo, 400 kg/m<sup>2</sup>.
- En zona de transformador y sus accesos ha de soportar una carga rodante de 14.000 kg apoyada sobre cuatro ruedas equidistantes. A las zonas por donde deba desplazarse el transformador para aproximarse a su emplazamiento definitivo se le aplicarán los mismos criterios de carga. Además en este hueco se dispondrán dos perfiles en forma de “U”, que se puedan desplazar en función de la distancia entre las ruedas del transformador.

En la parte inferior de la pared frontal se situarán los agujeros para los cables de MT, BT y tierras exteriores.

También se situará en esta parte las puertas de acceso a peatones, puertas de transformador y rejillas de ventilación. Todos estos materiales estarán fabricados en chapa de acero galvanizado. Las puertas de acceso dispondrán de un sistema de cierre con objeto de evitar aperturas intempestivas de las mismas y la violación del centro de transformación. Las puertas estarán abisagradas para que se puedan abatir 180° hacia el exterior, y se podrán mantener en la posición de 90° con un retenedor metálico. Las rejillas estarán formadas por lamina en forma de “V” invertida, para evitar la entrada de agua de lluvia en el centro de transformación.

La cubierta estará formada por piezas de hormigón armado, habiéndose diseñado de tal forma que se impidan las filtraciones y la acumulación de agua sobre ésta, desaguando directamente al exterior desde su perímetro.

El acabado de las superficies exteriores se efectuará con pintura acrílica o epoxy, haciéndolas muy resistentes a la corrosión causada por agentes atmosféricos.

El índice de protección del edificio deberá ser de IP 23.

### **6.2.1.3. Diseño**

En su construcción se tendrán presentes las condiciones de acústica, antihumedad, anticontaminantes y protección contra agentes externos necesarios para este tipo de instalación.

Con la finalidad de permitir la evacuación del aceite mineral, se dispondrá un foso de recogida de aceite, que tendrá un revestimiento resistente y estanco, disponiéndose a modo de cortafuegos, un lecho de guijarros de piedra.

Las canalizaciones subterráneas y fosas permitirán el acceso de los cables al interior del Centro de Transformación y dentro de él, acceso de los cables a las celdas, transformadores y cuadros de Baja Tensión.

Para la evacuación del calor generado en el interior del Centro de Transformación, se dotará del necesario sistema de ventilación que permita la circulación de aire. La ventilación podrá ser natural, pero cuando por características de ubicación del Centro de Transformación, ésta sea insuficiente, se adoptará el sistema de ventilación forzada. Este sistema dispondrá de dispositivo de parada automática para su actuación en caso de incendio.

### **6.2.2. ALIMENTACIÓN EN MEDIA TENSIÓN**

La alimentación del Centro de Transformación se realizará de forma subterránea mediante la red de entrada y salida en el Centro en proyecto procedente de los Centros de Transformación Z85231 y Z15260 existentes.

Cuando, para realizar la alimentación, se empalme con cables de la red existente, se procurará que los nuevos cables sean de características similares en conductor, sección y aislamiento a las de los cables existentes, de forma que la red subterránea guarde características homogéneas en los tramos de interconexión entre instalaciones de Centros de Transformación.

Las características de los cables son:

- Tipo conductor: RHZ1 12/20 kV 3x1x240 mm<sup>2</sup> Al
- Tensión: 12/20 kV
- Aislamiento: seco (XLPE)

### **6.2.3. APARAMENTA**

#### **6.2.3.1. Celdas de Alta tensión**

Los elementos de maniobra y protección (interruptor-seccionador) irán instalados en el interior de un conjunto prefabricado monobloque de celdas de aislamiento integral. El conjunto de aparellaje y del juego de barras esta encerrado dentro de un cuarto estanco lleno de SF6 y sellado de por vida. Existirá en su interior una pletina de cobre a lo largo de toda la celda, permitiendo la conexión a la misma del sistema de tierras y de las pantallas de los cables.

El embarrado de las celdas estará dimensionado para soportar sin deformaciones permanentes los esfuerzos dinámicos que en un cortocircuito se puedan presentar.

Los interruptores tienen tres posiciones: conectados, seccionados y puestos a tierra. Los mandos de actuación son accesibles desde la parte frontal, y accionados de forma manual. Estos elementos de maniobra irán provistos de los enclavamientos adecuados, coordinados entre sí y con la posición de las puertas de las celdas de forma que sea imposible realizar maniobras inadecuadas, que pongan en peligro la seguridad del personal y/o equipo.

El conjunto prefabricado se compone de dos tipos de celdas:

- Celdas de línea que son las que se utilizan para las operaciones de maniobra, conectadas a los conductores de entrada o salida, que constituyen el circuito de alimentación.
- Celdas de protección que son las que se utilizan para las funciones de maniobra y la protección del transformador. Esta protección se realiza con cartuchos fusibles de alta capacidad de ruptura.

Estas celdas estarán preparadas para una conexión de cable seco monofásico de sección máxima de 240 mm<sup>2</sup>.

En el Centro de Transformación en proyecto se instalará:

2 Celdas de Línea.

1 Celda de Protección de Transformador.



**Celda de Línea:**

La aparamenta está dispuesta en el interior de una celda tipo CML-24 de corte y aislamiento integro en SF<sub>6</sub>, compuestas por:

1 Interruptor – Seccionador de tres posiciones: Conectado, Seccionado y Puesta a Tierra.

Tensión nominal (kV): 24 kV

Intensidad nominal (A): 630

Intensidad admisible a corta duración (1 ó 3 sg): 20 kA

Capacidad de cierre nominal en cortocircuito (kA cresta): 50

Poder de corte inductivo: 16 A

Poder de corte: 630 A (Cos φ=0,7)

Tensión soportada entre fases y tierra:

Aislamiento a frecuencia industrial 1 min. (fases - tierra) (kV): 50

Tensión ensayo impulso tipo rayo entre fases (kV cresta): 125 kV

Llevará un seccionador de puesta a tierra situado entre la caja terminal del cable y el elemento de maniobra, que estará diseñado de modo que permita, y pueda resistir sin deterioro, intensidades de corta duración de valores eficaces de 20 kA, siendo los valores de cresta correspondientes de 50 kA.

**Celda de protección del transformador con fusible:**

La aparamenta está dispuesta en el interior de una celda tipo CMP-F-24 compuesta por:

1 Interruptor con tres posiciones:

Tensión nominal (kV): 24

Intensidad asignada embarrado (A): 630

Intensidad asignada en la derivación (A): 200

Intensidad a corta duración embarrado superior (1 ó 3 sg): 20 kA

Capacidad de cierre (antes-después fusibles) (kA cresta): 2'5

Capacidad de ruptura combinación interruptor-fusibles (kA): 20

Tensión soportada entre fases y tierra:

Aislamiento a frecuencia industrial 1 min. (fases - tierra) (kV): 50

Tensión ensayo impulso tipo rayo entre fases (kV cresta): 125

Llevará un seccionador de puesta a tierra situado entre la caja terminal del cable y el elemento de maniobra, que estará diseñado de modo que permita, y pueda resistir sin deterioro, intensidades de corta duración de valores eficaces de 20 kA, siendo los valores de cresta correspondientes de 50 kA.

Los cartuchos de alta capacidad de ruptura estarán de acuerdo con la RU-6.405, y la intensidad nominal estará de acuerdo con la potencia nominal del transformador a proteger correspondiendo a los valores indicados en cada caso por el fabricante.

### **6.2.3.2. Cuadros de baja tensión**

El Centro de Transformación irá dotado de cuadros de distribución modular para baja tensión cuya función es recibir el circuito principal de baja tensión procedente del transformador y distribuirlos en circuitos individuales.

En el Centro en proyecto se instalará 1 cuadro de 4 salidas, constituido por un bastidor metálico, sobre el que van montados el embarrado y los fusibles seccionadores, así como los transformadores de intensidad del amperímetro de máxima. Esta protección se encomienda a fusibles dispuestos en bases trifásicas pero maniobradas fase a fase, pudiéndose realizar las maniobras de apertura y cierre en carga.

El cuadro de BT cumplirá la RU-6.302.

Se instalará un cuadro de baja tensión para centro de transformación de maniobra interior para transformadores hasta 1000kVA, con interruptor en carga en cabecera de 1600A. Cada salida contará con fusibles de 400A Pc: 50kA.

Características generales:

- Amperaje: 1600 A
- Instalación: Interior
- Envoltente: Metálica
- Dimensiones: 1810 x 580 x 300 mm
- Interruptor de cabecera: Interruptor manual de corte en carga
- Nº salidas: 4 Ampliable con módulo de ampliación AM-4
- Tipo de salidas: \*BTVC 400 A

\*BTVC: Base tripolar vertical desconectable en carga.

Puede duplicarse el número de salidas sustituyendo BTVC de tamaño 1/2/3 por BTVC-00 (160 A)

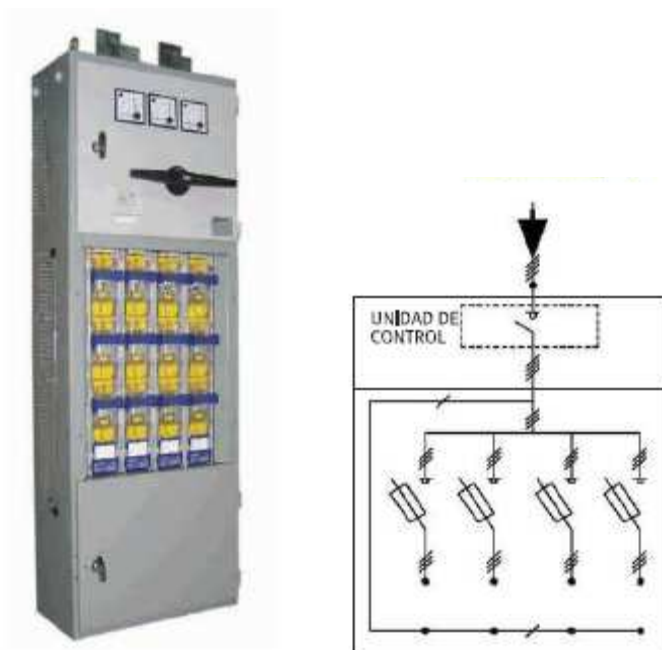


Fig 1 – Cuadro BT con interruptor en cabecera + esquema unifilar.

### 6.2.3.3. Conductores de conexionado

#### ALTA TENSION

La conexión entre el transformador y su celda de protección se realizará mediante cable con aislamiento seco termoestable tipo RHV de 1x95 mm<sup>2</sup> Al 12/20 kV. El extremo del conductor en la celda de protección llevará terminales fijos norma UNE 21-115. El extremo del conductor en el transformador llevará terminales que podrán ser fijos o enchufables (RU 5.205), aunque en este caso serán enchufables.

Las botellas terminales para la celda del transformador serán enchufables rectas y para el transformador enchufables acodadas.

Para las celdas de línea serán enchufables en T.

#### BAJA TENSION

La unión entre las bornas de transformador y el cuadro o cuadros de protección de baja tensión se efectuará mediante cable tipo RV de sección 3x3x240 mm<sup>2</sup>+2x240 mm<sup>2</sup> Al 0'6/1 kV de Tensión de aislamiento.

#### **6.2.4. TRANSFORMADORES**

La instalación se proyecta para la ubicación de una unidad transformadora de 630 kVA, aunque inicialmente se instalará una unidad transformadora de las siguientes características:

- Potencia .....250 kVA
- Tensión primaria..... 10.000  $\pm$ 2,5  $\pm$ 5% V
- Tensión secundaria ..... 0,420 kV/Clase B2
- Regulación ..... $\pm$ 5+10%
- Grupo conexión .....Dyn11
- Tensión de cortocircuito ..... 4,5 %

El núcleo y el arrollamiento del transformador se encontrarán sumergidos en líquido aislante (aceite mineral) y tendrán refrigeración natural.

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

Las pérdidas en vacío y en carga, así como los niveles de ruido y los detalles constructivos cumplirán lo estipulado en la recomendación UNESA 5201 C y su primer complemento.

#### **6.2.5. RED DE TIERRAS**

Se dispondrán dos instalaciones de puesta a tierra independientes entre sí, una puesta a tierra de protección (masas) y otra puesta a tierra de servicio (neutro de baja tensión).

Las uniones y conexiones se realizarán mediante elementos apropiados de manera que aseguren la perfecta unión. Estarán dimensionados a fin de que no experimenten calentamientos superiores a los del conductor al paso de la corriente.

Así mismo estarán protegidos contra la corrosión galvánica.

##### **6.2.5.1. Puesta a tierra de protección (masas)**

En la zanja para los cimientos del Centro de Transformación ó del edificio donde se ubique, se instalará el electrodo de puesta a tierra, formado por picas de 14 mm. de diámetro de acero de cobre de 2 metros de longitud y conductor de cobre desnudo de 50 mm<sup>2</sup> de sección. Se conectarán a tierra todas las partes metálicas de la instalación que no estén en tensión normalmente, como envolventes de las celdas y cuadros de baja tensión, rejillas de protección, carcasa de los transformadores, etc, así como la armadura del edificio.

Las celdas dispondrán de una pletina de tierra que las interconectará, constituyendo el colector de tierras de protección.

Cuando el Centro de Transformación esté ubicado en un edificio que tenga sótano u otro impedimento que no permita instalar las picas en el propio Centro de Transformación, se podrán instalar las citadas picas fuera del Centro de Transformación colocadas en hilera en una zanja de 0,8 m. de profundidad, calculando el número de picas a instalar y su separación según el método de cálculo indicado anteriormente; en este caso la conexión desde el Centro de Transformación hasta la primera pica se realizará con cable aislado de 0,6/1 kV.

Las puertas y rejillas metálicas que den al exterior del centro no tendrán contacto eléctrico con masas conductoras susceptibles de quedar sometidas a tensión debido a defectos o averías.

En el piso se instalará un mallazo electrosoldado con redondos de diámetro no inferior a 4 mm., formando una retícula no superior a 30 x 30 cm. Este mallazo se conectará como mínimo en dos puntas preferentemente opuestas a la puesta a tierra de protección del centro.

Para el cálculo de la configuración del número de picas a colocar se ha empleado el “método de cálculo y proyecto de instalaciones de puesta a tierra para centros de transformación conectados a redes de tercera categoría”, aprobado por la Dirección General de la Energía del Ministerio de Industria, con fecha de dos de Febrero de 1.989.

#### **6.2.5.2. Puesta a tierra de servicio (Neutro B.T.)**

Con objeto de independizar los sistemas de puesta a tierra del neutro se realizará con cable de Cu aislado de 0,6/1 kV RV de 50 mm<sup>2</sup> de sección, protegido con tubo de PVC de grado de protección 7. Con esta tierra de servicio, evitaremos tensiones peligrosas en baja tensión, debido a faltas de red de alta tensión.

La línea de tierra partirá de la borna de Baja Tensión del neutro del transformador, se realizará en una zanja de 0,8 metros de profundidad con picas de 14 mm. de diámetro de acero cobreado de 2 metros de profundidad.

La distancia de la toma de tierra al Centro de Transformación no será inferior a 20 m.

Una vez conectada la red de puesta a tierra de servicio al neutro de la red de Baja Tensión, el valor de esta resistencia de puesta a tierra general deberá ser inferior a 20 ohmios.

#### **6.2.5.3. Cálculo de la Red de Tierras**

Los cálculos de la instalación de tierras que ha de colocarse se adjuntan en el anexo.

## **6.2.6. INSTALACIONES SECUNDARIAS**

### **6.2.6.1. Alumbrado**

En el interior del centro de transformación se instalará un mínimo de dos puntos de luz, capaces de proporcionar un nivel de iluminación suficiente para la comprobación y maniobra de los elementos del mismo. El nivel medio será como mínimo de 150 lux.

Los focos luminosos estarán colocados sobre soportes rígidos y dispuestos de tal forma que se mantenga la máxima uniformidad posible en la iluminación. Además, se deberá poder efectuar la sustitución de lámparas sin peligro de contacto con otros elementos en tensión.

El interruptor se situará al lado de la puerta de entrada, de forma que su accionamiento no represente peligro por su proximidad a la alta tensión.

Se dispondrá también un punto de luz de emergencia de carácter autónomo que señalará los accesos al centro de transformación.

### **6.2.6.2. Protección contra incendios**

En el centro de transformación, se incluirá un extintor de eficacia 89B.

La resistencia ante el fuego de los elementos delimitadores y estructurales será RF-180 y la clase de materiales de suelos, paredes y techos MO según Norma UNE 23727.

### **6.2.6.3. Ventilación**

La ventilación del centro de transformación se realizará de modo natural mediante rejillas de entrada y salida de aire dispuestas para tal efecto, siendo la superficie mínima de la rejilla de entrada de aire en función de la potencia del mismo.

Estas rejillas se construirán de modo que impidan el paso de pequeños animales, la entrada de agua de lluvia y los contactos accidentales con partes en tensión si se introdujeran elementos metálicos por las mismas.

### **6.2.6.4. Medidas de seguridad**

Las celdas dispondrán de una serie de enclavamientos funcionales descritos a continuación:

- Sólo será posible cerrar el interruptor con el interruptor de tierra abierto y con el panel de acceso cerrado.
- El cierre del seccionador de puesta a tierra sólo será posible con el interruptor abierto.

- La apertura del panel de acceso al compartimento de cables sólo será posible con el seccionador de puesta a tierra cerrado.
- Con el panel delantero retirado, será posible abrir el seccionador de puesta a tierra para realizar el ensayo de cables, pero no será posible cerrar el interruptor.

Las celdas de entrada y salida serán de aislamiento integral y corte en SF<sub>6</sub>, y las conexiones entre sus embarrados deberán ser apantalladas, consiguiendo con ello la insensibilidad a los agentes externos, evitando de esta forma la pérdida del suministro en los centros de transformación interconectados con éste, incluso en el eventual caso de inundación del centro de transformación.

Las bornas de conexión de cables y fusibles serán fácilmente accesibles a los operarios de forma que, en las operaciones de mantenimiento, la posición de trabajo normal no carezca de visibilidad sobre estas zonas.

Los mandos de la aparatación estarán situados frente al operario en el momento de realizar la operación, y el diseño de la aparatación protegerá al operario de la salida de gases en caso de un eventual arco interno.

El diseño de las celdas impedirá la incidencia de los gases de escape, producidos en el caso de un arco interno, sobre los cables de media tensión y baja tensión. Por ello, esta salida de gases no debe estar enfocada en ningún caso hacia el foso de cables.

La puerta de acceso al CT llevará el Lema Corporativo y estará cerrada con llave.

Las puertas de acceso al CT y las pantallas de protección, llevarán el cartel con la correspondiente señal triangular distintiva de riesgo eléctrico.

En un lugar bien visible del CT se situará un cartel con las instrucciones de primeros auxilios a prestar en caso de accidente.

Salvo que en los propios aparatos figuren las instrucciones de maniobra, en el CT, y en lugar bien visible habrá un cartel con las citadas instrucciones.

Deberá estar dotado de bandeja o bolsa portadocumentos.

Para realizar maniobras en A.T. el CT dispondrá de banqueta o alfombra aislante, guantes aislantes y pértiga.

### 6.3. CÁLCULOS ELÉCTRICOS

#### INTENSIDAD DE MEDIA TENSIÓN

La intensidad primaria en un transformador trifásico viene dada por la expresión:

$$I_p = \frac{S}{\sqrt{3} \cdot U_p}$$

Donde:

S	potencia del transformador [kVA]
$U_p$	tensión primaria [kV]
$I_p$	intensidad primaria [A]

En el caso que nos ocupa, la tensión primaria de alimentación es de 10 kV.

Para el único transformador de este Centro de Transformador, la potencia es de 250 kVA.

$$I_p = \frac{S}{\sqrt{3} \cdot U_p} = \frac{250}{\sqrt{3} \cdot 10} = 14,43 \text{ A}$$

$$\cdot I_p = 14,43 \text{ A}$$

#### INTENSIDAD DE BAJA TENSIÓN

Para el único transformador de este Centro de Transformador, la potencia es de 250 kVA, y la tensión secundaria es de 420 V en vacío.

La intensidad secundaria en un transformador trifásico viene dada por la expresión:

$$I_s = \frac{S}{\sqrt{3} \cdot U_s}$$

Donde:

S	potencia del transformador [kVA]
$U_s$	tensión en el secundario [kV]
$I_s$	intensidad en el secundario [A]



La intensidad en las salidas de 420 V en vacío puede alcanzar el valor

$$I_s = \frac{S}{\sqrt{3} \cdot U_s} = \frac{250}{\sqrt{3} \cdot 0,420} = 343,66 \text{ A}$$

$$\cdot I_s = 343,66 \text{ A.}$$

## **CORTOCIRCUITOS**

### **Observaciones**

Para el cálculo de las intensidades que origina un cortocircuito, se tendrá en cuenta la potencia de cortocircuito de la red de MT, para nuestro caso, se toma una potencia de cortocircuito de 500 MVA.

1:

Para el cálculo de la Corriente de Cortocircuito referiremos los valores de ohmios y de reactancia a una potencia base y en tanto por uno. A continuación mostraremos las ecuaciones necesarias:

$$\frac{X\% \cdot P_{base} (KVA)}{100 \cdot P_{Trafo} (KVA)} = \text{Valores de reactancia referidos a una potencia base y en tanto por uno.}$$

$$\frac{\Omega \cdot P_{base} (KVA)}{V^2 (KV) \cdot 1000} = \text{Valores de ohmios referidos a una potencia base y en tanto por uno.}$$

$$P_{cc} = \frac{P_{base} (KVA)}{X_{Total}}$$

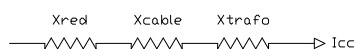
$$I_{cc} = \frac{P_{cc} (KVA)}{\sqrt{3} \cdot V (KV)}$$

donde:

X%: Tensión de cortocircuito del transformador.  
 Pbase: Potencia Base (KVA)  
 PTrafo: Potencia del transformador (KVA)  
 V: Tensión (Media/Baja) (KV)  
 Pcc: Potencia de cortocircuito  
 Icc: Intensidad de cortocircuito

A continuación calcularemos la corriente de cortocircuito del lado de Media Tensión y del lado de Baja Tensión.

El circuito equivalente para calcular la corriente de cortocircuito sería el siguiente:



$P_{base}=500.000\text{KVA}$

Tensión primario:  $V_p=10\text{kV}$

Tensión secundario:  $V_s=400\text{V}$

Potencia Trafo:  $P_{trafo}=250\text{kVA}$

Tensión porcentual de cortocircuito del Trafo:  $V_{cc}=4,5\%$

Impedancia de la red:

$$X_{red} = \frac{100 \cdot P_{base}}{100 \cdot P_{base}} = \frac{100 \cdot 500.000}{100 \cdot 500.000} = 1$$

Impedancia de la línea

$X_{conductor}=0,106\Omega/\text{Km}$  (reactancia del conductor 12/20kV 240mm)

-  $X_{línea}$ :

longitud=0,073 km

$$X_{línea} = \frac{X_{conductor} \cdot l_{drch} \cdot P_{base}}{1000 \cdot V_p^2} = \frac{0,106 \cdot 0,073 \cdot 500.000}{1000 \cdot 10^2} = 0,0387\Omega$$

Impedancia del transformador:

$$X_{trafo} = \frac{X \% \cdot P_{base}}{100 \cdot P_{Trafo}} = \frac{4,5 \cdot 500000}{100 \cdot 250} = 90\Omega$$

Impedancia de MT:

$$X_{M.T} = X_{red} + X_{línea} = 1 + 0,0387 = 1,0387\Omega$$

Potencia de cortocircuito MT:

$$P_{cc\_M.T} = \frac{P_{base}}{X_{M.T}} = \frac{500.000}{1,0387} = 481371\text{kVA}$$

Intensidad de Cortocircuito en Media Tensión:

$$I_{cc\_M.T.} = \frac{P_{cc\_B.T}}{\sqrt{3} \cdot V_p} = \frac{481371}{\sqrt{3} \cdot 10000} = 27,82\text{kA}$$

Impedancia de BT:

$$X_{M.T} = X_{red} + X_{linea} + X_{trafo} = 1 + 0,0387 + 90 = 91,0387\Omega$$

Potencia de cortocircuito BT:

$$P_{cc\_B.T} = \frac{P_{base}}{X_{M.T}} = \frac{500.000}{91,0387} = 5492kVA$$

Intensidad de Cortocircuito en Baja Tensión:

$$I_{cc\_B.T.} = \frac{P_{cc\_B.T}}{\sqrt{3} \cdot V_p} = \frac{5492}{\sqrt{3} \cdot 400} = 7,94kA$$

### **DIMENSIONES DEL EMBARRADO**

El embarrado de las celdas SF6 está constituido por tramos rectos de tubo de cobre recubiertas de aislamiento termorretráctil.

Las barras se fijan a las conexiones al efecto existentes en la parte superior del cárter del aparato funcional (interruptor-seccionador o seccionador en SF6).

### **Comprobación por densidad de corriente**

La comprobación por densidad de corriente tiene por objeto verificar que el conductor indicado es capaz de conducir la corriente nominal máxima sin superar la densidad máxima posible para el material conductor. Esto, además de mediante cálculos teóricos, puede comprobarse realizando un ensayo de intensidad nominal, que con objeto de disponer de suficiente margen de seguridad.

Para la intensidad nominal de 630 A el embarrado de las celdas SM6 es de tubo de cobre de diámetro exterior de 24 mm. y con un espesor de 3 mm., lo que equivale a una sección de 198 mm<sup>2</sup>.

La densidad de corriente es:

$$d = 630/198 = 3,18 \text{ A/ mm}^2$$

### Comprobación por sollicitación térmica

La comprobación térmica tiene por objeto comprobar que no se producirá un calentamiento excesivo de la aparamenta por defecto de un cortocircuito. Esta comprobación se puede realizar mediante cálculos teóricos, pero preferentemente se debe realizar un ensayo según la normativa en vigor. En este caso, la intensidad considerada es la eficaz de cortocircuito, cuyo valor es:

$$\cdot I_{cc(ter)} = 27,82 \text{ kA.}$$

Formula:  $S = I/\alpha \cdot (\sqrt{t/T})$ , con

$S$  = sección de cobre en  $\text{mm}^2 = 198 \text{ mm}^2$ .

$\alpha$  = 13 para el cobre.

$t$  = tiempo de duración del cortocircuito en segundos.

$I$  = Intensidad eficaz en Amperios.

$T$  =  $180^\circ$  para conductores inicialmente a  $t^\circ$  ambiente.

$$t = T \cdot \left( \frac{S \cdot \alpha}{I} \right)^2 = 180 \cdot \left( \frac{198 \cdot 13}{27820} \right)^2 = 1,54 \text{ s}$$

Luego, el tiempo que soportaría el cable la intensidad de cortocircuito de 27,82 kA sería de 1,54 s.

### PROTECCIÓN CONTRA SOBRECARGAS Y CORTOCIRCUITOS

Los transformadores están protegidos tanto en MT como en BT. En MT la protección la efectúan las celdas asociadas a esos transformadores, mientras que en BT la protección se incorpora en los cuadros de las líneas de salida.

La protección de este transformador se realiza por medio de una celda de interruptor automático, que proporciona todas las protecciones al transformador, bien sea por sobrecargas, faltas a tierra o cortocircuitos, gracias a la presencia de un relé de protección. En caso contrario, se utilizan únicamente como elemento de maniobra de red.

La celda de protección de este transformador incorpora un relé de protección.

## DIMENSIONADO DE LOS PUENTES DE MT

Los cables que se utilizan en esta instalación, descritos en la memoria, deberán ser capaces de soportar los parámetros de la red.

La intensidad nominal demandada por este transformador es igual a 14,5 A que es inferior al valor máximo admisible por el cable.

Este valor es de 430 A para un cable de sección de 240 mm<sup>2</sup> de Al según el fabricante.

## DIMENSIONADO DE LA VENTILACIÓN DEL CENTRO DE TRANSFORMACIÓN

Para calcular la superficie de la reja de entrada de aire en el edificio se utiliza la siguiente expresión:

$$S_r = \frac{W_{cu} + W_{fe}}{0.24 \cdot K \cdot \sqrt{h} \cdot \Delta T^3}$$

donde:

$W_{cu}$	pérdidas de cortocircuito del transformador [kW]
$W_{fe}$	pérdidas de vacío del transformador [kW]
K	coeficiente en función de la forma de las rejillas de entrada [aproximadamente entre 0,60]
h	distancia vertical entre las rejillas de entrada y salida [2 m]
$\Delta T$	diferencia de temperatura entre aire de entrada y salida [aproximadamente 15°C]
$S_r$	superficie mínima de las rejillas de ventilación [mm <sup>2</sup> ]

En el caso particular de este edificio, el resultado obtenido es, aplicando la expresión arriba indicada, para una potencia del transformador de 630 kVA, y pérdidas de cu y fe del transformador de 12 kW, una superficie de reja mínima de:

$$S_r = 1,01 \text{ m}^2$$

Se dispondrá de 2 rejillas de ventilación para la entrada de aire situadas en la parte lateral inferior, de dimensiones 960 x 707 mm cada una, consiguiendo así una superficie total de ventilación de 1,35 m<sup>2</sup>. Para la evacuación del aire se dispondrá de una rejilla frontal superior, otra posterior superior y 2 rejillas laterales superiores tal y como puede verse en el plano correspondiente. Las rejillas de entrada y salida de aire irán situadas en las paredes a diferente altura, siendo la distancia medida verticalmente de separación entre los puntos medios de dichas rejillas de 2 m, tal como ya se ha tenido en cuenta en el cálculo anterior.

## **DIMENSIONADO DEL POZO APAGAFUEGOS**

Se dispone de un foso de recogida de aceite de 600 l de capacidad por cada transformador cubierto de grava para la absorción del fluido y para prevenir el vertido del mismo hacia el exterior y minimizar el daño en caso de fuego.

## **CÁLCULO DE LAS INTALACIONES DE PUESTA A TIERRA**

### **Investigación de las características del suelo**

Según la investigación previa del terreno donde se instalará este Centro de Transformación, se determina una resistividad media superficial de 150  $\Omega$ -m.

### **Determinación de las corrientes máximas de puesta a tierra y del tiempo máximo correspondiente a la eliminación del defecto.**

En las instalaciones de MT, los parámetros que determinan los cálculos de faltas a tierra son:

- Tipo de neutro. El neutro de la red puede estar aislado, rígidamente unido a tierra, unido a esta mediante resistencias o impedancias. Esto producirá una limitación de la corriente de la falta, en función de las longitudes de líneas o de los valores de impedancias en cada caso.
- Tipo de protecciones. Cuando se produce un defecto, éste es eliminado mediante la apertura de un elemento de corte que actúa por indicación de un relé de intensidad, que puede actuar en un tiempo fijo (relé a tiempo independiente), o según una curva de tipo inverso (a tiempo dependiente). Adicionalmente, pueden existir reenganches posteriores al primer disparo, que sólo influirán en los cálculos si se producen en un tiempo inferior a los 0,5 segundos.

Según los datos de la red proporcionados por la compañía suministradora, se tiene:

- Intensidad máxima de defecto a tierra, Idmax (A): 300.
- Duración de la falta

Desconexión inicial: Tiempo máximo de eliminación del defecto (s): 0,7.

### **Diseño de la instalación de tierra**

Para los cálculos a realizar se emplearán los procedimientos del "Método de cálculo proyecto de instalaciones de puesta a tierra para centros de transformación de tercera categoría", editado por UNESA.

### **TIERRA DE PROTECCIÓN.**

Se conectarán a este sistema las partes metálicas de la instalación que no esté en tensión

normalmente pero pueden estarlo por defectos de aislamiento, averías o causas fortuitas, tales como chasis y bastidores de los aparatos de maniobra, envolventes metálicas de las cabinas prefabricadas y carcasas de los transformadores.

#### TIERRA DE SERVICIO.

Se conectarán a este sistema el neutro del transformador y la tierra de los secundarios de los transformadores de tensión e intensidad de la celda de medida.

Para la puesta a tierra de servicio se utilizarán picas en hilera de diámetro 14 mm. y longitud 2 m., unidas mediante conductor desnudo de Cu de 50 mm<sup>2</sup> de sección. El valor de la resistencia de puesta a tierra de este electrodo deberá ser inferior a 20 Ohm.

La conexión desde el centro hasta la primera pica del electrodo se realizará con cable de Cu de 50 mm<sup>2</sup>, aislado de 0,6/1 kV.

#### Cálculo de la resistencia del sistema de tierra

Las características de la red de alimentación son:

- Tensión de servicio, U = 10000 V.
- Puesta a tierra de neutro: Desconocida.
- Nivel de aislamiento de las instalaciones de Baja Tensión, U<sub>bt</sub> = 6000 V.
- Características del terreno:
  - r terreno (Wxm) = 150.
  - rh hormigón (Wxm) = 3000.

#### TIERRA DE PROTECCIÓN

Para el cálculo de la resistencia de la puesta a tierra de masas (R<sub>t</sub>), la intensidad y tensión de defecto (I<sub>d</sub>, U<sub>d</sub>), se utilizarán las siguientes fórmulas:

- Resistencia del sistema de puesta a tierra, R<sub>t</sub>:

$$R_t = K_r \cdot r (W)$$

- Intensidad de defecto, I<sub>d</sub>:

$$I_d = I_{d\text{máx}} (A)$$

- Tensión de defecto, U<sub>d</sub>:

$$U_d = R_t \cdot I_d (V)$$

El electrodo adecuado para este caso tiene las siguientes propiedades:

- Configuración seleccionada: 80-30/5/82.
- Geometría: Anillo.
- Dimensiones (m): 8x3.
- Profundidad del electrodo (m): 0.5.
- Número de picas: 8.

- Longitud de las picas (m): 2.

Los parámetros característicos del electrodo son:

- De la resistencia,  $K_r (W/Wxm) = 0.069$ .
- De la tensión de paso,  $K_p (V/((Wxm)A)) = 0.0145$ .
- De la tensión de contacto exterior,  $K_c (V/((Wxm)A)) = 0.0303$ .

Sustituyendo valores en las expresiones anteriores, se tiene:

$$R_t = K_r \cdot r = 0.069 \cdot 150 = 10.35 \text{ W.}$$

$$I_d = I_{d\text{máx}} = 300 \text{ A.}$$

$$U_d = R_t \cdot I_d = 10.35 \cdot 300 = 3105 \text{ V.}$$

## TIERRA DE SERVICIO

El electrodo adecuado para este caso tiene las siguientes propiedades:

- Configuración seleccionada: 5/32.
- Geometría: Picas en hilera.
- Profundidad el electrodo (m): 0.5.
- Número de picas: 3.
- Longitud de las picas (m): 2.
- Separación entre picas (m): 3.

Los parámetros característicos del electrodo son:

- De la resistencia,  $K_r (W/Wxm) = 0.135$ .

Sustituyendo los valores:

$$R_{t \text{ NEUTRO}} = K_r \cdot r = 0.135 \cdot 150 = 20.25 \text{ W.}$$

## Cálculo de las tensiones en el exterior de la instalación

Con el fin de evitar la aparición de tensiones de contacto elevadas en el exterior de la instalación, las puertas y rejillas metálicas que dan al exterior del centro no tendrán contacto eléctrico alguno con masas conductoras que, a causa de defectos o averías, sean susceptibles de quedar sometidas a tensión.

Con estas medidas de seguridad, no será necesario calcular las tensiones de contacto en el exterior, ya que estas serán prácticamente nulas. Por otra parte, la tensión de paso en el exterior vendrá dada por las características del electrodo y la resistividad del terreno según la expresión:

$$U_p = K_p \cdot r \cdot I_d = 0.0145 \cdot 150 \cdot 300 = 652.5 \text{ V.}$$



### Cálculo de las tensiones en el interior de la instalación

En el piso del Centro de Transformación se instalará un mallazo electrosoldado, con redondos de diámetro no inferior a 4 mm. formando una retícula no superior a 0,30x0,30 m. Este mallazo se conectará como mínimo en dos puntos opuestos de la puesta a tierra de protección del centro.

Dicho mallazo estará cubierto por una capa de hormigón de 10 cm. como mínimo.

Con esta medida se consigue que la persona que deba acceder a una parte que pueda quedar en tensión, de forma eventual, estará sobre una superficie equipotencial, con lo que desaparece el riesgo de la tensión de contacto y de paso interior.

De esta forma no será necesario el cálculo de las tensiones de contacto y de paso en el interior, ya que su valor será prácticamente nulo. Asimismo, la existencia de una superficie equipotencial conectada al electrodo de tierra, hace que la tensión de paso en el acceso sea equivalente al valor de la tensión de contacto exterior.

$$U_p(\text{acc}) = K_c \cdot r \cdot I_d = 0.0303 \cdot 150 \cdot 300 = 1363.5 \text{ V.}$$

Cálculo máximas Corrientes de paso y contacto según reglamento:

$$V_{p \text{ max}} = \frac{10 \cdot k}{t^n} \cdot \left( 1 + \frac{6 \cdot \rho}{1000} \right)$$

$$V_{c \text{ max}} = \frac{k}{t^n} \cdot \left( 1 + \frac{1,5 \cdot \rho}{1000} \right)$$

siendo  $K = 72$  y  $n = 1$  para tiempos de duración del defecto inferiores a 0'9 cuando este se expresa en segundos. En nuestro caso  $t = 0'7\text{s}$  y  $\rho = 150 \text{ Wm}$ .

$$V_{p \text{ max}} = \frac{10 \cdot k}{t^n} \cdot \left( 1 + \frac{6 \cdot \rho}{1000} \right) = \frac{10 \cdot 72}{0,7^1} \cdot \left( 1 + \frac{6 \cdot 150}{1000} \right) = 1028,57 \cdot 1,9 = 1954,28\text{V}$$

$$V_{c \text{ max}} = \frac{k}{t^n} \cdot \left( 1 + \frac{1,5 \cdot \rho}{1000} \right) = \frac{72}{0,7^1} \cdot \left( 1 + \frac{1,5 \cdot 150}{1000} \right) = 102,86 \cdot 1,225 = 125,99\text{V}$$

De lo que se determina que la instalación es correcta ya que no se superan los valores máximos dados por el reglamento.

## **6. LÍNEA SUBTERRÁNEA DE BAJA TENSIÓN**

### **7.1. ITINERARIO**

Del estudio, en base a criterios económicos, técnicos, estéticos y explotación de la red, se ha elegido el trazado que viene reflejado en los planos adjuntos, discurriendo por los términos municipales que se citan:

Paraje o calle: Avenida Bartolomé Esteban, 54

Localidad: Alcañiz

Provincia: Teruel

### **7.2. DESCRIPCIÓN**

El tendido subterráneo objeto de este proyecto consta de 1 circuito para alimentar a la nueva nave y cuyo itinerario se describe a continuación:

Se inicia en Cuadro de Baja Tensión previsto al efecto en Centro de Transformación, descrito en este proyecto en apartados anteriores, situado en Avenida Bartolomé Esteban. El tendido discurrirá rodeando el Centro de Transformación y continuará paralelamente a la fachada de la nueva nave haciendo entrada en la Caja de Seccionamiento y Protección a ubicar en la fachada de inmueble cuyo suministro es origen de este proyecto, con acceso desde vial público.

Se ha procurado que la longitud del cable sea lo más corta posible, mediante tramos rectos y evitando ángulos pronunciados, de fácil acceso y que discurra por terrenos de dominio público, bajo aceras ó calzadas.

Las longitudes del cable y la zanja serán las siguientes:

- Longitud zanja: 12,5 mts.

- Longitud cable: 19 mts.

- Longitud cruces: 0 mts.

### **7.2.1. SISTEMAS DE INSTALACIÓN**

#### **7.2.1.1. Enterrados directamente**

El cable irá alojado en una zanja de 0,70 m. de profundidad. Se dispondrá sobre un lecho de arenas de mina de río lavada, o tierra cribada de 10 cm. de espesor. Encima se situará otra capa de arena ó tierra cribada de 10 cm. de espesor y sobre ésta una protección mecánica a base de placas de PPC.

### **7.2.1.2. En canalizaciones**

Las canalizaciones entubadas estarán constituidas por tubos de polietileno de alta densidad y libre de halógenos, de suficiente resistencia, debidamente enterrados en la zanja y hormigonados.

El diámetro exterior de los tubos no será inferior a 160 mm. y debe permitir la sustitución del cable o circuito averiado.

En cada uno de los tubos no se instalará más de un circuito. Se evitará en lo posible los cambios de dirección de los tubos.

### **7.2.2. CARACTERÍSTICAS DE LAS ZANJAS**

Las paredes de las zanjas serán verticales hasta la profundidad indicada, colocándose entibaciones en los casos en que la naturaleza del terreno lo haga necesario.

La profundidad de la zanja para la instalación del cable subterráneo será como mínimo de 90 cm.

La anchura de la zanja en función de los circuitos alojados será:

- Hasta 2 circuitos: 40 cm.
- Tres circuitos: 60 cm.
- Cuatro circuitos: 70 cm.

### **7.2.3. SEÑALIZACIONES**

Para advertir la existencia del cable eléctrico se colocará una cinta de señalización de las características indicadas en la RU 0205, como mínimo a 30 cm. por encima de la protección mecánica.

### **7.2.4. CIERRE DE ZANJAS**

La primera capa de tierra encima de los elementos de protección será de unos 20 cm de profundidad utilizándose tierra cernida, de manera que no contenga piedras ni cascotes.

El relleno de las zanjas se efectuará por compactación mecánica, por tongadas de un espesor máximo de 30 cm., debiéndose alcanzar una densidad de relleno mínima del 95 % de la densidad correspondiente para los materiales de relleno, en el ensayo Proctor modificado.

### **7.2.5. REPOSICIÓN DE PAVIMENTO**

La reposición de pavimento tanto de las calzadas como de las aceras, se hará en condiciones técnicas de plena garantía, utilizando el mismo firme existente previa apertura de la zanja.

### **7.2.6. CRUZAMIENTOS, PARALELISMOS Y PROXIMIDADES**

Los requisitos que para cruzamientos, proximidades y paralelismos debe cumplir el cable serán los especificados en el actual R.E.B.T., y todos aquellos que, como consecuencia de disposiciones legales, impongan los Organismos competentes afectados.

## **7.3. CARACTERÍSTICAS**

### **7.3.1. TENSIÓN NOMINAL**

La red se explotará, en régimen permanente, con corriente alterna trifásica, 50 Hz. de frecuencia, a la tensión nominal de: 0,400 kV.

### **7.3.2. CONDUCTORES**

Los conductores serán de 3x1x150 mm<sup>2</sup> Al con aislamiento XLPE de 0,6/1 kV y de características indicadas en la RU correspondiente.

Estarán debidamente protegidos contra la corrosión que pueda provocar el terreno donde se instalen ó la producida por corrientes vagabundas, y tendrán suficiente resistencia para soportar los esfuerzos a que puedan ser sometidos durante el tendido.

La sección y designación del cable será:

- Sección: 150 mm<sup>2</sup> Al
- Designación UNE: RV 0,6/1 kV 3x1x150+1 x95 mm<sup>2</sup> Al

### **7.3.3. ACCESORIOS**

Los empalmes y terminaciones serán adecuados a la naturaleza, composición y sección de los cables y no deberán aumentar la resistencia eléctrica de éstos. Las terminaciones deberán ser así mismo adecuadas a las características ambientales (interior, exterior, contaminación, etc...). Se realizarán siguiendo la Norma correspondiente cuando exista, o en su defecto, las instrucciones del fabricante.

#### **7.3.4. PUESTA A TIERRA**

Se efectuará una puesta a tierra del neutro de la red, cada 500 metros de longitud de la misma como máximo. Se elegirán con preferencia los puntos donde existen cajas de seccionamiento.

Así mismo se efectuará una toma de tierra de forma que la distancia entre ésta y el punto final de la red sea igual o inferior a 200 metros.

El electrodo de puesta a tierra estará constituido por una o varias picas de acero cobreado de 2 m. de longitud y 14 mm. de diámetro. La línea de tierra que conecta el electrodo de p.a.t. a los elementos que deban quedar puestos a tierra, será de cable de Cu, con aislamiento 0,6/1 KV, y 50 mm<sup>2</sup> de sección.

#### **7.3.5. PROTECCIONES**

Los conductores estarán protegidos contra sobreintensidades y cortacircuitos, mediante fusibles dispuestos a tal fin, en el cuadro de B.T., situado en el Centro de Transformación origen de la línea principal.

En virtud de la  $I_n$  de los fusibles, de las características de su curva de fusión y suponiendo secciones homogéneas para el conductor, se determinará la longitud máxima de la línea protegida por dicho fusible.

En caso de existir cambio de secciones en la línea principal o en las derivaciones, se deberá calcular previamente la longitud equivalente como si se tratara de sección homogénea.

### **7.4. CÁLCULOS ELÉCTRICOS**

Se trata de justificar que el tipo de conductor elegido, RV 0,6/1 kV 3x1x150+1x95 mm<sup>2</sup> Al, supera las necesidades de la red, para cada circuito.

#### **Datos eléctricos de la instalación**

Tensión nominal (según R.E.B.T-): ..... 0,400 kV  
 Potencia Total de Calculo prevista: ..... 133,4 kW  
 Longitud Total de la Red a instalar: ..... 19 m  
 Circuitos: ..... 1  
 Tipo de instalación: ..... Enterrada  
 Conductor: ..... RV 0,6/1 kV 3x1x150+1x95 mm<sup>2</sup> Al  
 Frecuencia: ..... 50 Hz  
 Factor de potencia considerado: ..... 0,90

### Características del conductor

Denominación: ..... RV 0,6/1 kV 3x1x150+1x95 mm<sup>2</sup> Al  
Conductor: ..... Al  
Sección: ..... 150 mm<sup>2</sup>  
Intensidad máxima admisible a 25 °C en instalación enterrada a profundidad 70 cm., Resist. ter. terreno 100°C cm/W: ..... 330 A  
Resistencia eléctrica a 90 °C y 50 Hz: ..... 0,125 Ω/Km  
Reactancia eléctrica a 50 Hz: ..... 0,081 Ω/Km

### Cálculo de secciones

El cálculo y dimensionamiento de las redes eléctricas para la alimentación de las instalaciones debe cumplir lo establecido en el Reglamento Electrotécnico para Baja Tensión, en especial sus Instrucciones Técnicas Complementarias ITC-BT-07 e ITC-BT-10, y las Normas de la Compañía Suministradora.

Para el cálculo de las secciones de los conductores se utilizan las siguientes fórmulas (c.a. trifásica) atendiendo a la intensidad de corriente y a la caída de tensión:

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

$$U = \sqrt{3} \cdot I \cdot L \cdot [R \cdot \cos\varphi + X \cdot \sin\varphi]$$

Donde:

P = Potencia nominal considerada (W)

V = Tensión nominal de la red (400 V)

I = Carga nominal permanente en amperios (A)

L = Longitud del conductor en Km

U = Caída de tensión en voltios (V)

R = Resistencia eléctrica a 90°C y 50 Hz (Ω/Km)

X = Reactancia eléctrica a 50 Hz

φ = Angulo de desfase

De acuerdo con la Reglamentación vigente:

- En alimentaciones trifásicas directas desde un Centro de Transformación, la máxima Caída de Tensión permitida será del 5 % hasta el Dispositivo General de Protección.
- Las intensidades máximas de corriente para los conductores subterráneos serán siempre inferiores a lo establecido en la Instrucción ITC-BT-07.

La carga prevista en el circuito en proyecto es:

CONDUCTOR: RV 0,6/1 kV 3x1x150+1x95 mm<sup>2</sup> Al  
 TRAMO: C.T. – C.S.P  
 CARGA PREVISTA: 133,4 kW

A continuación se adjuntan las tablas con los Cálculos Eléctricos justificativos de los conductores empleados en el circuito para el suministro eléctrico de las instalaciones objeto presente del presente proyecto. En dichas tablas se puede comprobar que en ningún caso se superan los valores de intensidad máxima del conductor ni de la caída de tensión máxima establecidos.

TRAMO						
DE	A	L (km)	P (kW)	I (A)	S (mm <sup>2</sup> )	e%
C.T.	C.S.P.	0,019	133,4	255,3	150	0,41

Se muestra una imagen y las características de los dispositivos generales de seccionamiento protección y medida a colocar para realizar la conexión de entrada de los cables:

**Características caja seccionamiento:**

- Salida a la CGP por la parte superior y de la línea de distribución por la parte inferior
- Envoltente de poliéster reforzado con fibra de vidrio
- Grado de protección IP43 UNE 20 324
- Tres bases fusibles tamaño BUC-2, 400 A
- Elemento neutro amovible

**Características CGP-7-400 BUC:**

- Bases tamaño seccionables en carga tamaño BUC-2 400 A
- Neutro seccionable con borne puesta a tierra 50 mm<sup>2</sup>
- Esquema 7.
- Bornes de entrada mediante tornillo Inox M12
- Bornes de salida mediante tornillo Inox M12

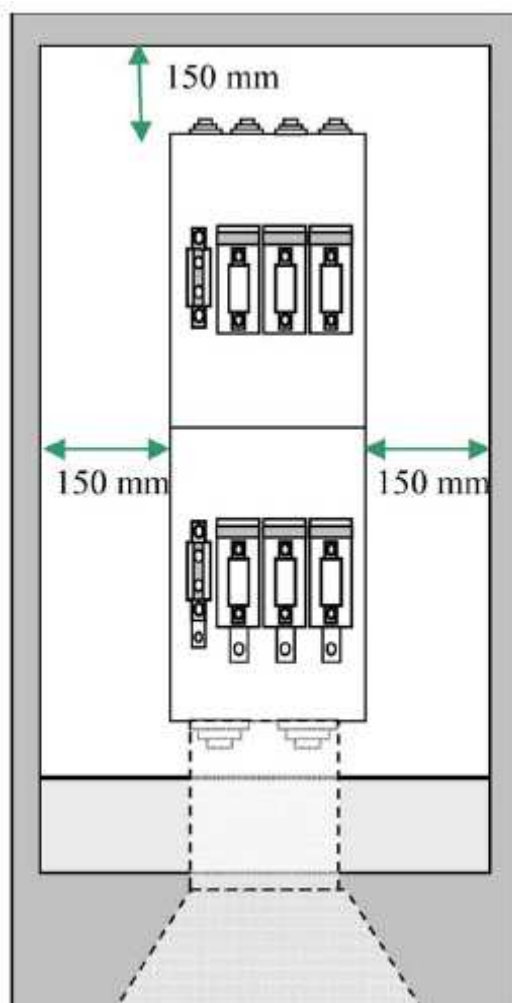


Fig. 2 – Caja de Seccionamiento con bases BUC (CS400)



### Características Técnicas armario seccionamiento y protección:

Armario prefabricado monobloque más peana, con puerta metálica con capacidad para albergar una Caja General de Protección más una Caja de Seccionamiento.

- Estructura monobloque de hormigón reforzado con fibra de vidrio.
- Composición GRC según UNE-EN 1169.
- Resistencia Flexión GRC  $> 8 \text{ N/mm}^2$  (Mpa) según UNE-EN 1170-4.
- Tipo de cemento: CEM I 52,5 R.
- Puerta en chapa galvanizada RAL 7035 de 1,2 mm/
- Apertura de la puerta  $> 150^\circ$  con anticierre fijado.
- Cierre por pestillo.
- Cerradura triangular 11 mm de lado y dispositivo para candado  $> 8 \text{ mm } \varnothing$  (para otros tipos de cerradura, consultar).
- Marco en chapa galvanizada RAL 7035  $> 1,5 \text{ mm}$  en inglete.
- Peso: 380 kg

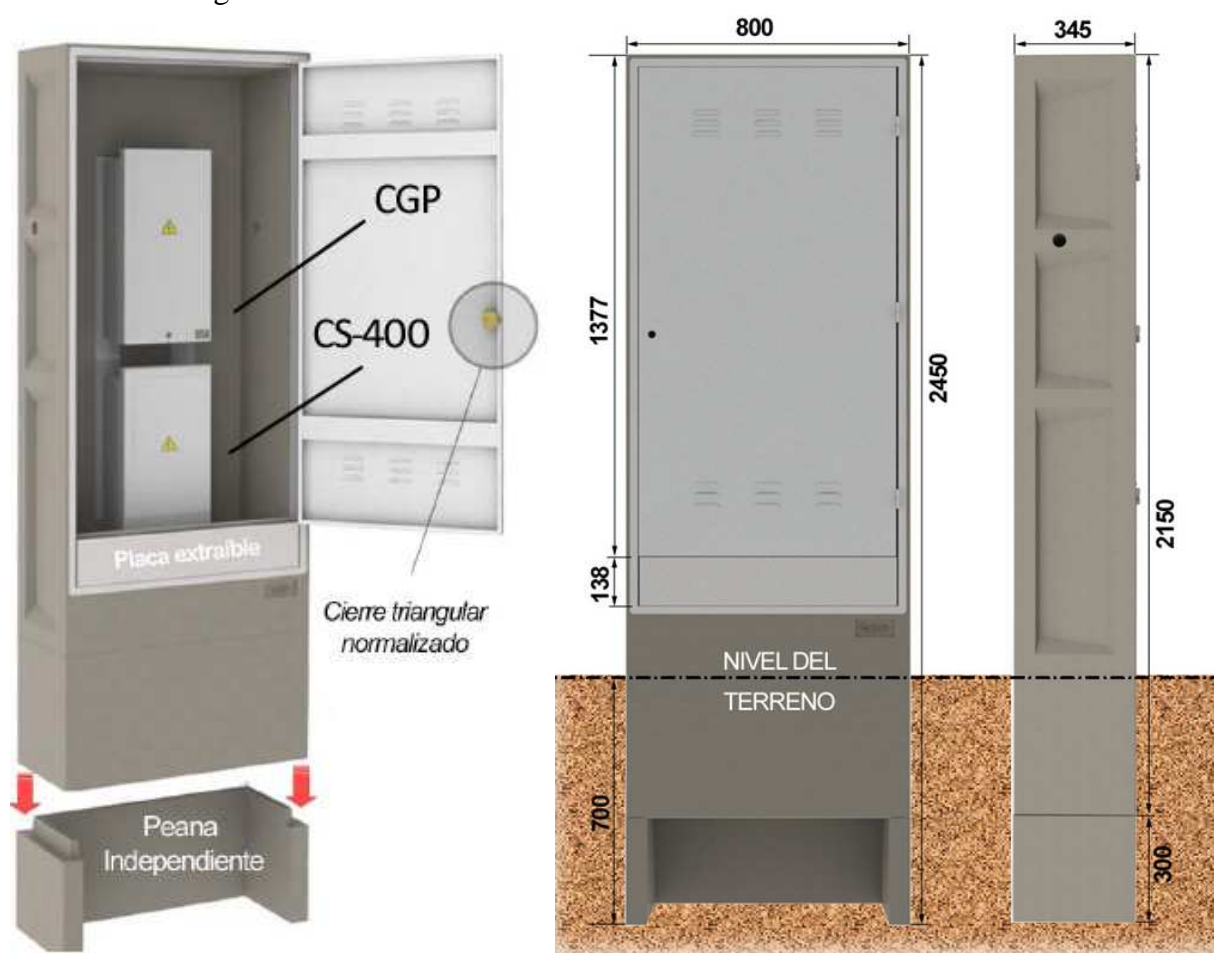


Fig. 3 – Armario de Seccionamiento y Protección

**Características Técnicas armario medida:**

- Envoltente de poliéster con fibra de vidrio reforzado, tipo TPD 107T, con herraje de candado.
- Regleta de verificación normalizada por ENDESA.
- Placa troquelada para contador electrónico.
- Borne de tierra.
- Puente transformadores intensidad.
- Prensaestopas para entrada y salida de cables.
- Mirilla para lectura de contador.
- Tornillería de conexión de acero inoxidable.
- Cableado con conductores de cobre rígido, clase 5 de 4 mm<sup>2</sup> para la conexión del circuito de intensidad, 1,5 mm<sup>2</sup> para el de tensión y 1,5 mm<sup>2</sup> para auxiliares.
- Placa de policarbonato protegiendo los transformadores.
- Kit para alimentación de módem.

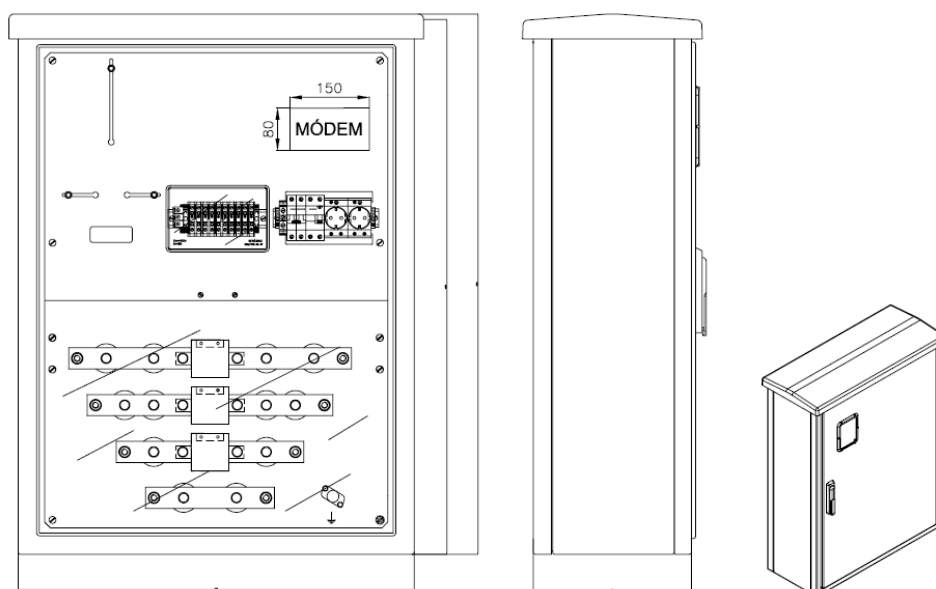


Fig. 4 – Armario medida

Y el ábaco para consultar la capacidad máxima de transporte para el conductor elegido:

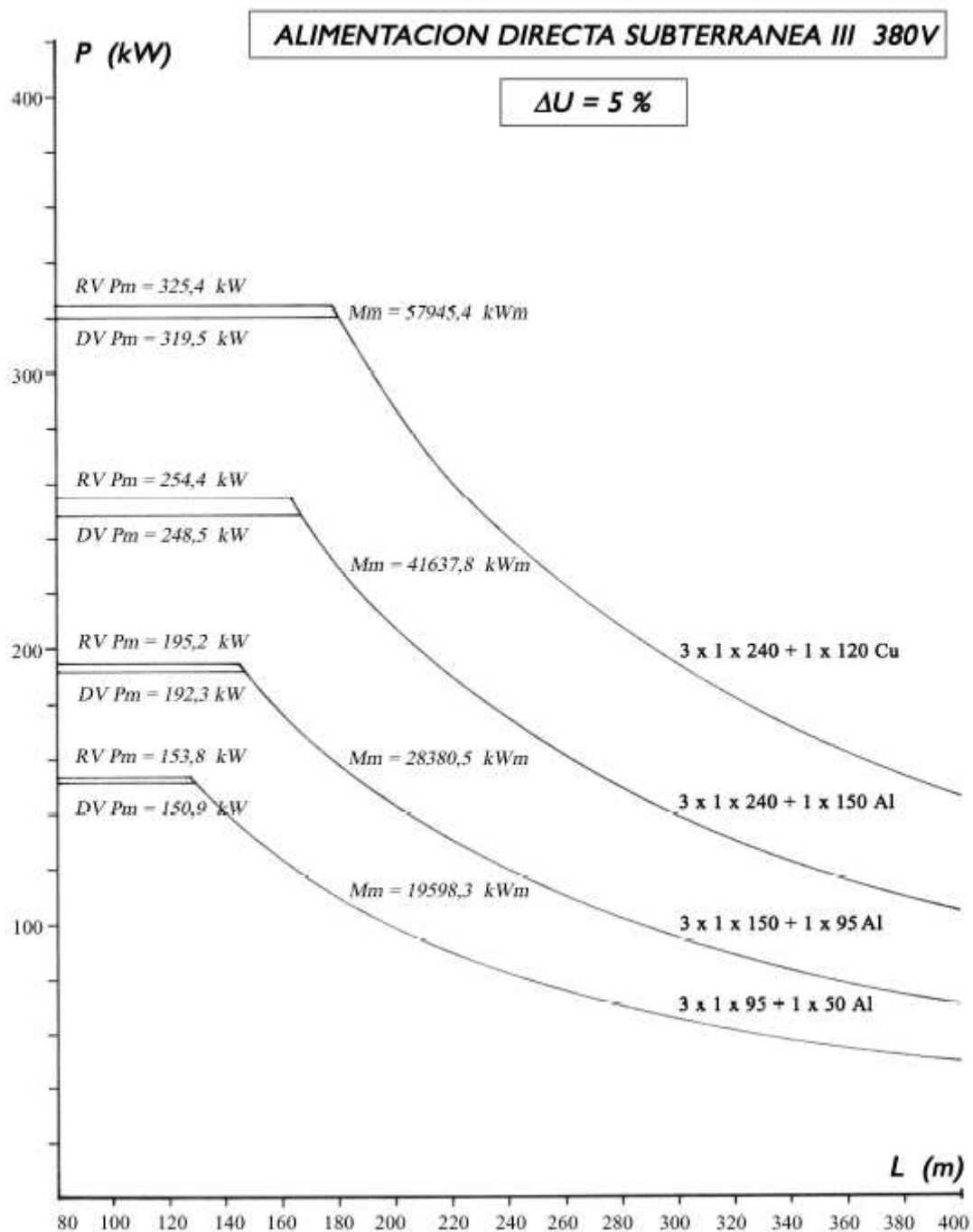


Fig 5 – Acometida directa subterránea III 400 V. Potencias máximas de transporte

## **7. INSTALACIÓN ELÉCTRICA EN BAJA TENSIÓN NUEVA NAVE**

La instalación consta de una nave, de la cual se proyecta en este apartado la instalación eléctrica.

### **8.1. DESCRIPCIÓN**

Dada la actividad de la industria se hace imprescindible dotarla de una instalación eléctrica capaz de cubrir sus necesidades.

Se trata de una instalación eléctrica tipo industria, partiendo del cuadro eléctrico General de baja tensión, que dará servicio al alumbrado, fuerza, un Cuadro Secundario destinado a la maquinaria que se encuentre en la zona de trabajo de la planta y otro Cuadro Secundario para el grupo de presión del sistema de incendios.

La cabina de barnizado-secado se considerará local con riesgo de incendio o explosión.

Las instalaciones transcurrirán por bandejas portacables preferentemente metálicas de rejilla, las cuales discurrirán por la parte alta de la industria, desde la cual se descenderá bajo tubo a cada uno de los receptores correspondientes. Todas las líneas estarán protegidas según indica la reglamentación correspondiente y de acuerdo con lo indicado en los esquemas unifilares.

Para la zona de maquinaria, la instalación se realizará bajo canalización subterránea.

### **8.2. CARACTERÍSTICAS GENERALES DE LA INSTALACIÓN**

Dadas las características específicas de los locales por su utilización, distinguiremos varios tipos de dependencias:

- Pasillo, Aseos y Vestuarios.
- Oficina, Despacho y Sala de reuniones.
- Área de trabajo – Cabina de secado.

Las zonas dedicadas a Pasillo, Aseo y Vestuarios se adecuarán a su normativa específica.

El Área destinada a trabajos (Sala de máquinas), la consideraremos como sala de máquinas y se adaptarán a su normativa específica.

Las zonas dedicadas a Oficinas, los consideramos como local normal (asimilables a viviendas) y su instalación será principalmente empotrada en paredes y en montaje superficie y oculta en falsos techos.

La compañía suministradora nos facilita el servicio de acometida. En la misma fachada irán alojados la caja de seccionamiento y protección y el armario de medida.

En la instalación interior distinguiremos un cuadro general de distribución alojado a la

entrada de la nave, desde el que partirán las diferentes líneas en que se va a subdividir la instalación. Además de este cuadro general, la instalación constara de dos cuadros secundarios, el primer cuadro secundario alojado en la zona de maquinaria, para el suministro de varias máquinas allí alojadas y el segundo cuadro secundario en la sala del grupo de presión para dar servicio a éste. Ambos suministros serán trifásicos.

El alumbrado de las oficinas, vestuarios y pasillo se realizará mediante pantallas fluorescentes de 4x18W.

Se dispondrá de lámparas de bajo consumo de 20 y 11 W para los aseos, las cuales actuarán paralelamente con un ventilador extractor.

Para el alumbrado de la zona de trabajo y de maquinaria se ha optado por emplear lámparas de descarga de 400 W. El alumbrado está diseñado de manera que se cumpla el mínimo requerido y su distribución sea lo mas uniforme posible en toda la zona.

Todo el local estará debidamente señalizado con las lámparas de emergencia de 11W en las salidas y pasillos orientados hacia la salida principal.

El coeficiente de simultaneidad para todo el alumbrado de la instalación es de la unidad.

En cuanto a circuitos de fuerza, tendremos que diseñar circuitos para receptores como bombas de calor de 5 kW, secamanos de 2500 W y tomas de corriente de 16 A por base.

Para las máquinas se ha considerado la unidad, ya que es muy posible que trabajen conjuntamente.

La distribución de la instalación interior se realizara mediante cable de PVC, 450/750 V, tendido sobre bandejas metálicas de rejilla y realizando la bajada a los distintos elementos con tubo sobre pared, excepto la línea que va del cuadro principal al subcuadro que la realizaremos mediante cable 0.6/1 kV, XLPE, sobre bandeja también.

Como elementos de protección contra sobrecargas, cortocircuitos y contactos indirectos dispondremos de interruptores magnetotérmicos y diferenciales, ubicados en el interior de los cuadros de protección y distribución.

La cabina de barnizado-secado se tratará como local con riesgo de explosión y se instalarán cortafuegos para aislar la instalación.

### 8.3. PROGRAMA DE NECESIDADES

La potencia instalada será:

Alumbrado:

- Oficina	720 W
- Despacho	288 W
- Sala reuniones	288 W
- Pasillo	216 W
- Vestuarios	288 W
- Baño1	42 W
- Baño2	42 W
- Ventilador baño 1	120 W
- Ventilador baño 2	120 W
- Área Trabajos	5600 W
- Emergencias	132 W

Bombas de Calor:

- Bomba Calor 1	5000 W
- Bomba Calor 2	5000 W
- Bomba Calor 3	5000 W
- Bomba Calor 4	5000 W
- Bomba Calor 5	5000 W

Tomas de Corriente:

- Tomas Corriente Oficina, Sala reuniones y despacho	3680 W
- Tomas Corriente Vestuarios, Baño y pasillo	3680 W
- Tomas Corriente Secamanos	5000 W
- Tomas Corriente Zona Trabajo	3680 W

Cuadro Secundario Máquinas:

- M1 – Mecanizadora puertas	8 kW
- M2 – Taladro industrial	6,5 CV
- M3 – Regrosadora 1	4,75 kW
- M4 – Regrosadora 2	8 kW
- M5 – Perfiladora	5,5 kW
- M6 – Sierra industrial	6,5 CV
- M7 – Sierra escuadra	7,5 CV
- M8 – Fresadora	8,5 CV
- M9 – Abisagradora	1,5 kW
- M10 – Lijadora	3,5 CV

- M11 – Barnizadora	4,5 kW
- M12 – Embaladora	1,5 kW
- Turbinas secado	3 CV x 2
- Extractores secado	3 CV x 2
- Compresor 1	5,5 kW
- Compresor 2	5,5 kW

Cuadro Secundario Presión:

- Grupo presión	7 kW
-----------------	------

**TOTAL POTENCIA INSTALADA: 133.398 W**

De acuerdo con las necesidades estimadas para la industria, tanto en la instalación de maquinaria y alumbrado necesaria para la actividad, así como fuerza para usos varios, se estima en **133,4 kW** de potencia instalada.

## **8.4. DESCRIPCIÓN TÉCNICA DE LA INSTALACIÓN**

### **8.4.1 LÍNEA DE ALIMENTACIÓN GENERAL (ACOMETIDA)**

Es parte de la instalación de la red de distribución, que alimenta la caja general de seccionamiento y protección (CSP) o unidad funcional equivalente (CGP). La instalación parte de los Bornes de Baja Tensión del Centro de Transformación (objeto del presente proyecto). Los conductores serán de cobre o aluminio.

Atendiendo a su trazado, al sistema de instalación y a las características de la red, nuestra acometida será subterránea. Los cables serán aislados (RV), de tensión asignada 0,6/1 kV, XLPE, en aluminio y 3x1x150+1x95 mm<sup>2</sup> de sección.

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.

### **8.4.2 INSTALACIÓN DE ENLACE**

#### **8.4.2.1. Caja de Seccionamiento y Protección**

Se colocará una caja de seccionamiento y protección con los fusibles buche de corte y seguridad, con una entrada y una salida, tal como se muestra en la figura mostrada en la descripción de la acometida de la red subterránea de Baja Tensión.

Se instalarán preferentemente sobre la fachada exterior del edificio, en un lugar libre y de permanente acceso. Su situación se fijará de común

acuerdo entre la propiedad y la empresa suministradora.

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

Las cajas de seccionamiento y 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 seccionamiento y 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.

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

#### **8.4.2.2. Derivación Individual**

Es la parte de la instalación que, partiendo de la caja de seccionamiento y protección (CSP), suministra energía eléctrica a una instalación de usuario. Comprende el conjunto de medida y los dispositivos generales de mando y protección. Está regulada por la ITC-BT-15.

Los conductores a utilizar en la derivación individual serán de cobre, unipolares y aislados siendo su tensión asignada 0.6/1 kV, XLPE, con una sección de 95 mm<sup>2</sup> para las fases y de 50 mm<sup>2</sup> en la toma de tierra, bajo tubo.

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.



### **8.4.3 CUADRO GENERAL DE BAJA TENSIÓN**

El cuadro general de mando y protección de la industria, denominado CGBT se situará lo más cerca posible del punto de entrada de la derivación individual.

El cuadro constará de una caja para colocar 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 el interruptor diferencial y los dispositivos generales de mando y protección.

Este cuadro estará constituido por perfiles y chapas plegadas formando módulos de dimensiones aproximadas de 2.000 mm. de altura, 1.000 mm. de fondo y 900 mm de anchura y cuyas dimensiones totales se confirmará en obra por el fabricante correspondiente.

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.

El dimensionado de los cuadros en espacio y elementos, deberá tener en cuenta las posibles ampliaciones de hasta un 30 % en reserva. Todos los elementos: barras, interruptores, soportes aislantes, etc, serán colocados para resistir los efectos de un cortocircuito trifásico que pudiera producirse.

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 43 según UNE 20.324. 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. Por tanto, todos los módulos estarán cerrados por el techo, fondo y laterales (los finales de cuadro), siendo accesibles por el frente anterior, mediante puertas equipadas con bisagras y cerrojos accionables con llave.

El cableado interior del Cuadro se efectuará con cable libre de halógenos, no propagador de la llama y reducida emisión de gases tóxicos y corrosivos.

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:

- Un interruptor de control de potencia máxima, de corte omnipolar (ICPM), de intensidad nominal mínima 400 A, regulable, 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 resto del cuadro.

- Un interruptor general automático (IGA), de intensidad asignada superior o igual a la del interruptor de control de potencia para una posible ampliación de potencia en un momento dado, en nuestro caso será de 400 A, regulable, destinado a la protección contra contactos indirectos de todos los circuitos (según ITC-BT-24).
  - Además dispondremos de un interruptor diferencial por cada circuito o grupo de circuitos, de 25 ó 40 ó 63 A y 30 mA para circuitos monofásicos de alumbrado y fuerza, y de 25 ó 160 A y 300 mA para los circuitos trifásicos de fuerza. De esta manera, podemos prescindir del interruptor diferencial general, siempre que queden protegidos todos los circuitos.
  - Por cada circuito individual, tendremos su interruptor de corte (PIA) de las dimensiones que en el esquema unifilar de la instalación se detalla.
  - Finalmente tendremos dos interruptores automáticos de corte y protección a la salida del cuadro general de distribución y a la entrada del cuadro secundario respectivamente, además de un diferencial en cabecera, de manera que esté protegida esa acometida hasta ese cuadro secundario que protegerá a la maquinaria del Área de Trabajo que dispone la instalación. Su dimensión también está detallada en el esquema unifilar.
- En el caso de los cuadros secundarios, el diferencial de cabecera emplazado en el cuadro principal tendrá una sensibilidad menor (tipo S) para evitar que interrumpa la corriente antes que el del cuadro secundario. El magnetotérmico poseerá una curva de disparo más lenta tipo D.

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.

#### **8.4.4 LÍNEA A CUADRO SECUNDARIO**

Las acometidas a los cuadros secundarios constituyen las diferentes alimentaciones para los servicios de alumbrado y fuerza motriz, que parten desde los embarrados correspondientes del cuadro general de distribución hasta los cuadros de distribución secundarios instalados en las diferentes zonas de la industria, así como, a los diferentes receptores que por su potencia, se considera necesario alimentarlos directamente desde el Cuadro General.

La alimentación al cuadro secundario se realizará con una línea trifásica con neutro a 3x400/230 y 50 Hz y estará formada por conductores de cobre, unipolares y aislados siendo su tensión asignada 0.6/1 kV, XLPE, con una sección acorde con la potencia a transportar y a la máxima caída de tensión admisible.

Todas las líneas irán canalizadas en sus tramos comunes en bandejas metálicas de rejilla y en tuberías de PVC rígido ó flexible en sus recorridos últimos hasta los cuadros correspondientes, de diámetros acordes con el número de cables y la sección de éstos, o bien y por medio de bandeja de PVC con Tapa ya en el interior de la industria.

Se dispondrá de un conductor de tierra en cada una de las líneas, de sección acorde al de las fases activas.

#### **8.4.5 CUADRO SECUNDARIO**

Los Cuadros Secundarios de distribución de la industria estarán ubicados en los lugares indicados en los planos correspondientes.

Desde dichos cuadros se realizará la alimentación a los diferentes servicios de fuerza motriz existentes.

Los Cuadros Secundarios se instalarán de forma preferente en montaje superficial y en el caso que por sus dimensiones lo aconsejen, en montaje sobre suelo. Estarán formados por módulos construidos con perfiles de chapa plegada laminada en frío, cerrados por el techo, fondo y laterales. Serán accesibles por el frente anterior, mediante puertas ciegas o puertas transparentes, equipadas con bisagras y cerrojos accionables con llave, disponiendo de la ventilación lateral adecuada.

El Grado de protección mínimo según IEC 529 y EN 60529 será IP-43, para aquellos cuadros situados en Cuartos Eléctricos específicos. Para aquellos que se encuentren situados en zona de industria el grado de protección mínimo será IP-55.

Las dimensiones serán acordes para alojar los equipos indicados en los esquemas correspondientes. Se dispondrá un 30 % de reserva de espacio para futuras ampliaciones.

Todos ellos irán equipados con interruptores diferenciales para proteger las instalaciones contra posibles defectos a tierra e interruptores automáticos magnetotérmicos de corte omnipolar para proteger las posibles sobrecargas y cortocircuitos, según el esquema unifilar.

En todos los cuadros se dejará previsto un conector de tierra formado por una pletina de cobre desnudo de dimensiones adecuadas, la cual se unirá a la red general de tierras del edificio.

## **8.4.6 GENERALIDADES DE LA INSTALACIÓN**

### **8.4.6.1 Conductores**

Los conductores y cables que se empleen en las instalaciones serán de cobre y serán siempre aislados. La tensión asignada será de 450/750 V, PVC, unipolares, bajo tubo. 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. Estas secciones quedan reflejadas en el esquema unifilar de la instalación.

El cable que unirá el cuadro general de distribución con el cuadro secundario para las máquinas, será unipolar, 0.6/1 kV, XLPE, de 70 mm<sup>2</sup> de sección, e irá protegido con un interruptor automático de 160 A. en cada cuadro y un diferencial en cabecera.

El cable que unirá el cuadro general de distribución con el cuadro secundario para el grupo de presión, será unipolar, 0.6/1 kV, XLPE, de 2,5 mm<sup>2</sup> de sección, e irá protegido con un interruptor automático de 16 A. en cada cuadro y un diferencial en cabecera.

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 %).

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 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, 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.

Local con riesgo de explosión:

Para instalaciones de seguridad intrínseca, los sistemas de cableado cumplirán los requisitos de la norma UNE-EN 60079-14 y de la norma UNE-EN 50039.

Los cables para el resto de las instalaciones tendrán una tensión mínima asignada de 450/750 V.

Las entradas de los cables y de los tubos a los aparatos eléctricos se realizarán de acuerdo con el modo de protección previsto. Los orificios de los equipos eléctricos para entradas de cables o tubos que no se utilicen deberán cerrarse mediante piezas acordes con el modo de protección de que vayan dotados dichos equipos.

Para las canalizaciones para equipos móviles se tendrá en cuenta lo establecido en la Instrucción ITC MIE-BT 21.

La intensidad admisible en los conductores deberá disminuirse en un 15% respecto al valor correspondiente a una instalación convencional. Además todos los cables de longitud igual o superior a 5 m estarán protegidos contra sobrecargas y cortocircuitos; para la protección de sobrecargas se tendrá en cuenta la intensidad de carga resultante fijada en el párrafo anterior y para la protección de cortocircuitos se tendrá en cuenta el valor máximo para un defecto en el comienzo del cable y el valor mínimo correspondiente a un defecto bifásico y franco al final del cable.

En el punto de transición de una canalización eléctrica de una zona a otra, o de un emplazamiento peligroso a otro no peligroso, se deberá impedir el paso de gases, vapores o líquidos inflamables. Eso puede precisar del sellado de zanjas, tubos, bandejas, etc., una ventilación adecuada o el relleno de zanjas con arena.

Los cables a emplear en los sistemas de cableado en los emplazamientos de clase I y clase II serán:

a) En instalaciones fijas:

- Cables de tensión asignada mínima 450/750V, aislados con mezclas termoplásticas o termoestables; instalados bajo tubo (según 9.3) metálico rígido o flexible conforme a norma UNE-EN 50086-1.

- Cables contruidos de modo que dispongan de una protección mecánica; se consideran como tales:

- Los cables con aislamiento mineral y cubierta metálica, según UNE 21157 parte 1.

- Los cables armados con alambre de acero galvanizado y con cubierta externa no metálica, según la serie UNE 21.123.

Los cables a utilizar en las instalaciones fijas deben cumplir, respecto a la reacción al fuego, lo indicado en la norma UNE 20432-3.

b) En alimentación de equipos portátiles o móviles. Se utilizaran cables con cubierta de policloropreno según UNE 21027 parte 4 o UNE 21150, que sean aptos para servicios móviles, de tensión asignada mínima 450/750V, flexibles y de sección mínima 1,5 mm<sup>2</sup>. La utilización de estos cables flexibles se restringirá a lo estrictamente necesario y como máximo a una longitud de 30 m.

En el caso de canalizaciones bajo tubo que se conecten a aparatos eléctricos con modo de protección antideflagrante provistos de cortafuegos, el tubo resistirá una presión interna mínima de 3 MPa durante 1 minuto y será, o bien de acero sin soldadura, galvanizado interior y exteriormente, conforme a la norma UNE 36582

Cuando por exigencias de la instalación, se precisen tubos flexibles (p.ej.: por existir vibraciones en la conexión del cableado bajo tubo), estos serán

metálicos corrugados de material resistente a la oxidación y características semejantes a los rígidos.

Los tubos con conductividad eléctrica deben conectarse a la red de tierra, su continuidad eléctrica quedará convenientemente asegurada. En el caso de utilizar tubos metálicos flexibles, es necesario que la distancia entre dos puesta a tierra consecutivas de los tubos no exceda de 10 metros.

#### **8.4.6.2 Maquinaria rotativa**

Las máquinas rotativas como motores, se instalarán de tal manera que la aproximación a sus partes en movimiento no pueda ser causa de accidente.

Los motores no estarán en contacto con materiales fácilmente combustibles, situándose como mínimo a un metro de distancia de estos.

Los conductores de conexión de estas máquinas estarán dimensionados para una intensidad mínima de 125% de la intensidad nominal de plena carga; si la línea alimentara a más de un motor, esta estará dimensionada para una intensidad mínima a la suma del 125% de la intensidad de plena carga del motor de mayor potencia, más la intensidad a plena carga de todos los demás motores.

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.

#### **8.4.6.3 Alumbrado**

Para la iluminación industrial, especialmente en la zona de trabajo, se ha estudiado mediante un programa específico de iluminación, de manera que mediante las luminarias que se detallan en el plano, con la separación entre ellas adecuado para que la distribución lumínica sea la correcta para la realización de los trabajos.

La distribución y características de las luminarias empleadas en cada zona son las indicadas en los planos de distribución correspondientes. Las luminarias serán conformes a los requisitos establecidos en las normas de la serie UNE-EN 60598.

En nuestro caso tendremos pantallas fluorescentes de 4x18 W y lámparas de bajo consumo de 20 y 11 W, lámparas de descarga de 400 W de vapor de mercurio y de emergencia de 11 W, según su lugar de ubicación.

Los niveles de iluminación que se han intentado obtener en cada sala son los siguientes:

- Zonas de trabajo	400 lux.
- Zona de pasillos	150 lux.
- Zona de baño y vestuarios	250 lux.
- Zona de oficinas	500 lux.

Todas las luminarias y aparatos se conectarán a tierra con un conductor de la misma sección que las fases activas y de las mismas características técnicas de color amarillo-verde.

Los receptores de alumbrado en todas las áreas de la instalación no asimilables a vivienda, serán estancos, de material hidrófugo y tendrán sus partes en tensión protegidas contra las proyecciones de agua, los portalámparas, pantallas y difusores serán de material aislante.

Las luminarias en todas las zonas de oficinas, pasillos y vestuarios, estarán constituidas por tubos fluorescentes alojados en el de interior de elementos estancos constituidos por carcasa de poliéster reforzada con fibra de vidrio, con reflector en chapa de acero en color blanco y cuba de cierre en PMMA acrílico prismático transparente.

La entrada de conductores se efectuará mediante tapones para adaptación en prensaestopas para conseguir en la totalidad del conjunto un grado de protección de IP-55. La fijación será directamente al techo.

Todas las lámparas de descarga tendrán compensado su factor de potencia hasta un valor mínimo de 0,9, denominadas como de alto factor.

Los circuitos de alimentación a las pantallas fluorescentes estarán previstos para transportar 1,8 veces la carga debida a los propios receptores, teniendo el conductor nuestro la misma sección que el de fase, siendo la tensión de alimentación de los mismos a 230 V, en distribución monofásica.

#### **8.4.6.4 Tomas de corriente**

Para atender las diferentes necesidades de los diferentes equipos que se puedan instalar en las diferentes salas y zonas, se ha previsto una

distribución por circuitos que alimentará a las tomas de corriente o cuadros de superficie.

Las tomas de corriente en zonas de oficinas, baños, y vestuarios serán de empotrar, mientras que en el resto de zonas como sala de trabajo y pasillos serán de superficie, todas ellas tipo schuko.

Todas las tomas de corriente se alimentarán del cuadro de protección correspondiente mediante circuitos independientes con el fin de hacer una protección por sectores, realizándose la distribución según lo indicado en planos de planta.

Todas las tomas de corriente estarán dotadas de conexión equipotencial a la red de tierras.

#### **8.4.6.5 Alumbrado de emergencia y señalización**

Es aquel que debe permitir en caso de fallo del alumbrado general la evacuación fácil y segura del personal de trabajo hacia el exterior. Estará alimentado por fuentes propias de energía, en este caso por equipos autónomos automáticos alimentados por un suministro para su carga.

Este alumbrado deberá funcionar durante un mínimo de una hora y poder proporcionar en el eje de los pasos principales la iluminación adecuada (1 lux mínimo), manteniéndose ésta constante a lo largo de este tiempo. Entrará en funcionamiento de forma automática, cuando falle el alumbrado general.

Las líneas que alimentan directamente los circuitos individuales de las lámparas de los alumbrados especiales estarán protegidos por interruptores automáticos con una intensidad nominal de 10 A como máximo.

En nuestro caso los equipos de emergencia autónomos estarán formados por dos tipos básicos:

- Equipos autónomos de Emergencia estancos para el interior de la industria con un grado de protección mínimo IP-65.
- Equipos autónomos de Emergencia para las zonas interiores (no industria) con un grado de protección mínimo IP-42.

La distribución y características de los diferentes tipos de luminarias empleadas vienen reflejadas en los planos de distribución de alumbrado correspondientes.

#### **8.4.7 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.

## **8.4.8 SISTEMAS DE INSTALACIONES**

### **8.4.8.1 Prescripciones generales**

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

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

### **- 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.
- 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.
- 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.

### **- Conductores aislados fijados directamente en pared**

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

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

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

### **- Conductores aislados enterrados**

Las condiciones para estas canalizaciones, en las que los conductores aislados deberán ir bajo tubo salvo que tengan cubierta y una tensión asignada 0,6/1kV, se establecerán de acuerdo con lo señalado en la Instrucciones ITC-BT-07 e ITC-BT-21.

### **- Conductores aislados directamente empotrados en estructuras**

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

### **- Conductores aislados en el interior de huecos de la construcción**

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

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

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

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

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

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

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

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

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

### **- 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.

### **- Conductores aislados en bandeja o soporte de bandeja**

Sólo se utilizarán conductores aislados con cubierta (incluidos cables armados o con aislamiento mineral), unipolares o multipolares según norma UNE 20.460 -5-52.

## **8.5. PROTECCIÓN CONTRA SOBRECARGAS Y CORTOCIRCUITOS**

Como protección contra sobrecargas y cortocircuitos se instalarán interruptores automáticos magnetotérmicos de corte omnipolar, de intensidad proporcional a la sección de la línea que protege, instalado en su origen.

Estos interruptores automáticos magnetotérmicos deben cortar la corriente máxima del circuito en que estén colocados, sin dar lugar a la formación de arco permanente, abriendo o cerrando los circuitos sin posibilidad de tomar una posición intermedia entre apertura y cierre.

## **8.6. PROTECCIÓN CONTRA CONTACTOS INDIRECTOS**

El sistema de protección contra contactos indirectos, es el de separar las partes activas y las masas accesibles por medio de aislamientos de protección. Además la instalación estará dotada de red equipotencial unida a la red de tierras, estando conexas todas las masas a esta red equipotencial.

A pesar de todo se instalarán interruptores automáticos diferenciales, que serán sensibles a la intensidad de defecto, quedando de esta manera asegurada que la corriente a tierra producida por un solo defecto franco, hace actuar el diferencial en un tiempo no superior a 5 segundos; la actuación de los diferenciales es de 50 ms.

También se cumple que una masa cualquiera no permanecerá en relación a una toma de tierra eléctricamente distinta, a un potencial superior a 24 voltios en los locales o emplazamientos conductores y a 50 voltios en el resto de los casos. También se cumple la condición de que todas las masas de la instalación estén unidas a la misma toma de tierra. La sensibilidad de estos interruptores diferenciales será de 30 mA (alta sensibilidad).

## **8.7. INSTALACIÓN DE PUESTA A TIERRA**

### **8.7.1. INTRODUCCIÓN**

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.

#### **- Toma de tierra:**

En nuestro caso, la toma de tierra estará compuesta por un conductor desnudo de 50 mm<sup>2</sup> de sección como mínimo, que se depositara en una zanja de 0,5 m de profundidad mínima a lo largo del perímetro del local. A ese cable desnudo, se unirán mediante piezas apropiadas o incluso por soldadura aluminotérmica, tantas picas como sean necesarias para conseguir una resistencia de tierra menor de 20 ohmios. Las picas serán de acero-cobre de dimensiones mínimas de 14 mm. de diámetro y 2 m. de longitud, y se colocarán a una distancia de separación entre ellas no menor de 4 metros.

Un extremo del cable de cobre se elevará a la superficie en el interior de un tubo aislante hasta una caja de seccionamiento, donde se unirá a la línea principal de tierra. De ahí entraremos al cuadro de distribución principal, mediante un conductor de cobre tipo H07V UNE 21.031, de la misma sección que el conductor neutro de la línea, que alimenta a dicho cuadro, que será como mínimo de 16 mm<sup>2</sup>.

El punto de puesta a tierra estará constituido por un dispositivo de conexión (regleta, placa, borne, etc...), que permita la unión entre los conductores de la líneas de enlace y principal de tierra, de forma que pueda mediante útiles apropiados, separarse éstas, con el fin de poder realizar la medida de la resistencia de tierra. Todo ello en arqueta registrable.

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.

#### - Conductores de protección:

Los conductores de protección sirven para unir eléctricamente las masas de una instalación a ciertos elementos con el fin de asegurar la protección contra los contactos indirectos.

En el circuito de puesta a tierra, los conductores de protección unirán las masas a la línea principal de tierra.

Siempre la conexión de las masas y los elementos metálicos al circuito de puesta a tierra se efectuará por derivación desde éste. El dimensionado de estos conductores será:

CONDUCTOR DE FASE (mm <sup>2</sup> )	CONDUCTORES DE PROTECCIÓN (mm <sup>2</sup> )
S > 35	S/2
35	16
25	16
16	16
10	10
6	6
4	4
2,5	2,5
1,5	2,5

Los circuitos de puesta a tierra formarán una línea eléctricamente continúa en la que no podrán incluirse en serie, ni masas, ni elementos metálicos, cualquiera que sean éstos.



- **Electrodos, naturaleza, constitución, dimensiones y condiciones de la instalación:**

Naturaleza de los electrodos

En la instalación que proyectamos, los electrodos serán artificiales y constituidos por barras de cobre de 14 mm. de diámetro.

Las longitudes mínimas de estos electrodos no serán inferiores a 2 metros. Si son necesarias dos picas conectadas en paralelo con el fin de conseguir una resistencia de tierra admisible, la separación entre ellas es recomendable que sea igual, por lo menos, a la longitud enterrada de las mismas, si son necesarias varias picas conectadas en paralelo, la separación entre ellas deberá ser mayor que en el caso anterior.

Los electrodos deberán estar enterrados a una profundidad que impida sean afectados por las labores del terreno y por las heladas y nunca a menos de 50 cm.

El terreno será tan húmedo como sea posible, y preferentemente tierra vegetal, prohibiéndose constituir los electrodos por piezas metálicas simplemente sumergidas en agua. Se tenderán a suficiencia de los depósitos o infiltraciones que puedan atacarlos y, si es posible, fuera de los pasos de personas y vehículos.

Resistencia a tierra

El electrodo se dimensiona de forma que su resistencia de tierra, en cualquier circunstancia previsible, no sea superior al valor especificado para ella en cada caso.

Este 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 puedan 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 de la corriente de servicio (interruptores automáticos diferenciales).

La sección del conductor de la línea principal y línea de enlace a tierra será de 16 mm<sup>2</sup> en cobre.

Para las derivaciones de las líneas principales de tierra, las secciones mínimas serán las que se indican en la instrucción MI-BT 019 para los conductores de protección.

- **Conexiones de conductores de los circuitos de tierra con las partes metálicas, masas y electrodos:**

Los conductores de los circuitos de tierra tendrán un buen contacto eléctrico tanto con las partes metálicas y masas que se desean poner a tierra como con el electrodo. A estos efectos se dispone que las conexiones de los conductores de los circuitos de tierra con las partes metálicas y con los electrodos se efectúen con todo cuidado por medio de piezas de empalme adecuadas, asegurando las superficies de contacto de forma que la conexión sea efectiva por medio de tornillos, elementos de comprensión, remaches o soldadura de alto punto de fusión tales como estaño, plata, etc...

Los contactos deben disponerse limpios, sin humedad y de tal forma que no sea fácil que la acción del tiempo destruya por efectos electroquímicos las conexiones efectuadas. A este fin, y procurando siempre que la resistencia de los contactos no sea elevada, se protegerán éstos en forma adecuada con envolventes o pastas, si ello se estimase conveniente.

Prohibido interrumpir los circuitos de tierra. Se prohíbe intercalar en los circuitos de tierra seccionadores, fusibles o interruptores. Solo se permite disponer un dispositivo de corte en los puntos de puesta a tierra, de forma que permita medir la resistencia de la toma de tierra.

Esta toma de tierra ha de estar en una arqueta registrable.

### 8.7.2. **DESCRIPCIÓN**

Las tomas de tierra estarán constituidas por los elementos siguientes:

- Electrodo. Es una masa metálica, permanentemente en buen contacto con el terreno, para facilitar el paso de éste de las corrientes de defecto que puedan presentarse o la carga eléctrica que tenga o pueda tener.
- Línea de enlace con tierra. Está formada por los conductores que unen el electrodo o conjunto de electrodos con el punto de puesta a tierra.
- Punto de puesta a tierra. Es un punto situado fuera del suelo que sirve de unión entre la línea de enlace con tierra y la línea principal de tierra.

### **8.7.3. TIPOS**

En esta instalación se prevé que existan al menos los siguientes tipos de toma de tierra:

- a) Toma de tierra de la estructura del edificio.
- b) Toma de tierra de el/los centro/s de transformación (circuitos separados para herrajes y neutro).
- c) Toma de tierra de los cuadros de protección y mando.
- d) Toma de tierra de las máquinas.
- e) Toma de Tierra de Circuitos de fuerza.

En este apartado sólo trataremos de los apartados a), c), d) y e) ya que el b) ya fue tratado en apartados anteriores.

#### **TOMA DE TIERRA ESTRUCTURA EDIFICIO.**

La instalación dispondrá de puntos de puesta a tierra, convenientemente distribuidos, que estarán conectados al mismo electrodo o conjunto de electrodos, para conseguir una resistencia de tierra inferior a 15 Ohm.

A nivel de cimentación y a lo largo de todo el perímetro del edificio se dispondrá de un conductor de protección de cobre desnudo de sección 50 mm<sup>2</sup> enterrado a una profundidad mínima de 80 cm. A este conductor se conectarán por soldadura aluminotermia todos los pilares de la estructura así como las líneas principales de bajadas a tierra de la instalación.

#### **TOMA DE TIERRA CUADROS DE PROTECCIÓN Y MANDO.**

La instalación del Cuadro General de Baja Tensión dispondrá de un punto de puesta a tierra conectado al conjunto de electrodos, para conseguir una resistencia de tierra inferior a 15 Ohms.

Todos los cuadros eléctricos enlazarán con el cuadro principal mediante las oportunas líneas de tierra, asegurándose así la protección de todos ellos.

#### **TOMA DE TIERRA MAQUINARIA.**

Cada máquina o bien dispondrá de un punto de puesta a tierra conectado a un electrodo de forma que se asegure el valor de resistencia inferior a 15 Ohms ó bien se conectará a la toma de tierra del edificio.

#### **TOMA DE TIERRA DE CIRCUITOS DE FUERZA**

Los circuitos de fuerza dispondrán de un punto de puesta a tierra conectado a un electrodo de forma que se asegure el valor de resistencia inferior a 15 Ohms.

## 8.8. CÁLCULOS ELÉCTRICOS

### 8.8.1. TENSIÓN NOMINAL Y CAIDAS DE TENSIÓN MÁXIMA ADMISIBLE

El suministro normal a la industria se efectuará en baja tensión a 3x400/230 V.- 50 Hz.

La distribución de esta instalación será: monofásica en las derivaciones a 230 voltios, entre fase y neutro, para alumbrado y fuerza y trifásica para los consumos de motores a 400 V. de tensión entre los conductores activos

Las caídas de tensión máximas admisibles según tramos serán las siguientes:

- De Transformador a Cuadro General (CGBT): 1.5 % a 400 V.
- De CGBT a Cuadros Secundarios: 1,5 % a 400 V.
- Circuito de distribución de alumbrado: 1.5 % a 230 V.
- Circuito de distribución de fuerza: 3,5% a 230 V.

Siendo las secciones mínimas de 2,5 mm<sup>2</sup> para F.M. (fuerza motriz) en distribución y 1,5 mm<sup>2</sup> para Alumbrado.

En todo momento se tendrán en cuenta que la caída de tensión desde el origen de la instalación (considerando éste los bornes de baja tensión del Transformador) y cualquier punto de utilización, será menor del 4,5% de la tensión nominal para las líneas de alumbrado y del 6,5% para el resto de las líneas según se indica en el apartado 2.2.2 de la Instrucción Técnica ITC- BT-19

Para el cálculo se considerarán alimentados todos los elementos que se consideren de utilización simultánea.

### 8.8.2. FÓRMULAS UTILIZADAS

Para el cálculo de la potencia y la sección de los conductores se ha seguido lo especificado en el Reglamento Electrotécnico para Baja Tensión, actualmente en vigor.

Para el cálculo de las secciones de los conductores se han seguido los siguientes pasos:

a) Se ha calculado la intensidad del circuito mediante las fórmulas siguientes:

$$\text{Circuito Monofásico: } I = \frac{P}{U \times \cos \varphi}$$

$$\text{Circuito Trifásico: } I = \frac{P}{1.73 \times V \times \cos \varphi}$$

Donde:

I = Intensidad en (A)

P = Potencia en (W)

U = Tensión entre fase y neutro en (V)

V = Tensión entre fases en (V)

$\varphi$  = Ángulo de desfase entre la tensión y la intensidad.

Una vez conocida la intensidad en Amperios, se han elegido los conductores mediante las Tablas de la Instrucciones ITC-BT 06, 07, 19 y Norma UNE 20.460-5-523.

Se ha tenido en cuenta si el cables es unipolar o en manguera, si el circuito es monofásico o trifásico, el material del aislamiento, el tipo de instalación y los factores de corrección debido a agrupaciones de cables.

b) Para el cálculo de la sección por caída de tensión del mismo conductor, se han empleado las siguientes fórmulas:

$$\text{Circuito Monofásico: } S = \frac{2 \times P \times L}{C \times U \times e}$$

$$\text{Circuito Trifásico: } S = \frac{P}{C \times V \times e}$$

Donde:

S = Sección del cable en (mm<sup>2</sup>)

P = Potencia en (W)

L = Longitud del conductor en (m)

C = Conductividad del conductor en (m / mm<sup>2</sup> Ω).

e = caída de tensión en (V)

U = Tensión entre fase y neutro en (V)

V = Tensión entre fases en (V)

### 8.8.3. CÁLCULOS ELÉCTRICOS

#### CUADRO GENERAL DE MANDO Y PROTECCION

##### Fórmulas

Emplearemos las siguientes:

##### Sistema Trifásico:

$$I = Pc / 1,732 \times U \times \text{Cosj} \times R = \text{amp (A)}$$

$$e = (L \times Pc / k \times U \times n \times S \times R) + (L \times Pc \times Xu \times \text{Senj} / 1000 \times U \times n \times R \times \text{Cosj}) = \text{voltios (V)}$$

##### Sistema Monofásico:

$$I = Pc / U \times \text{Cosj} \times R = \text{amp (A)}$$

$$e = (2 \times L \times Pc / k \times U \times n \times S \times R) + (2 \times L \times Pc \times Xu \times \text{Senj} / 1000 \times U \times n \times R \times \text{Cosj}) = \text{volt.(V)}$$

En donde:

Pc = Potencia de Cálculo en Watios.

L = Longitud de Cálculo en metros.

e = Caída de tensión en Voltios.

K = Conductividad. Cobre 56. Aluminio 35.

I = Intensidad en Amperios.

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

S = Sección del conductor en mm<sup>2</sup>.

Cos φ = Coseno de φ. Factor de potencia.

R = Rendimiento. (Para líneas motor).

n = N° de conductores por fase.

Xu = Reactancia por unidad de longitud en mΩ/m.

**DEMANDA DE POTENCIAS**

- Potencia total instalada:

**CUADRO PRINCIPAL:**

ALDO. OFICINAS	1296 W
ALDO. ASEOS Y VEST	828 W
ALDO. EMERG. 1	88 W
ALDO ZON TRABAJO 1	1600 W
ALDO ZON TRABAJO 2	1600 W
ALDO ZON TRABAJO 3	1600 W
ALDO ZON TRABAJO 4	800 W
ALDO. EMERG. 2	44 W
BOMBA CALOR 1	5000 W
BOMBA CALOR 2	5000 W
BOMBA CALOR 3	5000 W
BOMBA CALOR 4	5000 W
BOMBA CALOR 5	5000 W
SECAMANOS	2500 W
SECAMANOS 2	2500 W
T.C. OFICINAS	3680 W
T.C. ASEO Y VEST	3680 W
T.C. AREA TRABAJO	3680 W

**SUBCUADRO MAQUINAS:**

MECANIZ. PUERTAS	8000 W
TALADRO INDUSTRIAL	4784 W
REGROSADORA 1	4750 W
REGROSADORA 2	8000 W
PERFILADORA	5500 W
SIERRA INDUSTRIAL	4784 W
SIERRA ESCUADRA	5520 W
FRESADORA	6256 W
ABISAGRADORA	1500 W
LIJADORA	2576 W
BARNIZADORA	4500 W
EMBALADORA	1500 W
EXTRACTOR SECADO	4416 W
TURBINA SECADO	4416 W
COMPRESOR 1	5500 W
COMPRESOR 2	5500 W

**SUBCUADRO PRESIÓN:**

GRUPO PRESIÓN	7000 W
<b>TOTAL....</b>	<b>133398 W</b>

**- Potencia Instalada Alumbrado (W): 7856****- Potencia Instalada Fuerza (W): 125542**

Cálculo de la LINEA GENERAL DE ALIMENTACION

- Tensión de servicio: 400 V.
- Canalización: B1-Unip.Tubos Superf.o Emp.Obra
- Longitud: 2 m; Cos  $\varphi$ : 0.8;  $X_u(m\Omega/m)$ : 0;
- Potencia a instalar: 133398 W.
- Potencia de cálculo: (Según ITC-BT-47 y ITC-BT-44):  
 $8000 \times 1.25 + 131490.8 = 141490.8$  W.(Coef. de Simult.: 1 )

$$I = 141490.8 / 1,732 \times 400 \times 0.8 = 255.29 \text{ A.}$$

Se eligen conductores Unipolares  $2(4 \times 95 + TT \times 50) \text{ mm}^2 \text{ Cu}$

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

I.ad. a 40°C (Fc=1) 448 A. según ITC-BT-19

Diámetro exterior tubo: 2(140) mm.

Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 56.24

$$e(\text{parcial}) = 2 \times 141490.8 / 48.65 \times 400 \times 2 \times 95 = 0.08 \text{ V.} = 0.02 \%$$

$$e(\text{total}) = 0.02\% \text{ ADMIS (4.5\% MAX.)}$$

Prot. Térmica:

Fusibles Int. 400 A.

Cálculo de la DERIVACION INDIVIDUAL

- Tensión de servicio: 400 V.
- Canalización: B1-Unip.Tubos Superf.o Emp.Obra
- Longitud: 3 m; Cos  $\varphi$ : 0.8;  $X_u(m\Omega/m)$ : 0;
- Potencia a instalar: 133398 W.
- Potencia de cálculo: (Según ITC-BT-47 y ITC-BT-44):  
 $8000 \times 1.25 + 131490.8 = 141490.8$  W.(Coef. de Simult.: 1 )

$$I = 141490.8 / 1,732 \times 400 \times 0.8 = 255.29 \text{ A.}$$

Se eligen conductores Unipolares  $2(4 \times 95 + TT \times 50) \text{ mm}^2 \text{ Cu}$

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

I.ad. a 40°C (Fc=1) 448 A. según ITC-BT-19

Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 56.24

$$e(\text{parcial}) = 3 \times 141490.8 / 48.65 \times 400 \times 2 \times 95 = 0.11 \text{ V.} = 0.03 \%$$

$$e(\text{total}) = 0.05\% \text{ ADMIS (4.5\% MAX.)}$$

Prot. Térmica:

I. de Corte en Carga Int. 400 A.

ICPM de Corte en Carga Int. 250 A

Cálculo de la Línea: ALDO. ZONA OFICINA

- Tensión de servicio: 230 V.
- Canalización: C-Unip.o Mult.sobre Pared
- Longitud: 0.3 m; Cos  $\varphi$ : 0.8;  $X_u(m\Omega/m)$ : 0;
- Potencia a instalar: 2212 W.
- Potencia de cálculo: (Según ITC-BT-44):  
 $3789.6$  W.(Coef. de Simult.: 1 )

$$I = 3789.6 / 230 \times 0.8 = 20.6 \text{ A.}$$



Se eligen conductores Unipolares 2x6mm<sup>2</sup>Cu  
Nivel Aislamiento, Aislamiento: 450/750 V, PVC. Desig. UNE: H07V-K  
I.ad. a 40°C (Fc=1) 40 A. según ITC-BT-19

Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 47.95

$e(\text{parcial})=2 \times 0.3 \times 3789.6 / 50.07 \times 230 \times 6 = 0.03 \text{ V} = 0.01 \%$

$e(\text{total})=0.06\% \text{ ADMIS (4.5\% MAX.)}$

Protección diferencial:

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

#### Cálculo de la Línea: ALDO. OFICINAS

- Tensión de servicio: 230 V.
- Canalización: B1-Unip.Tubos Superf.o Emp.Obra
- Longitud: 45 m; Cos  $\varphi$ : 1;  $X_u(\text{m}\Omega/\text{m})$ : 0;
- Potencia a instalar: 1296 W.
- Potencia de cálculo: (Según ITC-BT-44):  
 $1296 \times 1.8 = 2332.8 \text{ W}$ .

$I=2332.8/230 \times 1=10.14 \text{ A}$ .

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

Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 47

$e(\text{parcial})=2 \times 45 \times 2332.8 / 50.24 \times 230 \times 2.5 = 7.27 \text{ V} = 3.16 \%$

$e(\text{total})=3.22\% \text{ ADMIS (4.5\% MAX.)}$

Prot. Térmica:

I. Mag. Bipolar Int. 16 A.

#### Cálculo de la Línea: ALDO. ASEOS Y VEST

- Tensión de servicio: 230 V.
- Canalización: B1-Unip.Tubos Superf.o Emp.Obra
- Longitud: 50 m; Cos  $\varphi$ : 1;  $X_u(\text{m}\Omega/\text{m})$ : 0;
- Potencia a instalar: 828 W.
- Potencia de cálculo: (Según ITC-BT-44):  
 $588 \times 1.8 + 240 = 1298.4 \text{ W}$ .

$I=1298.4/230 \times 1=5.65 \text{ A}$ .

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

Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 44.25

$e(\text{parcial})=2 \times 50 \times 1298.4 / 50.73 \times 230 \times 1.5 = 7.42 \text{ V} = 3.23 \%$

$e(\text{total})=3.29\% \text{ ADMIS (4.5\% MAX.)}$

Prot. Térmica:

I. Mag. Bipolar Int. 10 A.

#### Cálculo de la Línea: ALDO. EMERG. 1

- Tensión de servicio: 230 V.
- Canalización: B1-Unip.Tubos Superf.o Emp.Obra
- Longitud: 30 m; Cos  $\varphi$ : 1;  $X_u(m\Omega/m)$ : 0;
- Potencia a instalar: 88 W.
- Potencia de cálculo: (Según ITC-BT-44):  
 $88 \times 1.8 = 158.4$  W.

$$I = 158.4 / 230 \times 1 = 0.69 \text{ A.}$$

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

Caída de tensión:

Temperatura cable ( $^\circ\text{C}$ ): 40.06  
 $e(\text{parcial}) = 2 \times 30 \times 158.4 / 51.5 \times 230 \times 1.5 = 0.53 \text{ V.} = 0.23 \%$   
 $e(\text{total}) = 0.29\% \text{ ADMIS (4.5\% MAX.)}$

Prot. Térmica:

I. Mag. Bipolar Int. 10 A.

#### Cálculo de la Línea: ALDO ZON TRABAJO 1

- Tensión de servicio: 230 V.
- Canalización: C-Unip.o Mult.sobre Pared
- Longitud: 0.3 m; Cos  $\varphi$ : 0.8;  $X_u(m\Omega/m)$ : 0;
- Potencia a instalar: 1600 W.
- Potencia de cálculo: (Según ITC-BT-44):  
 $2880 \text{ W. (Coef. de Simult.: 1)}$

$$I = 2880 / 230 \times 0.8 = 15.65 \text{ A.}$$

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

Caída de tensión:

Temperatura cable ( $^\circ\text{C}$ ): 44.59  
 $e(\text{parcial}) = 2 \times 0.3 \times 2880 / 50.67 \times 230 \times 6 = 0.02 \text{ V.} = 0.01 \%$   
 $e(\text{total}) = 0.06\% \text{ ADMIS (4.5\% MAX.)}$

Protección diferencial:

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

#### Cálculo de la Línea: ALDO ZON TRABAJO 1

- Tensión de servicio: 230 V.
- Canalización: B1-Unip.Tubos Superf.o Emp.Obra
- Longitud: 85 m; Cos  $\varphi$ : 1;  $X_u(m\Omega/m)$ : 0;
- Potencia a instalar: 1600 W.
- Potencia de cálculo: (Según ITC-BT-44):  
 $1600 \times 1.8 = 2880 \text{ W.}$

$$I = 2880 / 230 \times 1 = 12.52 \text{ A.}$$

Se eligen conductores Unipolares  $2 \times 6 + TT \times 6 \text{ mm}^2 \text{ Cu}$   
Nivel Aislamiento, Aislamiento: 450/750 V, PVC. Desig. UNE: H07V-K  
I.ad. a  $40^\circ\text{C}$  ( $F_c=1$ ) 36 A. según ITC-BT-19  
Diámetro exterior tubo: 25 mm.

Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 43.63

$e(\text{parcial})=2 \times 85 \times 2880 / 50.85 \times 230 \times 6 = 6.98 \text{ V.} = 3.03 \%$

$e(\text{total})=3.09\% \text{ ADMIS (4.5\% MAX.)}$

Prot. Térmica:

I. Mag. Bipolar Int. 16 A.

#### Cálculo de la Línea: ALDO ZON TRABAJO 2

- Tensión de servicio: 230 V.

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

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

- Potencia a instalar: 1600 W.

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

2880 W.(Coef. de Simult.: 1 )

$I=2880/230 \times 0.8=15.65 \text{ A.}$

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

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

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

Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 47.65

$e(\text{parcial})=2 \times 0.3 \times 2880 / 50.12 \times 230 \times 4 = 0.04 \text{ V.} = 0.02 \%$

$e(\text{total})=0.06\% \text{ ADMIS (4.5\% MAX.)}$

Protección diferencial:

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

#### Cálculo de la Línea: ALDO ZON TRABAJO 2

- Tensión de servicio: 230 V.

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

- Longitud: 80 m; Cos  $\phi$ : 1;  $X_u(\text{m}\Omega/\text{m})$ : 0;

- Potencia a instalar: 1600 W.

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

1600x1.8=2880 W.

$I=2880/230 \times 1=12.52 \text{ A.}$

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

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

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

Diámetro exterior tubo: 20 mm.

Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 46.45

$e(\text{parcial})=2 \times 80 \times 2880 / 50.34 \times 230 \times 4 = 9.95 \text{ V.} = 4.33 \%$

$e(\text{total})=4.39\% \text{ ADMIS (4.5\% MAX.)}$

Prot. Térmica:

I. Mag. Bipolar Int. 16 A.

#### Cálculo de la Línea: ALDO ZON TRABAJO 3

- Tensión de servicio: 230 V.

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

- Longitud: 0.3 m; Cos  $\varphi$ : 0.8;  $X_u(m\Omega/m)$ : 0;
- Potencia a instalar: 1600 W.
- Potencia de cálculo: (Según ITC-BT-44):  
2880 W.(Coef. de Simult.: 1 )

$$I=2880/230 \times 0.8=15.65 \text{ A.}$$

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

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

I.ad. a 40°C (Fc=1) 23 A. según ITC-BT-19

Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 53.89

$$e(\text{parcial})=2 \times 0.3 \times 2880 / 49.04 \times 230 \times 2.5=0.06 \text{ V.}=0.03 \%$$

$$e(\text{total})=0.07\% \text{ ADMIS (4.5\% MAX.)}$$

Protección diferencial:

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

#### Cálculo de la Línea: ALDO ZON TRABAJO 3

- Tensión de servicio: 230 V.
- Canalización: B1-Unip.Tubos Superf.o Emp.Obra
- Longitud: 50 m; Cos  $\varphi$ : 1;  $X_u(m\Omega/m)$ : 0;
- Potencia a instalar: 1600 W.
- Potencia de cálculo: (Según ITC-BT-44):  
1600x1.8=2880 W.

$$I=2880/230 \times 1=12.52 \text{ A.}$$

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

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

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

Diámetro exterior tubo: 20 mm.

Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 50.67

$$e(\text{parcial})=2 \times 50 \times 2880 / 49.59 \times 230 \times 2.5=10.1 \text{ V.}=4.39 \%$$

$$e(\text{total})=4.47\% \text{ ADMIS (4.5\% MAX.)}$$

Prot. Térmica:

I. Mag. Bipolar Int. 16 A.

#### Cálculo de la Línea: ALDO ZON TRABAJO 4

- Tensión de servicio: 230 V.
- Canalización: C-Unip.o Mult.sobre Pared
- Longitud: 0.3 m; Cos  $\varphi$ : 0.8;  $X_u(m\Omega/m)$ : 0;
- Potencia a instalar: 844 W.
- Potencia de cálculo: (Según ITC-BT-44):  
1519.2 W.(Coef. de Simult.: 1 )

$$I=1519.2/230 \times 0.8=8.26 \text{ A.}$$

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

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

I.ad. a 40°C (Fc=1) 23 A. según ITC-BT-19

Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 43.87

$$e(\text{parcial})=2 \times 0.3 \times 1519.2 / 50.8 \times 230 \times 2.5=0.03 \text{ V.}=0.01 \%$$

$e(\text{total})=0.06\%$  ADMIS (4.5% MAX.)

Protección diferencial:

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

#### Cálculo de la Línea: ALDO ZON TRABAJO 4

- Tensión de servicio: 230 V.
- Canalización: B1-Unip.Tubos Superf.o Emp.Obra
- Longitud: 60 m; Cos  $\varphi$ : 1;  $X_u(\text{m}\Omega/\text{m})$ : 0;
- Potencia a instalar: 800 W.
- Potencia de cálculo: (Según ITC-BT-44):  
 $800 \times 1.8 = 1440 \text{ W}$ .

$I = 1440 / 230 \times 1 = 6.26 \text{ A}$ .

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

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

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

Diámetro exterior tubo: 16 mm.

Caída de tensión:

Temperatura cable ( $^\circ\text{C}$ ): 45.23

$e(\text{parcial}) = 2 \times 60 \times 1440 / 50.56 \times 230 \times 1.5 = 9.91 \text{ V} = 4.31 \%$

$e(\text{total}) = 4.37\%$  ADMIS (4.5% MAX.)

Prot. Térmica:

I. Mag. Bipolar Int. 10 A.

#### Cálculo de la Línea: ALDO. EMERG. 2

- Tensión de servicio: 230 V.
- Canalización: B1-Unip.Tubos Superf.o Emp.Obra
- Longitud: 85 m; Cos  $\varphi$ : 1;  $X_u(\text{m}\Omega/\text{m})$ : 0;
- Potencia a instalar: 44 W.
- Potencia de cálculo: (Según ITC-BT-44):  
 $44 \times 1.8 = 79.2 \text{ W}$ .

$I = 79.2 / 230 \times 1 = 0.34 \text{ A}$ .

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

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

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

Diámetro exterior tubo: 16 mm.

Caída de tensión:

Temperatura cable ( $^\circ\text{C}$ ): 40.02

$e(\text{parcial}) = 2 \times 85 \times 79.2 / 51.51 \times 230 \times 1.5 = 0.76 \text{ V} = 0.33 \%$

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

Prot. Térmica:

I. Mag. Bipolar Int. 10 A.

#### Cálculo de la Línea: BOMBAS CALOR

- Tensión de servicio: 400 V.
- Canalización: C-Unip.o Mult.sobre Pared
- Longitud: 0.3 m; Cos  $\varphi$ : 0.8;  $X_u(\text{m}\Omega/\text{m})$ : 0;
- Potencia a instalar: 15000 W.
- Potencia de cálculo: (Según ITC-BT-47):

$$5000 \times 1.25 + 10000 = 16250 \text{ W. (Coef. de Simult.: 1)}$$

$$I = 16250 / 1,732 \times 400 \times 0.8 = 29.32 \text{ A.}$$

Se eligen conductores Unipolares  $4 \times 10 \text{ mm}^2 \text{ Cu}$

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

I.ad. a  $40^\circ\text{C}$  ( $F_c=1$ ) 50 A. según ITC-BT-19

Caída de tensión:

Temperatura cable ( $^\circ\text{C}$ ): 50.32

$$e(\text{parcial}) = 0.3 \times 16250 / 49.65 \times 400 \times 10 = 0.02 \text{ V.} = 0.01 \%$$

$$e(\text{total}) = 0.05\% \text{ ADMIS (4.5\% MAX.)}$$

Protección diferencial:

Inter. Dif. Tetrapolar Int.: 63 A. Sens. Int.: 300 mA.

#### Cálculo de la Línea: BOMBA CALOR 1

- Tensión de servicio: 400 V.

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

- Longitud: 15 m;  $\text{Cos } \varphi$ : 0.8;  $X_u(\text{m}\Omega/\text{m})$ : 0; R: 1

- Potencia a instalar: 5000 W.

- Potencia de cálculo: (Según ITC-BT-47):

$$5000 \times 1.25 = 6250 \text{ W.}$$

$$I = 6250 / 1,732 \times 400 \times 0.8 \times 1 = 11.28 \text{ A.}$$

Se eligen conductores Unipolares  $4 \times 2.5 + \text{TT} \times 2.5 \text{ mm}^2 \text{ Cu}$

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

I.ad. a  $40^\circ\text{C}$  ( $F_c=1$ ) 18.5 A. según ITC-BT-19

Diámetro exterior tubo: 20 mm.

Caída de tensión:

Temperatura cable ( $^\circ\text{C}$ ): 51.15

$$e(\text{parcial}) = 15 \times 6250 / 49.51 \times 400 \times 2.5 \times 1 = 1.89 \text{ V.} = 0.47 \%$$

$$e(\text{total}) = 0.53\% \text{ ADMIS (6.5\% MAX.)}$$

Prot. Térmica:

I. Mag. Tetrapolar Int. 16 A.

#### Cálculo de la Línea: BOMBA CALOR 2

- Tensión de servicio: 400 V.

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

- Longitud: 30 m;  $\text{Cos } \varphi$ : 0.8;  $X_u(\text{m}\Omega/\text{m})$ : 0; R: 1

- Potencia a instalar: 5000 W.

- Potencia de cálculo: (Según ITC-BT-47):

$$5000 \times 1.25 = 6250 \text{ W.}$$

$$I = 6250 / 1,732 \times 400 \times 0.8 \times 1 = 11.28 \text{ A.}$$

Se eligen conductores Unipolares  $4 \times 2.5 + \text{TT} \times 2.5 \text{ mm}^2 \text{ Cu}$

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

I.ad. a  $40^\circ\text{C}$  ( $F_c=1$ ) 18.5 A. según ITC-BT-19

Diámetro exterior tubo: 20 mm.

Caída de tensión:

Temperatura cable ( $^\circ\text{C}$ ): 51.15

$$e(\text{parcial}) = 30 \times 6250 / 49.51 \times 400 \times 2.5 \times 1 = 3.79 \text{ V.} = 0.95 \%$$

$$e(\text{total}) = 1\% \text{ ADMIS (6.5\% MAX.)}$$

Prot. Térmica:

I. Mag. Tetrapolar Int. 16 A.

Cálculo de la Línea: BOMBA CALOR 3

- Tensión de servicio: 400 V.
- Canalización: B1-Unip.Tubos Superf.o Emp.Obra
- Longitud: 40 m; Cos  $\varphi$ : 0.8;  $X_u(m\Omega/m)$ : 0; R: 1
- Potencia a instalar: 5000 W.
- Potencia de cálculo: (Según ITC-BT-47):  
 $5000 \times 1.25 = 6250$  W.

$$I = 6250 / 1,732 \times 400 \times 0.8 \times 1 = 11.28 \text{ A.}$$

Se eligen conductores Unipolares  $4 \times 2.5 + TT \times 2.5 \text{ mm}^2 \text{ Cu}$   
 Nivel Aislamiento, Aislamiento: 450/750 V, PVC. Desig. UNE: H07V-K  
 I.ad. a  $40^\circ\text{C}$  ( $F_c=1$ ) 18.5 A. según ITC-BT-19  
 Diámetro exterior tubo: 20 mm.

Caída de tensión:

Temperatura cable ( $^\circ\text{C}$ ): 51.15  
 $e(\text{parcial}) = 40 \times 6250 / 49.51 \times 400 \times 2.5 \times 1 = 5.05 \text{ V.} = 1.26 \%$   
 $e(\text{total}) = 1.32\% \text{ ADMIS (6.5\% MAX.)}$

Prot. Térmica:

I. Mag. Tetrapolar Int. 16 A.

Cálculo de la Línea: BOMBAS CALOR 2

- Tensión de servicio: 400 V.
- Canalización: C-Unip.o Mult.sobre Pared
- Longitud: 0.3 m; Cos  $\varphi$ : 0.8;  $X_u(m\Omega/m)$ : 0;
- Potencia a instalar: 10000 W.
- Potencia de cálculo: (Según ITC-BT-47):  
 $5000 \times 1.25 + 5000 = 11250$  W. (Coef. de Simult.: 1)

$$I = 11250 / 1,732 \times 400 \times 0.8 = 20.3 \text{ A.}$$

Se eligen conductores Unipolares  $4 \times 6 \text{ mm}^2 \text{ Cu}$   
 Nivel Aislamiento, Aislamiento: 450/750 V, PVC. Desig. UNE: H07V-K  
 I.ad. a  $40^\circ\text{C}$  ( $F_c=1$ ) 36 A. según ITC-BT-19

Caída de tensión:

Temperatura cable ( $^\circ\text{C}$ ): 49.54  
 $e(\text{parcial}) = 0.3 \times 11250 / 49.79 \times 400 \times 6 = 0.03 \text{ V.} = 0.01 \%$   
 $e(\text{total}) = 0.05\% \text{ ADMIS (4.5\% MAX.)}$

Protección diferencial:

Inter. Dif. Tetrapolar Int.: 40 A. Sens. Int.: 300 mA.

Cálculo de la Línea: BOMBA CALOR 4

- Tensión de servicio: 400 V.
- Canalización: B1-Unip.Tubos Superf.o Emp.Obra
- Longitud: 45 m; Cos  $\varphi$ : 0.8;  $X_u(m\Omega/m)$ : 0; R: 1
- Potencia a instalar: 5000 W.
- Potencia de cálculo: (Según ITC-BT-47):  
 $5000 \times 1.25 = 6250$  W.

$$I = 6250 / 1,732 \times 400 \times 0.8 \times 1 = 11.28 \text{ A.}$$

Se eligen conductores Unipolares  $4 \times 2.5 + TT \times 2.5 \text{ mm}^2 \text{ Cu}$

Nivel Aislamiento, Aislamiento: 450/750 V, PVC. Desig. UNE: H07V-K  
I.ad. a 40°C (Fc=1) 18.5 A. según ITC-BT-19  
Diámetro exterior tubo: 20 mm.

Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 51.15  
e(parcial)= $45 \times 6250 / 49.51 \times 400 \times 2.5 \times 1 = 5.68$  V.=1.42 %  
e(total)=1.48% ADMIS (6.5% MAX.)

Prot. Térmica:

I. Mag. Tetrapolar Int. 16 A.

#### Cálculo de la Línea: BOMBA CALOR 5

- Tensión de servicio: 400 V.
- Canalización: B1-Unip.Tubos Superf.o Emp.Obra
- Longitud: 50 m; Cos  $\varphi$ : 0.8; Xu(m $\Omega$ /m): 0; R: 1
- Potencia a instalar: 5000 W.
- Potencia de cálculo: (Según ITC-BT-47):  
5000x1.25=6250 W.

I=6250/1,732x400x0.8x1=11.28 A.

Se eligen conductores Unipolares 4x2.5+TTx2.5mm<sup>2</sup>Cu  
Nivel Aislamiento, Aislamiento: 450/750 V, PVC. Desig. UNE: H07V-K  
I.ad. a 40°C (Fc=1) 18.5 A. según ITC-BT-19  
Diámetro exterior tubo: 20 mm.

Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 51.15  
e(parcial)= $50 \times 6250 / 49.51 \times 400 \times 2.5 \times 1 = 6.31$  V.=1.58 %  
e(total)=1.63% ADMIS (6.5% MAX.)

Prot. Térmica:

I. Mag. Tetrapolar Int. 16 A.

#### Cálculo de la Línea: FUERZA ASEO

- Tensión de servicio: 230 V.
- Canalización: C-Unip.o Mult.sobre Pared
- Longitud: 0.3 m; Cos  $\varphi$ : 0.8; Xu(m $\Omega$ /m): 0;
- Potencia a instalar: 5000 W.
- Potencia de cálculo:  
5000 W.(Coef. de Simult.: 1 )

I=5000/230x0.8=27.17 A.

Se eligen conductores Unipolares 2x6mm<sup>2</sup>Cu  
Nivel Aislamiento, Aislamiento: 450/750 V, PVC. Desig. UNE: H07V-K  
I.ad. a 40°C (Fc=1) 40 A. según ITC-BT-19

Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 53.85  
e(parcial)= $2 \times 0.3 \times 5000 / 49.05 \times 230 \times 6 = 0.04$  V.=0.02 %  
e(total)=0.07% ADMIS (4.5% MAX.)

Protección diferencial:

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

#### Cálculo de la Línea: SECAMANOS



- Tensión de servicio: 230 V.
- Canalización: B1-Unip.Tubos Superf.o Emp.Obra
- Longitud: 25 m; Cos  $\varphi$ : 0.8;  $X_u(m\Omega/m)$ : 0;
- Potencia a instalar: 2500 W.
- Potencia de cálculo: 2500 W.

$$I=2500/230 \times 0.8=13.59 \text{ A.}$$

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

Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 52.56

$$e(\text{parcial})=2 \times 25 \times 2500 / 49.27 \times 230 \times 2.5=4.41 \text{ V.}=1.92 \%$$

$$e(\text{total})=1.99\% \text{ ADMIS (6.5\% MAX.)}$$

Prot. Térmica:

I. Mag. Bipolar Int. 16 A.

#### Cálculo de la Línea: SECAMANOS 2

- Tensión de servicio: 230 V.
- Canalización: B1-Unip.Tubos Superf.o Emp.Obra
- Longitud: 35 m; Cos  $\varphi$ : 0.8;  $X_u(m\Omega/m)$ : 0;
- Potencia a instalar: 2500 W.
- Potencia de cálculo: 2500 W.

$$I=2500/230 \times 0.8=13.59 \text{ A.}$$

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

Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 52.56

$$e(\text{parcial})=2 \times 35 \times 2500 / 49.27 \times 230 \times 2.5=6.18 \text{ V.}=2.69 \%$$

$$e(\text{total})=2.75\% \text{ ADMIS (6.5\% MAX.)}$$

Prot. Térmica:

I. Mag. Bipolar Int. 16 A.

#### Cálculo de la Línea: T.C. OFICINAS

- Tensión de servicio: 230 V.
- Canalización: C-Unip.o Mult.sobre Pared
- Longitud: 0.3 m; Cos  $\varphi$ : 0.8;  $X_u(m\Omega/m)$ : 0;
- Potencia a instalar: 3680 W.
- Potencia de cálculo:  
     3680 W.(Coef. de Simult.: 1 )

$$I=3680/230 \times 0.8=20 \text{ A.}$$

Se eligen conductores Unipolares 2x4mm<sup>2</sup>Cu  
 Nivel Aislamiento, Aislamiento: 450/750 V, PVC. Desig. UNE: H07V-K  
 I.ad. a 40°C (Fc=1) 31 A. según ITC-BT-19

Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 52.49

$e(\text{parcial})=2 \times 0.3 \times 3680 / 49.28 \times 230 \times 4 = 0.05 \text{ V.} = 0.02 \%$   
 $e(\text{total})=0.07\% \text{ ADMIS (4.5\% MAX.)}$

Prot. Térmica:

I. Mag. Bipolar Int. 20 A.

Protección diferencial:

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

#### Cálculo de la Línea: T.C. OFICINAS

- Tensión de servicio: 230 V.
- Canalización: B1-Unip.Tubos Superf.o Emp.Obra
- Longitud: 85 m; Cos  $\varphi$ : 0.8;  $X_u(\text{m}\Omega/\text{m})$ : 0;
- Potencia a instalar: 3680 W.
- Potencia de cálculo: 3680 W.

$I=3680/230 \times 0.8=20 \text{ A.}$

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

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

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

Diámetro exterior tubo: 20 mm.

Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 56.46

$e(\text{parcial})=2 \times 85 \times 3680 / 48.61 \times 230 \times 4 = 13.99 \text{ V.} = 6.08 \%$

$e(\text{total})=6.15\% \text{ ADMIS (6.5\% MAX.)}$

#### Cálculo de la Línea: T.C. ASEO Y VEST

- Tensión de servicio: 230 V.
- Canalización: C-Unip.o Mult.sobre Pared
- Longitud: 0.3 m; Cos  $\varphi$ : 0.8;  $X_u(\text{m}\Omega/\text{m})$ : 0;
- Potencia a instalar: 3680 W.
- Potencia de cálculo:  
3680 W.(Coef. de Simult.: 1 )

$I=3680/230 \times 0.8=20 \text{ A.}$

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

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

I.ad. a 40°C (Fc=1) 23 A. según ITC-BT-19

Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 62.68

$e(\text{parcial})=2 \times 0.3 \times 3680 / 47.59 \times 230 \times 2.5 = 0.08 \text{ V.} = 0.04 \%$

$e(\text{total})=0.08\% \text{ ADMIS (4.5\% MAX.)}$

Prot. Térmica:

I. Mag. Bipolar Int. 20 A.

Protección diferencial:

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

#### Cálculo de la Línea: T.C. ASEO Y VEST

- Tensión de servicio: 230 V.
- Canalización: B1-Unip.Tubos Superf.o Emp.Obra
- Longitud: 45 m; Cos  $\varphi$ : 0.8;  $X_u(\text{m}\Omega/\text{m})$ : 0;
- Potencia a instalar: 3680 W.

- Potencia de cálculo: 3680 W.

$$I=3680/230 \times 0.8=20 \text{ A.}$$

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

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

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

Diámetro exterior tubo: 20 mm.

Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 67.21

$$e(\text{parcial})=2 \times 45 \times 3680 / 46.88 \times 230 \times 2.5=12.29 \text{ V.}=5.34 \%$$

$$e(\text{total})=5.42\% \text{ ADMIS (6.5\% MAX.)}$$

#### Cálculo de la Línea: T.C. AREA TRABAJO

- Tensión de servicio: 230 V.

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

- Longitud: 0.3 m; Cos φ: 0.8; Xu(mΩ/m): 0;

- Potencia a instalar: 3680 W.

- Potencia de cálculo:

$$3680 \text{ W. (Coef. de Simult.: 1 )}$$

$$I=3680/230 \times 0.8=20 \text{ A.}$$

Se eligen conductores Unipolares 2x10mm<sup>2</sup>Cu

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

I.ad. a 40°C (Fc=1) 54 A. según ITC-BT-19

Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 44.12

$$e(\text{parcial})=2 \times 0.3 \times 3680 / 50.76 \times 230 \times 10=0.02 \text{ V.}=0.01 \%$$

$$e(\text{total})=0.06\% \text{ ADMIS (4.5\% MAX.)}$$

Prot. Térmica:

I. Mag. Bipolar Int. 20 A.

Protección diferencial:

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

#### Cálculo de la Línea: T.C. AREA TRABAJO

- Tensión de servicio: 230 V.

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

- Longitud: 150 m; Cos φ: 0.8; Xu(mΩ/m): 0;

- Potencia a instalar: 3680 W.

- Potencia de cálculo: 3680 W.

$$I=3680/230 \times 0.8=20 \text{ A.}$$

Se eligen conductores Unipolares 2x10+TTx10mm<sup>2</sup>Cu

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

I.ad. a 40°C (Fc=1) 50 A. según ITC-BT-19

Diámetro exterior tubo: 25 mm.

Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 44.8

$$e(\text{parcial})=2 \times 150 \times 3680 / 50.63 \times 230 \times 10=9.48 \text{ V.}=4.12 \%$$

$$e(\text{total})=4.18\% \text{ ADMIS (6.5\% MAX.)}$$

#### Cálculo de la Línea: SUBCUADRO MAQUINAS

- Tensión de servicio: 400 V.
- Canalización: B1-Unip.Tubos Superf.o Emp.Obra
- Longitud: 38 m; Cos  $\varphi$ : 0.8;  $X_u(m\Omega/m)$ : 0;
- Potencia a instalar: 77502 W.
- Potencia de cálculo: (Según ITC-BT-47):  
 $8000 \times 1.25 + 69502 = 79502 \text{ W. (Coef. de Simult.: 1)}$

$$I = 79502 / (1.732 \times 400 \times 0.8) = 143.44 \text{ A.}$$

Se eligen conductores Unipolares 4x70+TTx35mm<sup>2</sup>Cu

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

I.ad. a 40°C (Fc=1) 149 A. según ITC-BT-19

Diámetro exterior tubo: 63 mm.

Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 67.8

$e(\text{parcial}) = 38 \times 79502 / (46.79 \times 400 \times 70) = 2.31 \text{ V.} = 0.58 \%$

$e(\text{total}) = 0.62\% \text{ ADMIS (4.5\% MAX.)}$

Protección Termica en Principio de Línea

I. Aut./Tet. In.: 160 A. Térmico reg. Int.Reg.: 146 A. Curva C

Protección Térmica en Final de Línea

I. Aut./Tet. In.: 160 A. Térmico reg. Int.Reg.: 146 A.

Protección diferencial en Principio de Línea

Relé y Transfor. Diferencial Sens.: 300 mA. Tipo S con regulación por tiempo

## SUBCUADRO

### SUBCUADRO MAQUINAS

#### DEMANDA DE POTENCIAS

- Potencia total instalada:

MECANIZ. PUERTAS	8000 W
TALADRO INDUSTRIAL	4784 W
REGROSADORA 1	4750 W
REGROSADORA 2	8000 W
PERFILADORA	5500 W
SIERRA INDUSTRIAL	4784 W
SIERRA ESCUADRA	5520 W
FRESADORA	6256 W
ABISAGRADORA	1500 W
LIJADORA	2576 W
BARNIZADORA	4500 W
EMBALADORA	1500 W
EXTRACTOR SECADO	4416 W
TURBINA SECADO	4416 W
COMPRESOR 1	5500 W
COMPRESOR 2	5500 W
<b>TOTAL....</b>	<b>77502 W</b>

- Potencia Instalada Fuerza (W): 77502

#### Cálculo de la Línea: MECANIZ. PUERTAS

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

- Longitud: 16 m; Cos  $\varphi$ : 0.8;  $X_u(m\Omega/m)$ : 0; R: 1
- Potencia a instalar: 8000 W.
- Potencia de cálculo: (Según ITC-BT-47):  
 $8000 \times 1.25 = 10000$  W.

$$I = 10000 / (1.732 \times 400 \times 0.8) = 18.04 \text{ A.}$$

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

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

I.ad. a 40°C (Fc=1) 24 A. según ITC-BT-19

Diámetro exterior tubo: 25 mm.

Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 56.96

$$e(\text{parcial}) = 16 \times 10000 / (48.53 \times 400 \times 4) = 2.06 \text{ V.} = 0.52 \%$$

$$e(\text{total}) = 1.14\% \text{ ADMIS (6.5\% MAX.)}$$

Prot. Térmica:

I. Mag. Tetrapolar Int. 20 A.

Protección diferencial:

Inter. Dif. Tetrapolar Int.: 40 A. Sens. Int.: 300 mA.

#### Cálculo de la Línea: TALADRO INDUSTRIAL

- Tensión de servicio: 400 V.
- Canalización: B1-Unip.Tubos Superf.o Emp.Obra
- Longitud: 8 m; Cos  $\varphi$ : 0.8;  $X_u(m\Omega/m)$ : 0; R: 1
- Potencia a instalar: 4784 W.
- Potencia de cálculo: (Según ITC-BT-47):  
 $4784 \times 1.25 = 5980$  W.

$$I = 5980 / (1.732 \times 400 \times 0.8) = 10.79 \text{ A.}$$

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

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

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

Diámetro exterior tubo: 20 mm.

Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 50.2

$$e(\text{parcial}) = 8 \times 5980 / (49.67 \times 400 \times 2.5) = 0.96 \text{ V.} = 0.24 \%$$

$$e(\text{total}) = 0.87\% \text{ ADMIS (6.5\% MAX.)}$$

Prot. Térmica:

I. Mag. Tetrapolar Int. 16 A.

Protección diferencial:

Inter. Dif. Tetrapolar Int.: 40 A. Sens. Int.: 300 mA.

#### Cálculo de la Línea: REGROSADORA 1

- Tensión de servicio: 400 V.
- Canalización: B1-Unip.Tubos Superf.o Emp.Obra
- Longitud: 24 m; Cos  $\varphi$ : 0.8;  $X_u(m\Omega/m)$ : 0; R: 1
- Potencia a instalar: 4750 W.
- Potencia de cálculo: (Según ITC-BT-47):  
 $4750 \times 1.25 = 5937.5$  W.

$$I = 5937.5 / (1.732 \times 400 \times 0.8) = 10.71 \text{ A.}$$

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

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

I.ad. a 40°C (Fc=1) 18.5 A. según ITC-BT-19  
Diámetro exterior tubo: 20 mm.

Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 50.06

$e(\text{parcial})=24 \times 5937.5 / 49.7 \times 400 \times 2.5 \times 1 = 2.87 \text{ V.} = 0.72 \%$

$e(\text{total})=1.34\% \text{ ADMIS (6.5\% MAX.)}$

Prot. Térmica:

I. Mag. Tetrapolar Int. 16 A.

Protección diferencial:

Inter. Dif. Tetrapolar Int.: 40 A. Sens. Int.: 300 mA.

#### Cálculo de la Línea: REGROSADORA 2

- Tensión de servicio: 400 V.

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

- Longitud: 21 m; Cos  $\varphi$ : 0.8;  $X_u(\text{m}\Omega/\text{m})$ : 0; R: 1

- Potencia a instalar: 8000 W.

- Potencia de cálculo: (Según ITC-BT-47):  
 $8000 \times 1.25 = 10000 \text{ W.}$

$I = 10000 / 1,732 \times 400 \times 0.8 \times 1 = 18.04 \text{ A.}$

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

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

I.ad. a 40°C (Fc=1) 24 A. según ITC-BT-19

Diámetro exterior tubo: 25 mm.

Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 56.96

$e(\text{parcial})=21 \times 10000 / 48.53 \times 400 \times 4 \times 1 = 2.7 \text{ V.} = 0.68 \%$

$e(\text{total})=1.3\% \text{ ADMIS (6.5\% MAX.)}$

Prot. Térmica:

I. Mag. Tetrapolar Int. 20 A.

Protección diferencial:

Inter. Dif. Tetrapolar Int.: 40 A. Sens. Int.: 300 mA.

#### Cálculo de la Línea: PERFILADORA

- Tensión de servicio: 400 V.

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

- Longitud: 32 m; Cos  $\varphi$ : 0.8;  $X_u(\text{m}\Omega/\text{m})$ : 0; R: 1

- Potencia a instalar: 5500 W.

- Potencia de cálculo: (Según ITC-BT-47):  
 $5500 \times 1.25 = 6875 \text{ W.}$

$I = 6875 / 1,732 \times 400 \times 0.8 \times 1 = 12.4 \text{ A.}$

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

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

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

Diámetro exterior tubo: 20 mm.

Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 53.49

$e(\text{parcial})=32 \times 6875 / 49.11 \times 400 \times 2.5 \times 1 = 4.48 \text{ V.} = 1.12 \%$

$e(\text{total})=1.74\% \text{ ADMIS (6.5\% MAX.)}$

Prot. Térmica:

I. Mag. Tetrapolar Int. 16 A.

Protección diferencial:

Inter. Dif. Tetrapolar Int.: 40 A. Sens. Int.: 300 mA.

#### Cálculo de la Línea: SIERRA INDUSTRIAL

- Tensión de servicio: 400 V.
- Canalización: B1-Unip.Tubos Superf.o Emp.Obra
- Longitud: 25 m; Cos  $\varphi$ : 0.8;  $X_u(m\Omega/m)$ : 0; R: 1
- Potencia a instalar: 4784 W.
- Potencia de cálculo: (Según ITC-BT-47):  
 $4784 \times 1.25 = 5980$  W.

$I = 5980 / 1,732 \times 400 \times 0.8 \times 1 = 10.79$  A.

Se eligen conductores Unipolares  $4 \times 2.5 + TT \times 2.5 \text{ mm}^2 \text{ Cu}$

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

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

Diámetro exterior tubo: 20 mm.

Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 50.2

$e(\text{parcial}) = 25 \times 5980 / 49.67 \times 400 \times 2.5 \times 1 = 3.01$  V. = 0.75 %

$e(\text{total}) = 1.38\%$  ADMIS (6.5% MAX.)

Prot. Térmica:

I. Mag. Tetrapolar Int. 16 A.

Protección diferencial:

Inter. Dif. Tetrapolar Int.: 40 A. Sens. Int.: 300 mA.

#### Cálculo de la Línea: SIERRA ESCUADRA

- Tensión de servicio: 400 V.
- Canalización: B1-Unip.Tubos Superf.o Emp.Obra
- Longitud: 22 m; Cos  $\varphi$ : 0.8;  $X_u(m\Omega/m)$ : 0; R: 1
- Potencia a instalar: 5520 W.
- Potencia de cálculo: (Según ITC-BT-47):  
 $5520 \times 1.25 = 6900$  W.

$I = 6900 / 1,732 \times 400 \times 0.8 \times 1 = 12.45$  A.

Se eligen conductores Unipolares  $4 \times 2.5 + TT \times 2.5 \text{ mm}^2 \text{ Cu}$

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

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

Diámetro exterior tubo: 20 mm.

Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 53.59

$e(\text{parcial}) = 22 \times 6900 / 49.09 \times 400 \times 2.5 \times 1 = 3.09$  V. = 0.77 %

$e(\text{total}) = 1.4\%$  ADMIS (6.5% MAX.)

Prot. Térmica:

I. Mag. Tetrapolar Int. 16 A.

Protección diferencial:

Inter. Dif. Tetrapolar Int.: 40 A. Sens. Int.: 300 mA.

#### Cálculo de la Línea: FRESADORA

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

- Longitud: 29 m; Cos  $\varphi$ : 0.8;  $X_u(m\Omega/m)$ : 0; R: 1
- Potencia a instalar: 6256 W.
- Potencia de cálculo: (Según ITC-BT-47):  
 $6256 \times 1.25 = 7820$  W.

$$I = 7820 / 1,732 \times 400 \times 0.8 = 14.11 \text{ A.}$$

Se eligen conductores Unipolares  $4 \times 2.5 + TT \times 2.5 \text{ mm}^2 \text{ Cu}$   
 Nivel Aislamiento, Aislamiento: 450/750 V, PVC. Desig. UNE: H07V-K  
 I.ad. a  $40^\circ\text{C}$  ( $F_c=1$ ) 18.5 A. según ITC-BT-19  
 Diámetro exterior tubo: 20 mm.

Caída de tensión:

Temperatura cable ( $^\circ\text{C}$ ): 57.45

$$e(\text{parcial}) = 29 \times 7820 / 48.44 \times 400 \times 2.5 = 4.68 \text{ V.} = 1.17 \%$$

$$e(\text{total}) = 1.79\% \text{ ADMIS (6.5\% MAX.)}$$

Prot. Térmica:

I. Mag. Tetrapolar Int. 16 A.

Protección diferencial:

Inter. Dif. Tetrapolar Int.: 40 A. Sens. Int.: 300 mA.

#### Cálculo de la Línea: ABISAGRADORA

- Tensión de servicio: 400 V.
- Canalización: B1-Unip.Tubos Superf.o Emp.Obra
- Longitud: 40 m; Cos  $\varphi$ : 0.8;  $X_u(m\Omega/m)$ : 0; R: 1
- Potencia a instalar: 1500 W.
- Potencia de cálculo: (Según ITC-BT-47):  
 $1500 \times 1.25 = 1875$  W.

$$I = 1875 / 1,732 \times 400 \times 0.8 = 3.38 \text{ A.}$$

Se eligen conductores Unipolares  $4 \times 2.5 + TT \times 2.5 \text{ mm}^2 \text{ Cu}$   
 Nivel Aislamiento, Aislamiento: 450/750 V, PVC. Desig. UNE: H07V-K  
 I.ad. a  $40^\circ\text{C}$  ( $F_c=1$ ) 18.5 A. según ITC-BT-19  
 Diámetro exterior tubo: 20 mm.

Caída de tensión:

Temperatura cable ( $^\circ\text{C}$ ): 41

$$e(\text{parcial}) = 40 \times 1875 / 51.33 \times 400 \times 2.5 = 1.46 \text{ V.} = 0.37 \%$$

$$e(\text{total}) = 0.99\% \text{ ADMIS (6.5\% MAX.)}$$

Prot. Térmica:

I. Mag. Tetrapolar Int. 16 A.

Protección diferencial:

Inter. Dif. Tetrapolar Int.: 40 A. Sens. Int.: 300 mA.

#### Cálculo de la Línea: LIJADORA

- Tensión de servicio: 400 V.
- Canalización: B1-Unip.Tubos Superf.o Emp.Obra
- Longitud: 31 m; Cos  $\varphi$ : 0.8;  $X_u(m\Omega/m)$ : 0; R: 1
- Potencia a instalar: 2576 W.
- Potencia de cálculo: (Según ITC-BT-47):  
 $2576 \times 1.25 = 3220$  W.

$$I = 3220 / 1,732 \times 400 \times 0.8 = 5.81 \text{ A.}$$

Se eligen conductores Unipolares  $4 \times 2.5 + TT \times 2.5 \text{ mm}^2 \text{ Cu}$   
 Nivel Aislamiento, Aislamiento: 450/750 V, PVC. Desig. UNE: H07V-K



I.ad. a 40°C (Fc=1) 18.5 A. según ITC-BT-19  
Diámetro exterior tubo: 20 mm.

Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 42.96

$e(\text{parcial})=31 \times 3220 / 50.97 \times 400 \times 2.5 \times 1 = 1.96 \text{ V.} = 0.49 \%$

$e(\text{total})=1.11\% \text{ ADMIS (6.5\% MAX.)}$

Prot. Térmica:

I. Mag. Tetrapolar Int. 16 A.

Protección diferencial:

Inter. Dif. Tetrapolar Int.: 40 A. Sens. Int.: 300 mA.

#### Cálculo de la Línea: BARNIZADORA

- Tensión de servicio: 400 V.

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

- Longitud: 30 m; Cos  $\varphi$ : 0.8;  $X_u(\text{m}\Omega/\text{m})$ : 0; R: 1

- Potencia a instalar: 4500 W.

- Potencia de cálculo: (Según ITC-BT-47):

$$4500 \times 1.25 = 5625 \text{ W.}$$

$I = 5625 / 1,732 \times 400 \times 0.8 \times 1 = 10.15 \text{ A.}$

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

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

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

Diámetro exterior tubo: 20 mm.

Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 49.03

$e(\text{parcial})=30 \times 5625 / 49.88 \times 400 \times 2.5 \times 1 = 3.38 \text{ V.} = 0.85 \%$

$e(\text{total})=1.47\% \text{ ADMIS (6.5\% MAX.)}$

Prot. Térmica:

I. Mag. Tetrapolar Int. 16 A.

Protección diferencial:

Inter. Dif. Tetrapolar Int.: 40 A. Sens. Int.: 300 mA.

#### Cálculo de la Línea: EMBALADORA

- Tensión de servicio: 400 V.

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

- Longitud: 36 m; Cos  $\varphi$ : 0.8;  $X_u(\text{m}\Omega/\text{m})$ : 0; R: 1

- Potencia a instalar: 1500 W.

- Potencia de cálculo: (Según ITC-BT-47):

$$1500 \times 1.25 = 1875 \text{ W.}$$

$I = 1875 / 1,732 \times 400 \times 0.8 \times 1 = 3.38 \text{ A.}$

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

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

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

Diámetro exterior tubo: 20 mm.

Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 41

$e(\text{parcial})=36 \times 1875 / 51.33 \times 400 \times 2.5 \times 1 = 1.32 \text{ V.} = 0.33 \%$

$e(\text{total})=0.95\% \text{ ADMIS (6.5\% MAX.)}$

Prot. Térmica:

I. Mag. Tetrapolar Int. 16 A.

Protección diferencial:

Inter. Dif. Tetrapolar Int.: 40 A. Sens. Int.: 300 mA.

#### Cálculo de la Línea: EXTRACTOR SECADO

- Tensión de servicio: 400 V.
- Canalización: B1-Unip.Tubos Superf.o Emp.Obra
- Longitud: 12 m; Cos  $\varphi$ : 0.8;  $X_u(m\Omega/m)$ : 0; R: 1
- Potencia a instalar: 4416 W.
- Potencia de cálculo: (Según ITC-BT-47):  
 $4416 \times 1.25 = 5520$  W.

$I = 5520 / (1.732 \times 400 \times 0.8) = 9.96$  A.

Se eligen conductores Unipolares  $4 \times 2.5 + TT \times 2.5 \text{ mm}^2 \text{ Cu}$

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

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

Diámetro exterior tubo: 20 mm.

Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 48.69

$e(\text{parcial}) = 12 \times 5520 / (49.94 \times 400 \times 2.5) = 1.33$  V. = 0.33 %

$e(\text{total}) = 0.96\%$  ADMIS (6.5% MAX.)

Prot. Térmica:

I. Mag. Tetrapolar Int. 16 A.

Protección diferencial:

Inter. Dif. Tetrapolar Int.: 40 A. Sens. Int.: 300 mA.

#### Cálculo de la Línea: TURBINA SECADO

- Tensión de servicio: 400 V.
- Canalización: B1-Unip.Tubos Superf.o Emp.Obra
- Longitud: 25 m; Cos  $\varphi$ : 0.8;  $X_u(m\Omega/m)$ : 0; R: 1
- Potencia a instalar: 4416 W.
- Potencia de cálculo: (Según ITC-BT-47):  
 $4416 \times 1.25 = 5520$  W.

$I = 5520 / (1.732 \times 400 \times 0.8) = 9.96$  A.

Se eligen conductores Unipolares  $4 \times 2.5 + TT \times 2.5 \text{ mm}^2 \text{ Cu}$

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

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

Diámetro exterior tubo: 20 mm.

Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 48.69

$e(\text{parcial}) = 25 \times 5520 / (49.94 \times 400 \times 2.5) = 2.76$  V. = 0.69 %

$e(\text{total}) = 1.32\%$  ADMIS (6.5% MAX.)

Prot. Térmica:

I. Mag. Tetrapolar Int. 16 A.

Protección diferencial:

Inter. Dif. Tetrapolar Int.: 40 A. Sens. Int.: 300 mA.

#### Cálculo de la Línea: COMPRESOR 1

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

- Longitud: 7 m; Cos  $\varphi$ : 0.8;  $X_u$ (m $\Omega$ /m): 0; R: 1
- Potencia a instalar: 5500 W.
- Potencia de cálculo: (Según ITC-BT-47):  
5500x1.25=6875 W.

$$I=6875/1,732 \times 400 \times 0.8 \times 1 = 12.4 \text{ A.}$$

Se eligen conductores Unipolares 4x2.5+TTx2.5mm<sup>2</sup>Cu  
 Nivel Aislamiento, Aislamiento: 450/750 V, PVC. Desig. UNE: H07V-K  
 I.ad. a 40°C (Fc=1) 18.5 A. según ITC-BT-19  
 Diámetro exterior tubo: 20 mm.

Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 53.49

$$e(\text{parcial})=7 \times 6875 / 49.11 \times 400 \times 2.5 \times 1 = 0.98 \text{ V.} = 0.24 \%$$

$$e(\text{total})=0.87\% \text{ ADMIS (6.5\% MAX.)}$$

Prot. Térmica:

I. Mag. Tetrapolar Int. 16 A.

Protección diferencial:

Inter. Dif. Tetrapolar Int.: 40 A. Sens. Int.: 300 mA.

#### Cálculo de la Línea: COMPRESOR 2

- Tensión de servicio: 400 V.
- Canalización: B1-Unip.Tubos Superf.o Emp.Obra
- Longitud: 5 m; Cos  $\varphi$ : 0.8;  $X_u$ (m $\Omega$ /m): 0; R: 1
- Potencia a instalar: 5500 W.
- Potencia de cálculo: (Según ITC-BT-47):  
5500x1.25=6875 W.

$$I=6875/1,732 \times 400 \times 0.8 \times 1 = 12.4 \text{ A.}$$

Se eligen conductores Unipolares 4x2.5+TTx2.5mm<sup>2</sup>Cu  
 Nivel Aislamiento, Aislamiento: 450/750 V, PVC. Desig. UNE: H07V-K  
 I.ad. a 40°C (Fc=1) 18.5 A. según ITC-BT-19  
 Diámetro exterior tubo: 20 mm.

Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 53.49

$$e(\text{parcial})=5 \times 6875 / 49.11 \times 400 \times 2.5 \times 1 = 0.7 \text{ V.} = 0.17 \%$$

$$e(\text{total})=0.8\% \text{ ADMIS (6.5\% MAX.)}$$

Prot. Térmica:

I. Mag. Tetrapolar Int. 16 A.

Protección diferencial:

Inter. Dif. Tetrapolar Int.: 40 A. Sens. Int.: 300 mA.

#### **CALCULO DE EMBARRADO SUBCUADRO MAQUINAS**

##### 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>): 90
- Ancho (mm): 30
- Espesor (mm): 3
- W<sub>x</sub>, I<sub>x</sub>, W<sub>y</sub>, I<sub>y</sub> (cm<sup>3</sup>, cm<sup>4</sup>): 0.45, 0.675, 0.045, 0.007
- I. admisible del embarrado (A): 315

#### a) Cálculo electrodinámico

$$\sigma_{\max} = I_{\text{pcc}}^2 \cdot L^2 / (60 \cdot d \cdot W_y \cdot n) = 6.82^2 \cdot 25^2 / (60 \cdot 10 \cdot 0.045 \cdot 1) = 1075.701 \leq 1200 \text{ kg/cm}^2 \text{ Cu}$$

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

$$I_{\text{cal}} = 143.44 \text{ A}$$

$$I_{\text{adm}} = 315 \text{ A}$$

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

$$I_{\text{pcc}} = 6.82 \text{ kA}$$

$$I_{\text{ccs}} = K_c \cdot S / (1000 \cdot \sqrt{t_{\text{cc}}}) = 164 \cdot 90 \cdot 1 / (1000 \cdot \sqrt{0.5}) = 20.87 \text{ kA}$$

#### Cálculo de la Línea: SUBCUADRO PRESION

- Tensión de servicio: 400 V.
- Canalización: B1-Unip.Tubos Superf.o Emp.Obra
- Longitud: 65 m; Cos  $\varphi$ : 0.8; X<sub>u</sub>(m $\Omega$ /m): 0;
- Potencia a instalar: 7000 W.
- Potencia de cálculo: (Según ITC-BT-47):  
7000x1.25=8750 W.(Coef. de Simult.: 1 )

$$I = 8750 / (1.732 \times 400 \times 0.8) = 15.79 \text{ A.}$$

Se eligen conductores Unipolares 4x2.5+TTx2.5mm<sup>2</sup>Cu  
 Nivel Aislamiento, Aislamiento: 450/750 V, PVC. Desig. UNE: H07V-K  
 I.ad. a 40°C (F<sub>c</sub>=1) 18.5 A. según ITC-BT-19  
 Diámetro exterior tubo: 20 mm.

Caída de tensión:

$$\text{Temperatura cable (°C): } 61.85$$

$$e(\text{parcial}) = 65 \times 8750 / (47.73 \times 400 \times 2.5) = 11.92 \text{ V.} = 2.98 \%$$

$$e(\text{total}) = 3.03\% \text{ ADMIS (4.5\% MAX.)}$$

Protección Térmica en Principio de Línea

I. Mag. Tetrapolar Int. 16 A. Curva C

Protección Térmica en Final de Línea

I. Mag. Tetrapolar Int. 16 A.

Protección diferencial en Principio de Línea

Inter. Dif. Tetrapolar Int.: 40 A. Sens. Int.: 300 mA. Tipo S con regulación por tiempo

#### **SUBCUADRO**

#### **SUBCUADRO PRESION**

#### DEMANDA DE POTENCIAS

- Potencia total instalada:

GRUPO PRESIÓN

7000 W

**TOTAL....****7000 W****- Potencia Instalada Fuerza (W): 7000**Cálculo de la Línea: GRUPO PRESIÓN

- Tensión de servicio: 400 V.
- Canalización: B1-Unip.Tubos Superf.o Emp.Obra
- Longitud: 4 m; Cos  $\varphi$ : 0.8;  $X_u(m\Omega/m)$ : 0; R: 1
- Potencia a instalar: 7000 W.
- Potencia de cálculo: (Según ITC-BT-47):  
7000x1.25=8750 W.

$$I=8750/1,732 \times 400 \times 0.8 \times 1 = 15.79 \text{ A.}$$

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

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

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

Diámetro exterior tubo: 20 mm.

Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 61.85

$$e(\text{parcial})=4 \times 8750 / 47.73 \times 400 \times 2.5 \times 1 = 0.73 \text{ V.} = 0.18 \%$$

$$e(\text{total})=3.21\% \text{ ADMIS (6.5\% MAX.)}$$

Prot. Térmica:

I. Mag. Tetrapolar Int. 16 A.

Protección diferencial:

Inter. Dif. Tetrapolar Int.: 40 A. Sens. Int.: 300 mA.

**CALCULO DE EMBARRADO SUBCUADRO PRESION**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
- $W_x, I_x, W_y, I_y$  (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

$$\sigma_{\max} = I_{pcc}^2 \cdot L^2 / (60 \cdot d \cdot W_y \cdot n) = 0.32^2 \cdot 25^2 / (60 \cdot 10 \cdot 0.008 \cdot 1) = 13.483 \leq 1200 \text{ kg/cm}^2 \text{ Cu}$$

b) Cálculo térmico, por intensidad admisible

$$I_{cal} = 15.79 \text{ A}$$

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

c) Comprobación por sollicitación térmica en cortocircuito

$$I_{pcc} = 0.32 \text{ kA}$$

$$I_{cccs} = K_c \cdot S / (1000 \cdot \sqrt{t_{cc}}) = 164 \cdot 24 \cdot 1 / (1000 \cdot \sqrt{0.5}) = 5.57 \text{ kA}$$

**CALCULO DE EMBARRADO CUADRO GENERAL DE MANDO Y PROTECCION**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>): 150
- Ancho (mm): 30
- 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>): 0.75, 1.125, 0.125, 0.031
- I. admisible del embarrado (A): 400

a) Cálculo electrodinámico

$$\sigma_{max} = I_{pcc}^2 \cdot L^2 / (60 \cdot d \cdot W_y \cdot n) = 11.56^2 \cdot 25^2 / (60 \cdot 10 \cdot 0.125 \cdot 1) = 1114.201 \leq 1200 \text{ kg/cm}^2 \text{ Cu}$$

b) Cálculo térmico, por intensidad admisible

$$I_{cal} = 255.29 \text{ A}$$

$$I_{adm} = 400 \text{ A}$$

c) Comprobación por sollicitación térmica en cortocircuito

$$I_{pcc} = 11.56 \text{ kA}$$

$$I_{cccs} = K_c \cdot S / (1000 \cdot \sqrt{t_{cc}}) = 164 \cdot 150 \cdot 1 / (1000 \cdot \sqrt{0.5}) = 34.79 \text{ kA}$$

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.Adm.. (A)	C.T.Parc. (%)	C.T.Total (%)	Dimensiones(mm) Tubo,Canal,Band.
ACOMETIDA	141490.8	19	3x150/70Al	255.29	264	0.41	0.41	180
LINEA GENERAL ALIMENT.	141490.8	2	2(4x95+TTx50)Cu	255.29	448	0.02	0.02	2(140)
DERIVACION IND.	141490.8	3	2(4x95+TTx50)Cu	255.29	448	0.03	0.05	
ALDO. ZONA OFICINA	3789.6	0.3	2x6Cu	20.6	40	0.01	0.06	
ALDO. OFICINAS	2332.8	45	2x2.5+TTx2.5Cu	10.14	21	3.16	3.22	20
ALDO. ASEOS Y VEST	1298.4	50	2x1.5+TTx1.5Cu	5.65	15	3.23	3.29	16
ALDO. EMERG. 1	158.4	30	2x1.5+TTx1.5Cu	0.69	15	0.23	0.29	16
ALDO ZON TRABAJO 1	2880	0.3	2x6Cu	15.65	40	0.01	0.06	
ALDO ZON TRABAJO 1	2880	85	2x6+TTx6Cu	12.52	36	3.03	3.09	25
ALDO ZON TRABAJO 2	2880	0.3	2x4Cu	15.65	31	0.02	0.06	
ALDO ZON TRABAJO 2	2880	80	2x4+TTx4Cu	12.52	27	4.33	4.39	20
ALDO ZON TRABAJO 3	2880	0.3	2x2.5Cu	15.65	23	0.03	0.07	
ALDO ZON TRABAJO 3	2880	50	2x2.5+TTx2.5Cu	12.52	21	4.39	4.47	20
ALDO ZON TRABAJO 4	1519.2	0.3	2x2.5Cu	8.26	23	0.01	0.06	

ALDO ZON TRABAJO 4	1440	60	2x1.5+TTx1.5Cu	6.26	15	4.31	4.37	16
ALDO. EMERG. 2	79.2	85	2x1.5+TTx1.5Cu	0.34	15	0.33	0.39	16
BOMBAS CALOR	16250	0.3	4x10Cu	29.32	50	0.01	0.05	
BOMBA CALOR 1	6250	15	4x2.5+TTx2.5Cu	11.28	18.5	0.47	0.53	20
BOMBA CALOR 2	6250	30	4x2.5+TTx2.5Cu	11.28	18.5	0.95	1	20
BOMBA CALOR 3	6250	40	4x2.5+TTx2.5Cu	11.28	18.5	1.26	1.32	20
BOMBAS CALOR 2	11250	0.3	4x6Cu	20.3	36	0.01	0.05	
BOMBA CALOR 4	6250	45	4x2.5+TTx2.5Cu	11.28	18.5	1.42	1.48	20
BOMBA CALOR 5	6250	50	4x2.5+TTx2.5Cu	11.28	18.5	1.58	1.63	20
FUERZA ASEO	5000	0.3	2x6Cu	27.17	40	0.02	0.07	
SECAMANOS	2500	25	2x2.5+TTx2.5Cu	13.59	21	1.92	1.99	20
SECAMANOS 2	2500	35	2x2.5+TTx2.5Cu	13.59	21	2.69	2.75	20
T.C. OFICINAS	3680	0.3	2x4Cu	20	31	0.02	0.07	
T.C. OFICINAS	3680	85	2x4+TTx4Cu	20	27	6.08	6.15	20
T.C. ASEO Y VEST	3680	0.3	2x2.5Cu	20	23	0.04	0.08	
T.C. ASEO Y VEST	3680	45	2x2.5+TTx2.5Cu	20	21	5.34	5.42	20
T.C. AREA TRABAJO	3680	0.3	2x10Cu	20	54	0.01	0.06	
T.C. AREA TRABAJO	3680	150	2x10+TTx10Cu	20	50	4.12	4.18	25
SUBCUADRO MAQUINAS	79502	38	4x70+TTx35Cu	143.44	149	0.58	0.62	63
SUBCUADRO PRESION	8750	65	4x2.5+TTx2.5Cu	15.79	18.5	2.98	3.03	20

**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.	2	2(4x95+TTx50)Cu	12	50	5896.46	21.23	1.127	233.07	400
DERIVACION IND.	3	2(4x95+TTx50)Cu			5781.53	22.08	1.173	233.07	400
ALDO. ZONA OFICINA	0.3	2x6Cu	11.61		5443.11	0.02			
ALDO. OFICINAS	45	2x2.5+TTx2.5Cu	10.93	15	229.17	1.57			16;B,C
ALDO. ASEOS Y VEST	50	2x1.5+TTx1.5Cu	10.93	15	126.03	1.87			10;B,C
ALDO. EMERG. 1	30	2x1.5+TTx1.5Cu	10.93	15	207.07	0.69			10;B,C,D
ALDO ZON TRABAJO 1	0.3	2x6Cu	11.61		5443.11	0.02			
ALDO ZON TRABAJO 1	85	2x6+TTx6Cu	10.93	15	288.11	5.74			16;B,C
ALDO ZON TRABAJO 2	0.3	2x4Cu	11.61		5287.23	0.01			
ALDO ZON TRABAJO 2	80	2x4+TTx4Cu	10.62	15	206.82	4.95			16;B,C
ALDO ZON TRABAJO 3	0.3	2x2.5Cu	11.61		5026.57				
ALDO ZON TRABAJO 3	50	2x2.5+TTx2.5Cu	10.09	15	206.37	1.94			16;B,C
ALDO ZON TRABAJO 4	0.3	2x2.5Cu	11.61		5026.57				
ALDO ZON TRABAJO 4	60	2x1.5+TTx1.5Cu	10.09	15	105.22	2.69			10;B,C
ALDO. EMERG. 2	85	2x1.5+TTx1.5Cu	10.09	15	74.71	5.33			10;B
BOMBAS CALOR	0.3	4x10Cu	11.61		5574.02	0.04			
BOMBA CALOR 1	15	4x2.5+TTx2.5Cu	11.19	15	639.04	0.2			16;B,C,D
BOMBA CALOR 2	30	4x2.5+TTx2.5Cu	11.19	15	337.65	0.73			16;B,C,D
BOMBA CALOR 3	40	4x2.5+TTx2.5Cu	11.19	15	256.86	1.25			16;B,C
BOMBAS CALOR 2	0.3	4x6Cu	11.61		5443.11	0.02			
BOMBA CALOR 4	45	4x2.5+TTx2.5Cu	10.93	15	229.17	1.57			16;B,C
BOMBA CALOR 5	50	4x2.5+TTx2.5Cu	10.93	15	207.07	1.93			16;B,C
FUERZA ASEO	0.3	2x6Cu	11.61		5443.11	0.02			
SECAMANOS	25	2x2.5+TTx2.5Cu	10.93	15	399.9	0.52			16;B,C,D
SECAMANOS 2	35	2x2.5+TTx2.5Cu	10.93	15	291.37	0.97			16;B,C
T.C. OFICINAS	0.3	2x4Cu	11.61	15	5287.23	0.01			20;B
T.C. OFICINAS	85	2x4+TTx4Cu	10.62		195.07	5.56			
T.C. ASEO Y VEST	0.3	2x2.5Cu	11.61	15	5026.57				20;B,C
T.C. ASEO Y VEST	45	2x2.5+TTx2.5Cu	10.09		228.32	1.59			
T.C. AREA TRABAJO	0.3	2x10Cu	11.61	15	5574.02	0.04			20;B,C
T.C. AREA TRABAJO	150	2x10+TTx10Cu	11.19		273.2	17.72			
SUBCUADRO MAQUINAS	38	4x70+TTx35Cu	11.61	15	3408.46	5.58			160;B,C,D
SUBCUADRO PRESION	65	4x2.5+TTx2.5Cu	11.61	15	160.9	3.19			16;B,C

**Subcuadro SUBCUADRO MAQUINAS**

Denominación	P.Cálculo (W)	Dist.Cálc (m)	Sección (mm <sup>2</sup> )	I.Cálculo (A)	I.Admi. (A)	C.T.Parc. (%)	C.T.Total (%)	Dimensiones(mm) Tubo,Canal,Band.
MECANIZ. PUERTAS	10000	16	4x4+TTx4Cu	18.04	24	0.52	1.14	25
TALADRO INDUSTRIAL	5980	8	4x2.5+TTx2.5Cu	10.79	18.5	0.24	0.87	20
REGROSADORA 1	5937.5	24	4x2.5+TTx2.5Cu	10.71	18.5	0.72	1.34	20
REGROSADORA 2	10000	21	4x4+TTx4Cu	18.04	24	0.68	1.3	25
PERFILADORA	6875	32	4x2.5+TTx2.5Cu	12.4	18.5	1.12	1.74	20
SIERRA INDUSTRIAL	5980	25	4x2.5+TTx2.5Cu	10.79	18.5	0.75	1.38	20
SIERRA ESCUADRA	6900	22	4x2.5+TTx2.5Cu	12.45	18.5	0.77	1.4	20
FRESADORA	7820	29	4x2.5+TTx2.5Cu	14.11	18.5	1.17	1.79	20
ABISAGRADORA	1875	40	4x2.5+TTx2.5Cu	3.38	18.5	0.37	0.99	20

LIJADORA	3220	31	4x2.5+TTx2.5Cu	5.81	18.5	0.49	1.11	20
BARNIZADORA	5625	30	4x2.5+TTx2.5Cu	10.15	18.5	0.85	1.47	20
EMBALADORA	1875	36	4x2.5+TTx2.5Cu	3.38	18.5	0.33	0.95	20
EXTRACTOR SECADO	5520	12	4x2.5+TTx2.5Cu	9.96	18.5	0.33	0.96	20
TURBINA SECADO	5520	25	4x2.5+TTx2.5Cu	9.96	18.5	0.69	1.32	20
COMPRESOR 1	6875	7	4x2.5+TTx2.5Cu	12.4	18.5	0.24	0.87	20
COMPRESOR 2	6875	5	4x2.5+TTx2.5Cu	12.4	18.5	0.17	0.8	20

**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
MECANIZ. PUERTAS	16	4x4+TTx4Cu	6.84	10	820.41	0.31			20;B,C,D
TALADRO INDUSTRIAL	8	4x2.5+TTx2.5Cu	6.84	10	968.14	0.09			16;B,C,D
REGROSADORA 1	24	4x2.5+TTx2.5Cu	6.84	10	396.47	0.53			16;B,C,D
REGROSADORA 2	21	4x4+TTx4Cu	6.84	10	662.39	0.48			20;B,C,D
PERFILADORA	32	4x2.5+TTx2.5Cu	6.84	10	306.06	0.88			16;B,C
SIERRA INDUSTRIAL	25	4x2.5+TTx2.5Cu	6.84	10	382.35	0.57			16;B,C,D
SIERRA ESCUADRA	22	4x2.5+TTx2.5Cu	6.84	10	428.08	0.45			16;B,C,D
FRESADORA	29	4x2.5+TTx2.5Cu	6.84	10	334.68	0.74			16;B,C,D
ABISAGRADORA	40	4x2.5+TTx2.5Cu	6.84	10	249.22	1.33			16;B,C
LIJADORA	31	4x2.5+TTx2.5Cu	6.84	10	315.04	0.83			16;B,C
BARNIZADORA	30	4x2.5+TTx2.5Cu	6.84	10	324.56	0.78			16;B,C,D
EMBALADORA	36	4x2.5+TTx2.5Cu	6.84	10	274.73	1.1			16;B,C
EXTRACTOR SECADO	12	4x2.5+TTx2.5Cu	6.84	10	711.76	0.16			16;B,C,D
TURBINA SECADO	25	4x2.5+TTx2.5Cu	6.84	10	382.35	0.57			16;B,C,D
COMPRESOR 1	7	4x2.5+TTx2.5Cu	6.84	10	1063.87	0.07			16;B,C,D
COMPRESOR 2	5	4x2.5+TTx2.5Cu	6.84	10	1325.83	0.05			16;B,C,D

**Subcuadro SUBCUADRO PRESION**

Denominación	P.Cálculo (W)	Dist.Cálc (m)	Sección (mm <sup>2</sup> )	I.Cálculo (A)	I.Admi. (A)	C.T.Parc. (%)	C.T.Total (%)	Dimensiones(mm) Tubo,Canal,Band.
GRUPO PRESIÓN	8750	4	4x2.5+TTx2.5Cu	15.79	18.5	0.18	3.21	20

**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
GRUPO PRESIÓN	4	4x2.5+TTx2.5Cu	0.32	4.5	151.8	3.59			16;B



### 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 1 picas de 2m.
de Acero galvanizado	25 mm

Con lo que se obtendrá una Resistencia de tierra de 17.65 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.

## **8. ESTUDIO BÁSICO DE SEGURIDAD, HIGIENE Y SALUD**

El estudio de seguridad, higiene y salud en el trabajo se adjunta en el anexo nº1.

## **9. INSTALACIÓN DE PROTECCIÓN CONTRA INCENDIOS**

La instalación de protección contra incendios se adjunta en el anexo nº2.

## **10. RESUMEN DEL PRESUPUESTO**

El presupuesto de Ejecución de las obras incluidas en el presente proyecto, asciende a la cantidad de **SETENTA Y SEIS MIL SETECIENTOS VEINTISIETE CON SETENTA Y TRES CÉNTIMOS (€)**.

## **11. DOCUMENTOS QUE INTEGRAN EL PROYECTO**

El proyecto consta de los siguientes documentos:

### **Documento nº 1: MEMORIA Y ANEXOS**

- Memoria.
- Anexo nº 1: Estudio seguridad, higiene y salud en el trabajo.
- Anexo nº 2: Instalación de protección contra incendios.

### **Documento nº 2: PLANOS**

### **Documento nº 3: PLIEGO DE CONDICIONES**

### **Documento nº 4: PRESUPUESTO**

- Mediciones.
- Presupuesto parcial.
- Resumen presupuesto.

## **12. CONCLUSIÓN**

Con la presente documentación, queda resuelto el proyecto de línea subterránea de media tensión, centro de transformación, red subterránea de baja tensión y electrificación de la nave, quedando expuesto a posibles modificaciones posteriores de entidades competentes.

Alcañiz, a 20 de Agosto de 2012  
El Ingeniero Técnico Industrial.



**Proyectista:**

David Segura Miguel  
SEGURELEC INGENIERÍA

---

---

## PLANOS

---

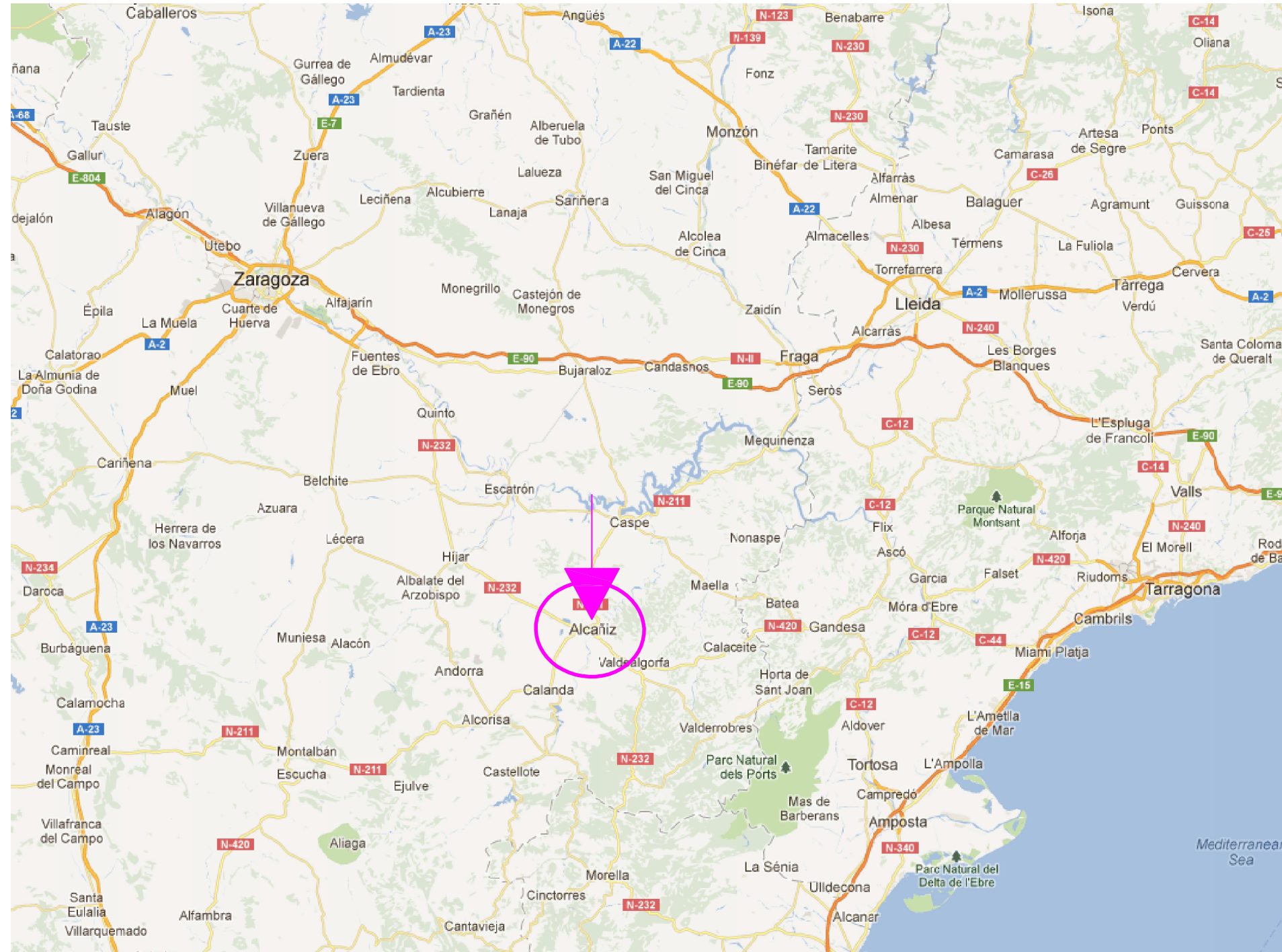
---

**Propietario:**

ALCARPINT S.A.

# **ÍNDICE PLANOS**


- **1 SITUACIÓN PROYECTO**
- **2.1 SITUACIÓN LSMT**
- **2.2 ITINERARIO LSMT**
- **2.3 SECCIONES TIPO ZANJA MT**
- **3.1 SITUACIÓN CT**
- **3.2 CENTRO DE TRANSFORMACIÓN**
- **3.3 ESQUEMA UNIFILAR CT**
- **3.4 PUESTA A TIERRA CT**
- **4.1 SITUACIÓN LSBT**
- **4.2 ITINERARIO LSBT**
- **4.3 SECCIONES TIPO ZANJA LSBT**
- **5.1 EMPLAZAMIENTO NAVE**
- **5.2 PLANTA NAVE**
- **5.3 PLANTA FUERZA**
- **5.4 PLANTA ALUMBRADO**
- **5.5 PLANTA INCENDIOS**
- **5.6 ESQUEMA UNIFILAR C. PRINCIPAL**
- **5.7 ESQUEMA UNIFILAR SUBCUADRO MÁQUINAS**
- **5.8 ESQUEMA UNIFILAR SUBCUADRO PRESIÓN**

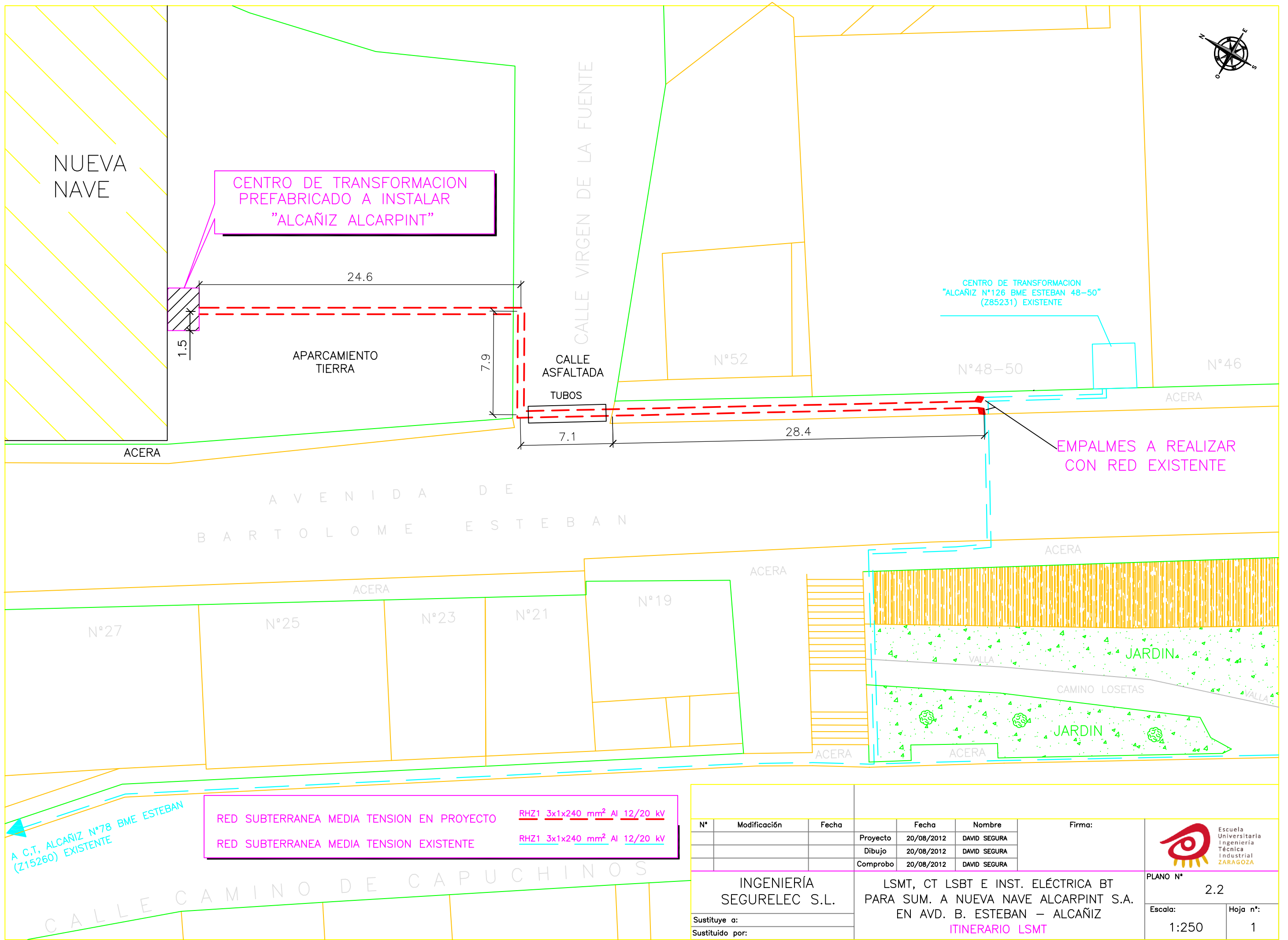
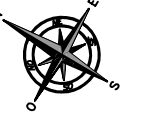


Nº	Modificación	Fecha	Fecha	Nombre	Firma:
			Proyecto	20/08/2012	DAVID SEGURA
			Dibujo	20/08/2012	DAVID SEGURA
			Comprobo	20/08/2012	DAVID SEGURA
INGENIERÍA SEGURELEC S.L.			LSMT, CT LSBT E INST. ELÉCTRICA BT PARA SUM. A NUEVA NAVE ALCARPINT S.A. EN AVD. B. ESTEBAN – ALCAÑIZ SITUACIÓN PROYECTO		
Sustituye a:			PLANO Nº 1		
Sustituido por:					
			Escala: 1:1000000		Hoja nº: 1





Nº	Modificación	Fecha	Fecha	Nombre	Firma:
	Proyecto		20/08/2012	DAVID SEGURA	
	Dibujo		20/08/2012	DAVID SEGURA	
	Comprobo		20/08/2012	DAVID SEGURA	
INGENIERÍA SEGURELEC S.L.			LSMT, CT LSBT E INST. ELÉCTRICA BT PARA SUM. A NUEVA NAVE ALCARPINT S.A. EN AVD. B. ESTEBAN – ALCAÑIZ SITUACIÓN LSMT		
Sustituye a:					
Sustituido por:					
					
PLANO Nº 2.1					
Escala: 1:2000					Hoja nº: 1



CENTRO DE TRANSFORMACION  
 PREFABRICADO A INSTALAR  
 "ALCAÑIZ ALCARPINT"

CENTRO DE TRANSFORMACION  
 "ALCAÑIZ N°126 BME ESTEBAN 48-50"  
 (Z85231) EXISTENTE

EMPALMES A REALIZAR  
 CON RED EXISTENTE

RED SUBTERRANEA MEDIA TENSION EN PROYECTO RHZ1 3x1x240 mm<sup>2</sup> AI 12/20 kV  
 RED SUBTERRANEA MEDIA TENSION EXISTENTE RHZ1 3x1x240 mm<sup>2</sup> AI 12/20 kV

A C.T. ALCAÑIZ N°78 BME ESTEBAN  
 (Z15260) EXISTENTE

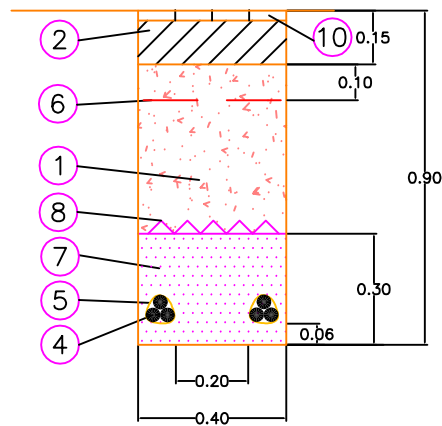
N°	Modificación	Fecha	Fecha	Nombre	Firma:
	Proyecto	20/08/2012	20/08/2012	DAVID SEGURA	
	Dibujo	20/08/2012	20/08/2012	DAVID SEGURA	
	Comprobo	20/08/2012	20/08/2012	DAVID SEGURA	

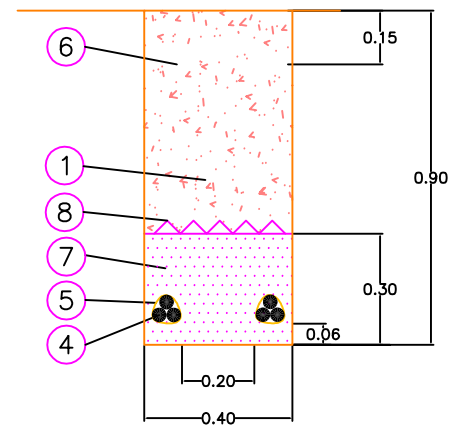
INGENIERÍA SEGURELEC S.L.	LSMT, CT LSBT E INST. ELÉCTRICA BT PARA SUM. A NUEVA NAVE ALCARPINT S.A. EN AVD. B. ESTEBAN – ALCAÑIZ <b>ITINERARIO LSMT</b>	PLANO N° 2.2
Sustituye a: Sustituido por:		Escala: 1:250
		Hoja n°: 1



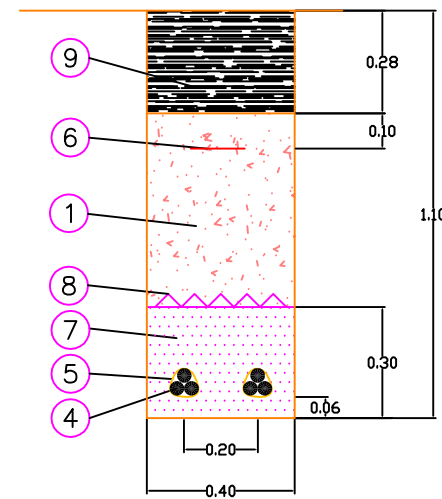
2 CIRCUITOS MT ACERA/ARENA



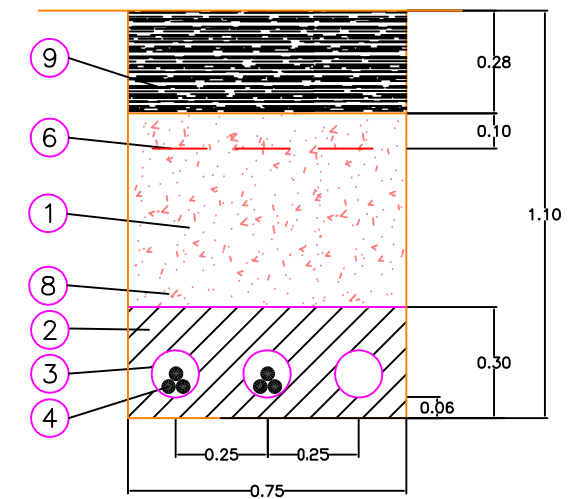
2 CIRCUITOS MT TIERRA/ARENA




2 CIRCUITOS MT CALZADA/ARENA



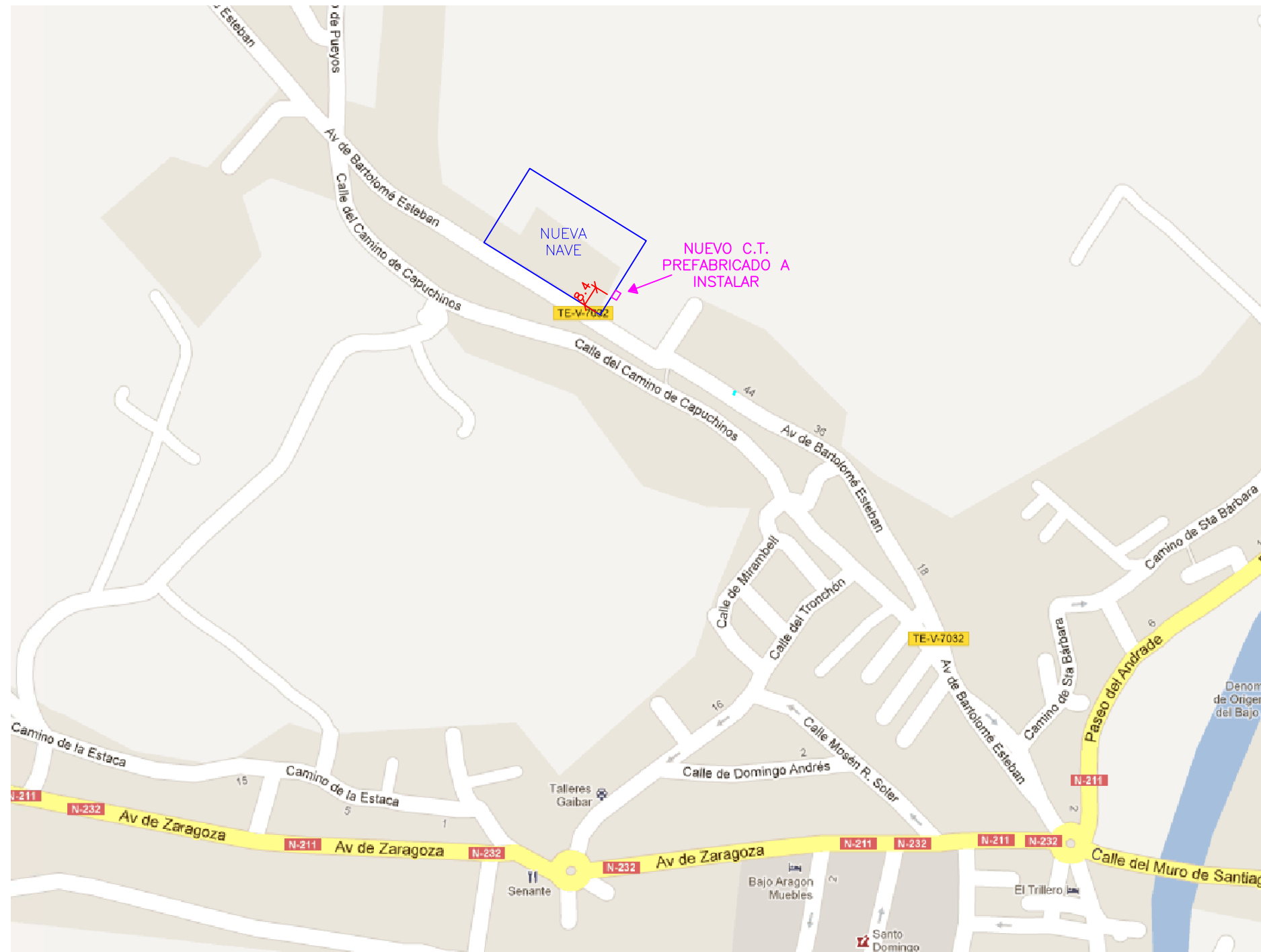
2 CIRCUITOS MT CALZADA/CRUCE



10	BALDOSAS
9	ASFALTO
8	PLACAS PPC
7	ARENA TAMIZADA SUELTA Y ASPERA
6	MALLA DE SEÑALIZACION
5	ABRAZADERA TIPO UNEX (COLOCADA CADA 1.50 m)
4	CABLE RHZ1 3x1x240 mm <sup>2</sup> Al 12/20 kV
3	TUBERIA DE POLIETILENO $\phi_{ext.}$ 160 mm
2	HORMIGON EN MASA HM-20
1	RELLENO TIERRA EXCAVACION SELECCIONADA
Marca	Denominacion

Nº		Modificación	Fecha	Fecha	Nombre	Firma:	
				Proyecto	20/08/2012	DAVID SEGURA	
				Dibujo	20/08/2012	DAVID SEGURA	
				Comprobo	20/08/2012	DAVID SEGURA	
INGENIERÍA SEGURELEC S.L.			LSMT, CT LSBT E INST. ELÉCTRICA BT PARA SUM. A NUEVA NAVE ALCARPINT S.A. EN AVD. B. ESTEBAN – ALCAÑIZ			PLANO Nº 2.3	
Sustituye a:			SECCIONES TIPO ZANJA MT			Escala: 1:20	
Sustituido por:						Hoja nº: 1	

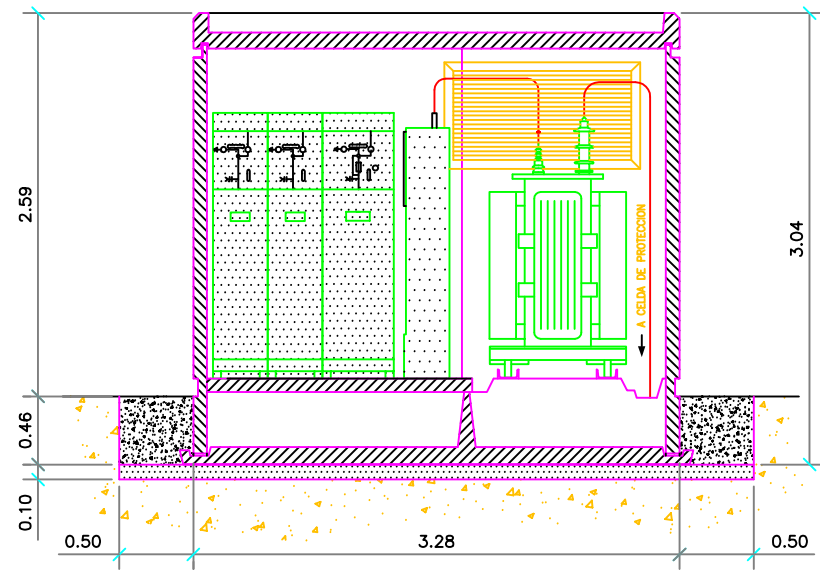




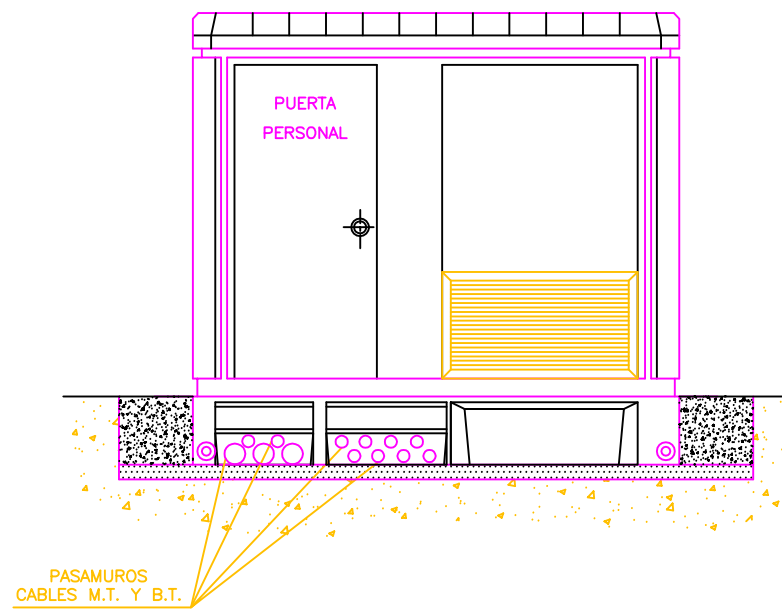
Nº	Modificación	Fecha	Fecha	Nombre	Firma:
			Proyecto	20/08/2012	DAVID SEGURA
			Dibujo	20/08/2012	DAVID SEGURA
			Comprobo	20/08/2012	DAVID SEGURA
INGENIERÍA SEGURELEC S.L.			LSMT, CT LSBT E INST. ELÉCTRICA BT PARA SUM. A NUEVA NAVE ALCARPINT S.A. EN AVD. B. ESTEBAN – ALCAÑIZ SITUACION CT		
Sustituye a:			PLANO Nº 3.1		
Sustituido por:					
			Escala: 1:2000		Hoja nº: 1



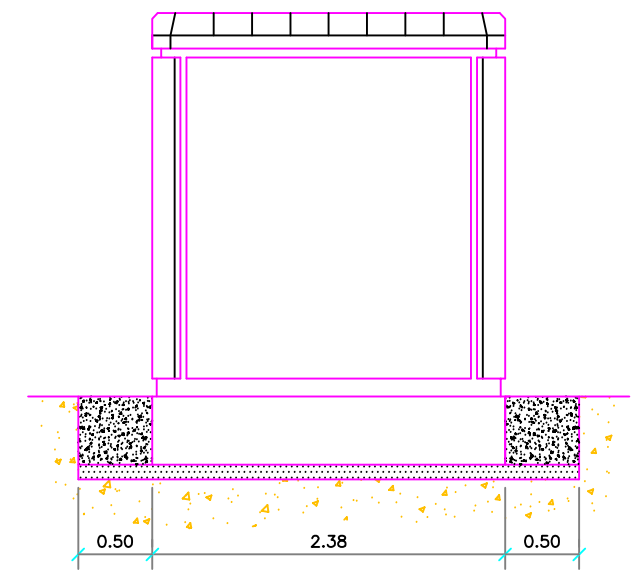
### SECCION A-A'



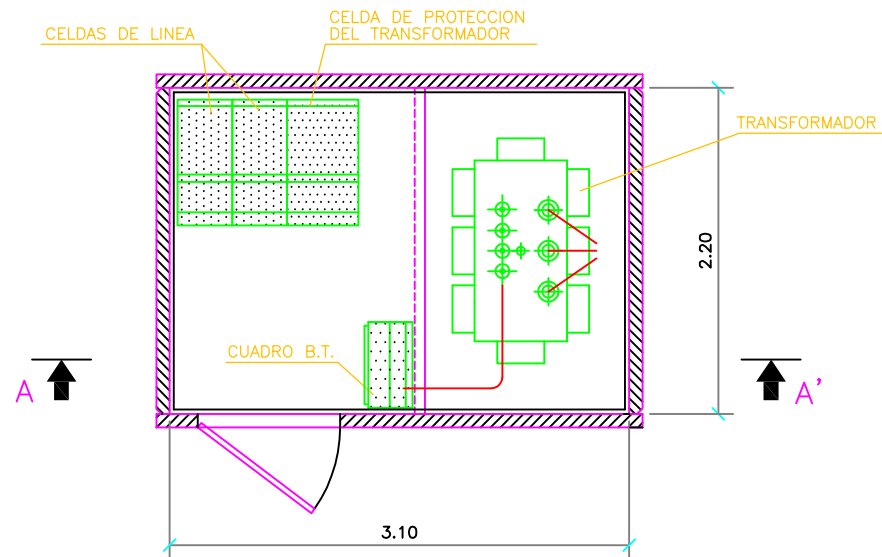
### ALZADO PRINCIPAL



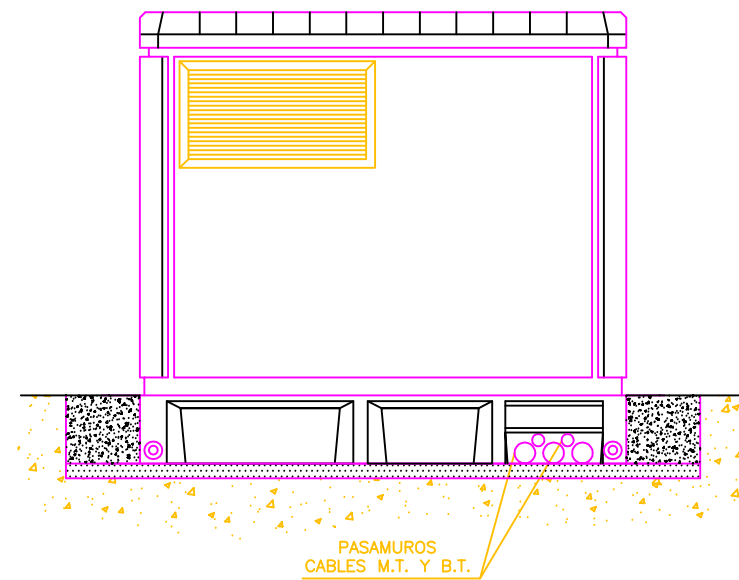
### ALZADO LATERAL



### PLANTA



### ALZADO POSTERIOR

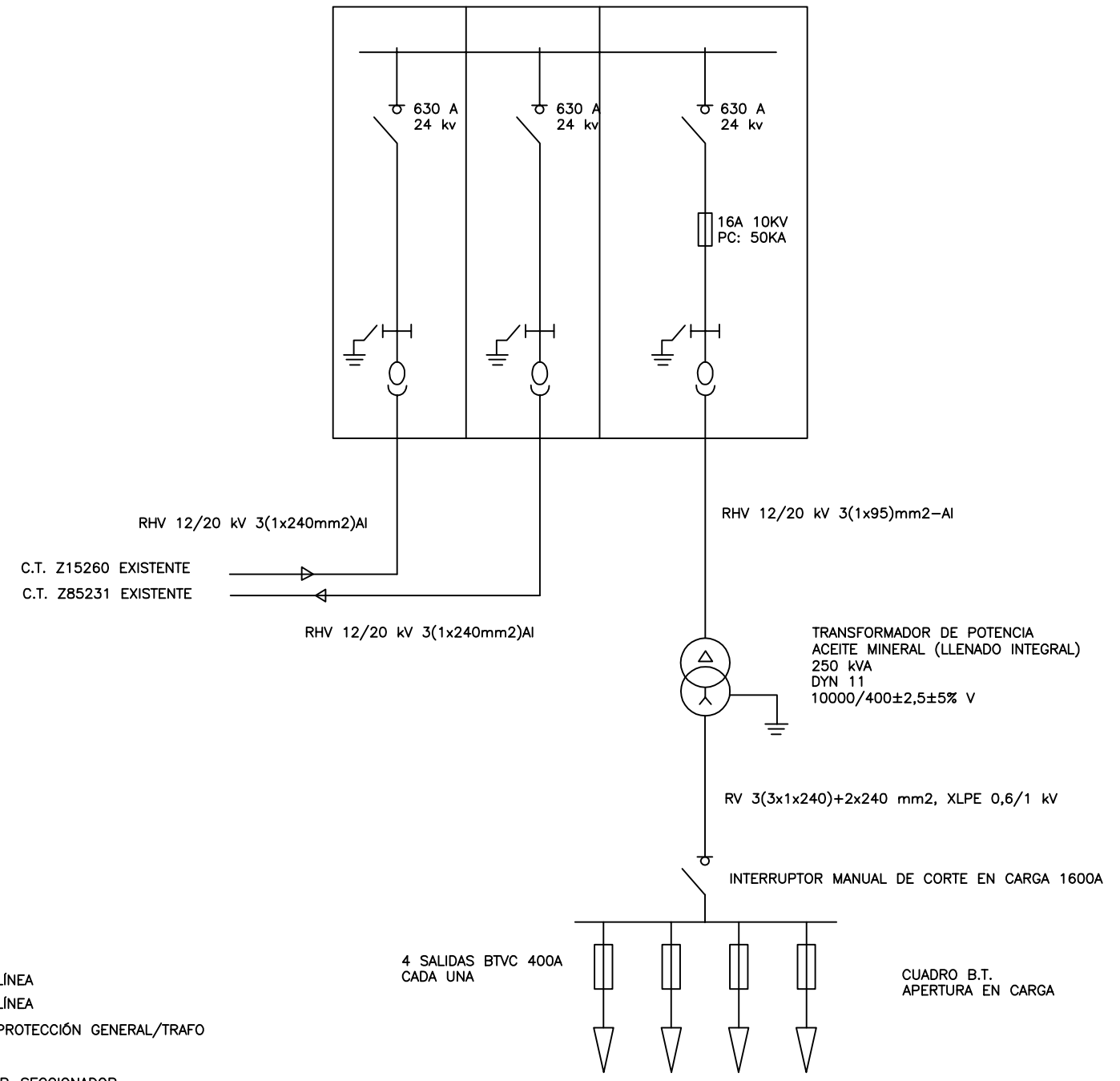


Nº	Modificación	Fecha	Fecha	Nombre	Firma:
			Proyecto	20/08/2012	DAVID SEGURA
			Dibujo	20/08/2012	DAVID SEGURA
			Comprobo	20/08/2012	DAVID SEGURA
INGENIERÍA SEGURELEC S.L.			LSMT, CT LSBT E INST. ELÉCTRICA BT PARA SUM. A NUEVA NAVE ALCARPINT S.A. EN AVD. B. ESTEBAN – ALCAÑIZ		
Sustituye a:			CENTRO DE TRANSFORMACIÓN		
Sustituido por:					
PLANO Nº					3.2
Escala:					1:50
Hoja nº:					1

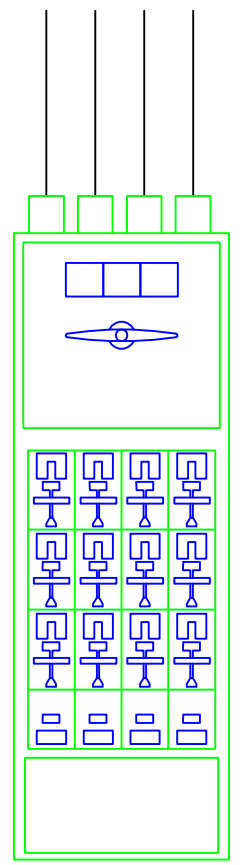


Escuela Universitaria de Ingeniería Técnica Industrial ZARAGOZA

① CML  
② CML  
③ CMP-F



CUADRO BAJA TENSIÓN



- LEYENDA
- ① CELDA DE LÍNEA
  - ② CELDA DE LÍNEA
  - ③ CELDA DE PROTECCIÓN GENERAL/TRAFO
  - ↓ INTERRUPTOR-SECCIONADOR
  - ⊥ SECCIONADOR DE PUESTA A TIERRA
  - ⊗ TRANSFORMADOR DE POTENCIA

Nº	Modificación	Fecha	Fecha	Nombre	Firma:
			Proyecto	20/08/2012	DAVID SEGURA
			Dibujo	20/08/2012	DAVID SEGURA
			Comprobo	20/08/2012	DAVID SEGURA

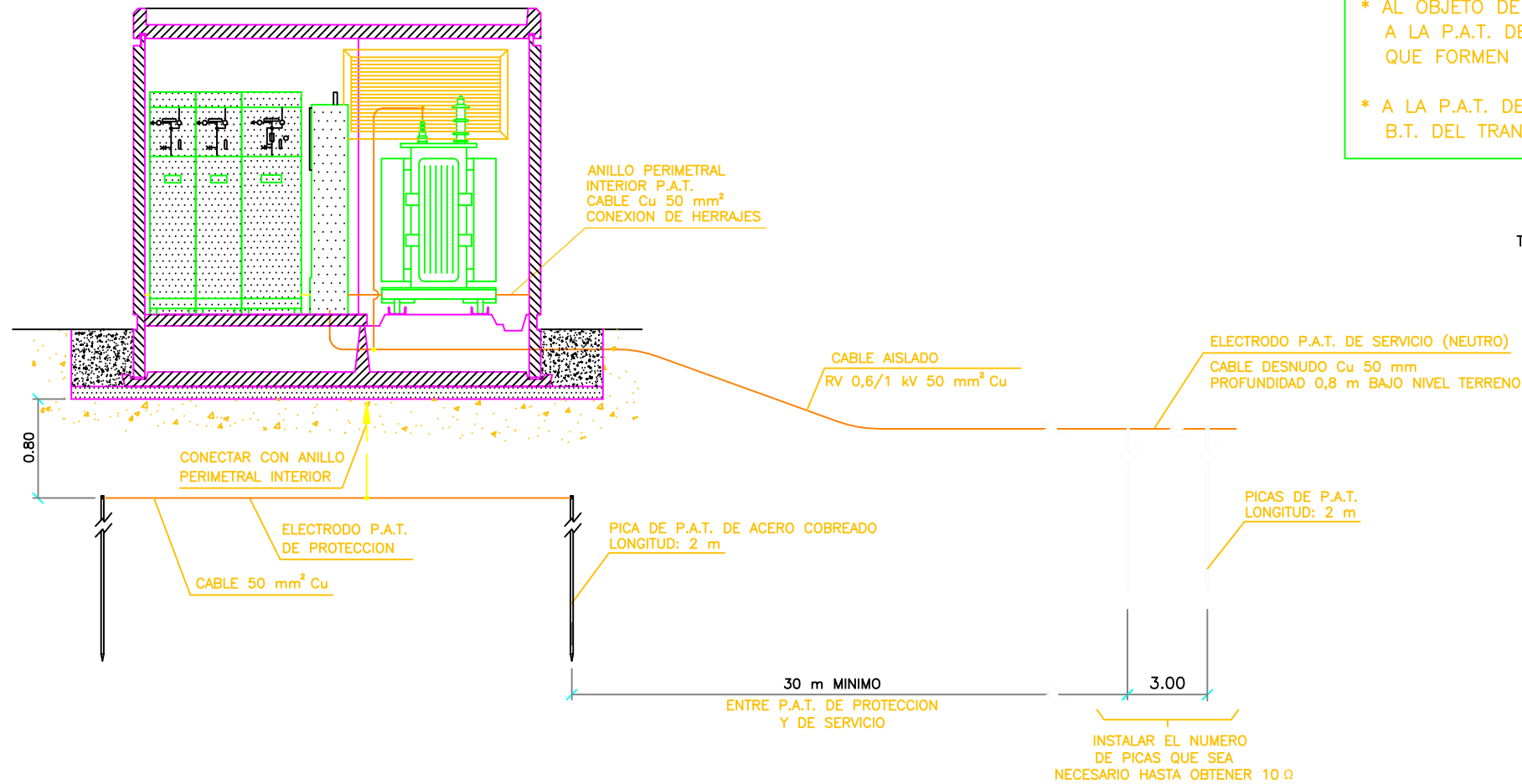
  

INGENIERÍA SEGURELEC S.L.		LSMT, CT LSBT E INST. ELÉCTRICA BT PARA SUM. A NUEVA NAVE ALCARPINT S.A. EN AVD. B. ESTEBAN - ALCAÑIZ ESQUEMA UNIFILAR CT		PLANO Nº 3.3
Sustituye a:				Escala: 1:20
Sustituido por:				Hoja nº: 1

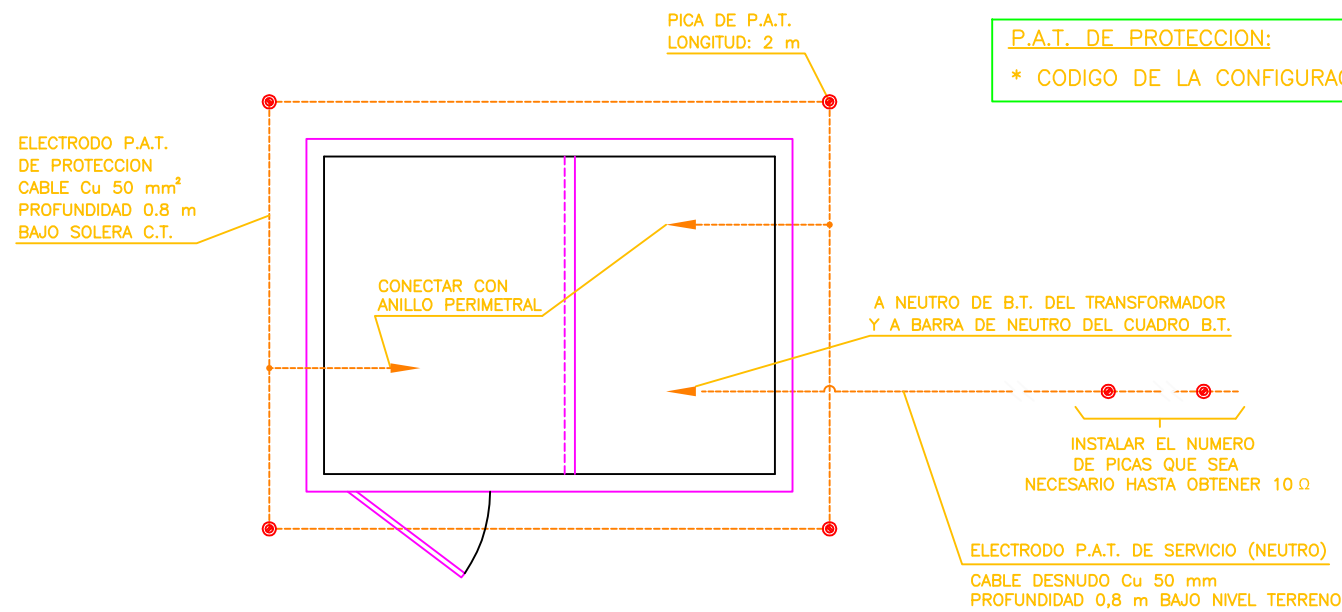


# DETALLE MONTAJE PUESTA A TIERRA

## SECCION



## PLANTA



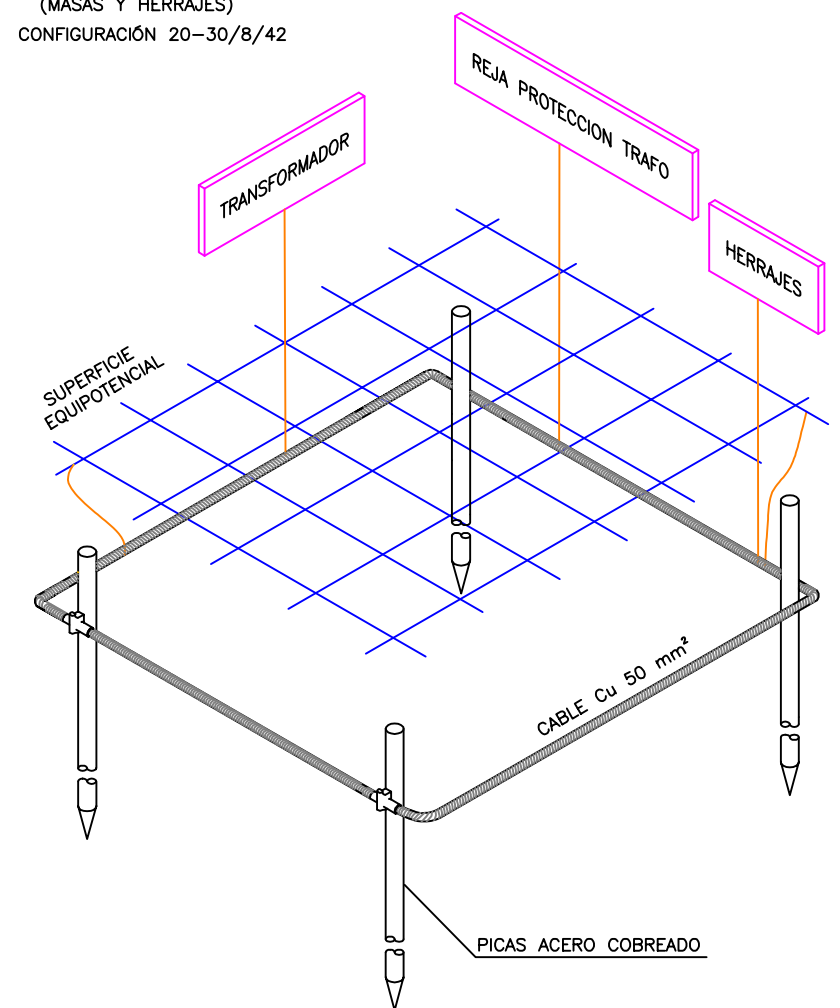
### P.A.T. DE PROTECCION:


\* CODIGO DE LA CONFIGURACION: 20-30/8/42

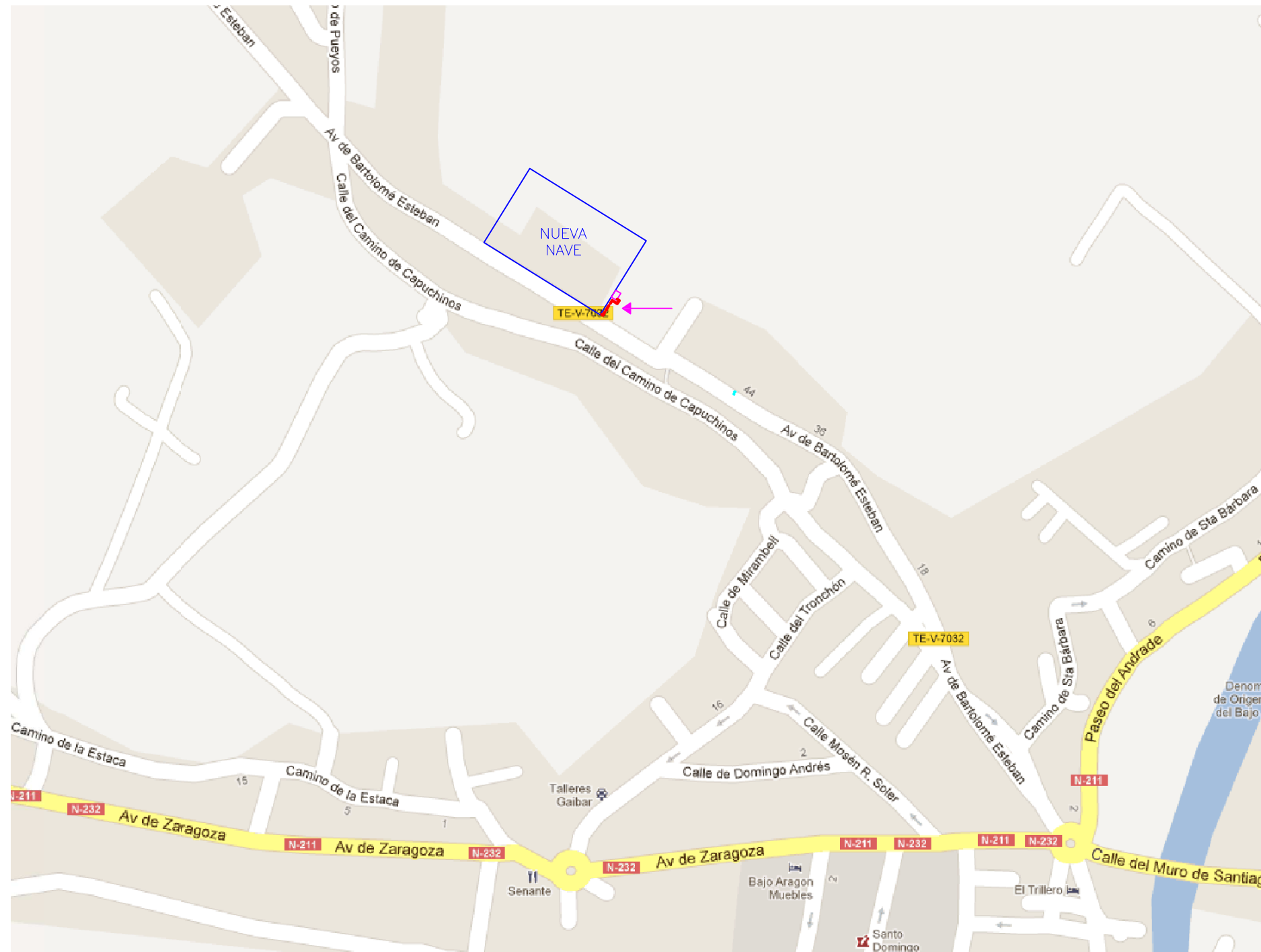
### NOTAS:


- \* SE CONECTARAN A LA P.A.T. DE PROTECCION LOS SIGUIENTES ELEMENTOS:
  - ENVOLTURAS Y PANTALLAS METALICAS DE LOS CABLES DE M.T.
  - ENVOLVENTES METALICAS DE LAS CELDAS DE M.T. Y CUADROS DE B.T.
  - CUBA DEL TRANSFORMADOR
  - BORNAS DE TIERRA DE LOS DETECTORES DE TENSION
  - ENREJADO DE PROTECCION DEL TRANSFORMADOR
  - MARCO METALICO DE LOS CANALES DE CABLES
- \* AL OBJETO DE CONSTITUIR UNA SUPERFICIE EQUIPOTENCIAL, SE CONECTARAN A LA P.A.T. DE PROTECCION LAS ARMADURAS DE LOS PANELES QUE FORMEN EL CERRAMIENTO EXTERIOR DEL EDIFICIO PREFABRICADO
- \* A LA P.A.T. DE SERVICIO (NEUTRO) SE CONECTARA LA BORNA DEL NEUTRO DE B.T. DEL TRANSFORMADOR Y LA PLETINA DE NEUTRO DEL CUADRO DE B.T.

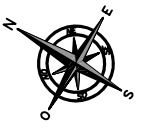
TOMA DE TIERRA DE PROTECCION  
(MASAS Y HERRAJES)  
CONFIGURACION 20-30/8/42



N°	Modificación	Fecha	Fecha	Nombre	Firma:
			Proyecto	20/08/2012	DAVID SEGURA
			Dibujo	20/08/2012	DAVID SEGURA
			Comprobo	20/08/2012	DAVID SEGURA
INGENIERIA SEGURELEC S.L.		LSMT, CT LSBT E INST. ELÉCTRICA BT PARA SUM. A NUEVA NAVE ALCARPINT S.A. EN AVD. B. ESTEBAN - ALCAÑIZ PUESTA A TIERRA CT			 Escuela Universitaria Ingeniería Técnica Industrial ZARAGOZA
Sustituye a:					PLANO N°
Sustituido por:					3.4
					Escala:
					1:50
					Hoja n°:
					1

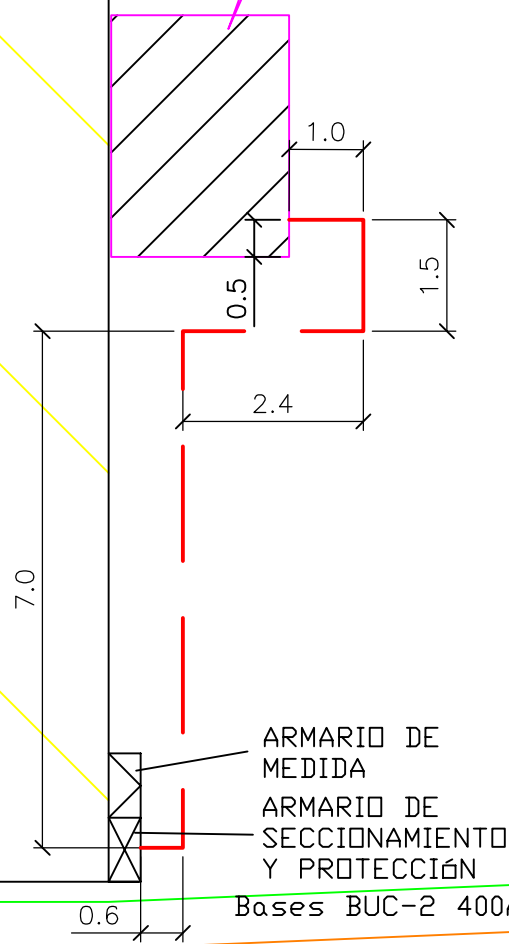


Nº	Modificación	Fecha	Fecha	Nombre	Firma:
	Proyecto		20/08/2012	DAVID SEGURA	
	Dibujo		20/08/2012	DAVID SEGURA	
	Comprobo		20/08/2012	DAVID SEGURA	
INGENIERÍA SEGURELEC S.L.			LSMT, CT LSBT E INST. ELÉCTRICA BT PARA SUM. A NUEVA NAVE ALCARPINT S.A. EN AVD. B. ESTEBAN – ALCAÑIZ SITUACIÓN LSBT		
Sustituye a:					
Sustituido por:					
					
PLANO Nº 4.1					
Escala: 1:2000				Hoja nº: 1	

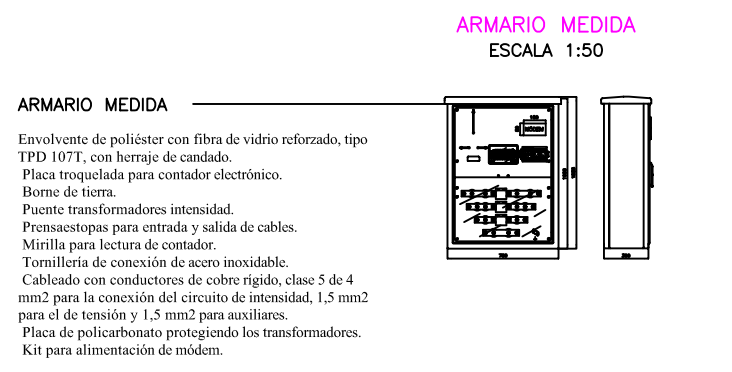
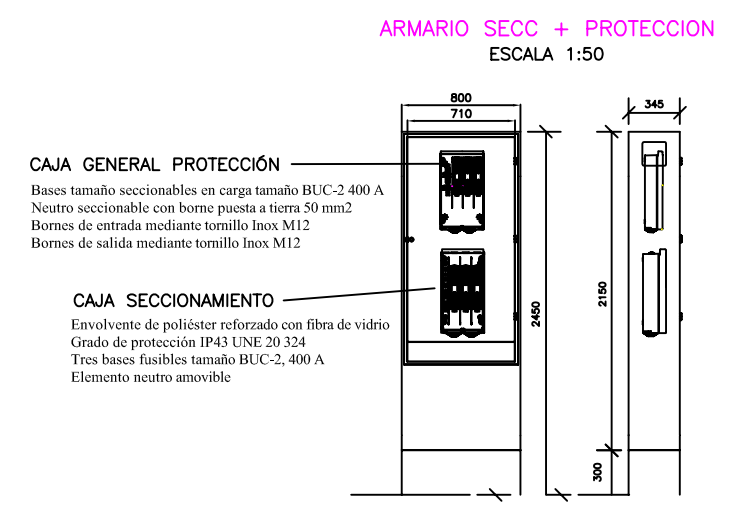


NUEVA  
NAVE

CENTRO DE TRANSFORMACION  
PREFABRICADO A INSTALAR  
"ALCAÑIZ ALCARPINT"



APARCAMIENTO  
TIERRA



ACERA

ACERA

A V E N I D A D E  
B A R T O L O M E E S T E B A N

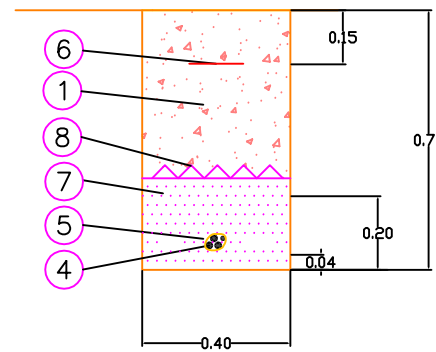
RED SUBT. B.T. EN PROYECTO RV 3x1x240+1x150 mm<sup>2</sup> Al 0,6/1 kV

Nº	Modificación	Fecha	Fecha	Nombre	Firma:
	Proyecto		20/08/2012	DAVID SEGURA	
	Dibujo		20/08/2012	DAVID SEGURA	
	Comprobo		20/08/2012	DAVID SEGURA	
INGENIERÍA SEGURELEC S.L.		LSMT, CT LSBT E INST. ELÉCTRICA BT PARA SUM. A NUEVA NAVE ALCARPINT S.A. EN AVD. B. ESTEBAN – ALCAÑIZ ITINERARIO LSBT			 ESCUELA UNIVERSITARIA INGENIERÍA TÉCNICA INDUSTRIAL ZARAGOZA
Sustituye a:					PLANO Nº
Sustituido por:					4.2
					Escala:
					1:100
					Hoja nº:
					1


1 CIRCUITO BT TIERRA / ARENA

SECCION B-B'

ESCALA=1:20



8	PLACAS PPC
7	ARENA TAMIZADA SUELTA Y ASPERA
6	MALLA DE SEÑALIZACION
5	ABRAZADERA TIPO UNEX (COLOCADA CADA 1.50 m)
4	CABLE RV 3x1x150+1x95 mm <sup>2</sup> 0,6/1kV Al
3	TUBERIA DE POLIETILENO Øext. 160 mm
2	HORMIGON EN MASA HM-20
1	RELLENO TIERRA EXCAVACION SELECCIONADA
Marca	Denominacion

N°	Modificación	Fecha	Fecha	Nombre	Firma:		
			Proyecto	20/08/2012	DAVID SEGURA		
			Dibujo	20/08/2012	DAVID SEGURA		
			Comprobo	20/08/2012	DAVID SEGURA		
INGENIERÍA SEGURELEC S.L.			LSMT, CT LSBT E INST. ELÉCTRICA BT PARA SUM. A NUEVA NAVE ALCARPINT S.A. EN AVD. B. ESTEBAN – ALCAÑIZ			PLANO N° 4.3	
Sustituye a:			SECCIONES TIPO ZANJA LSBT			Escala: 1:20	
Sustituido por:						Hoja n°: 1	

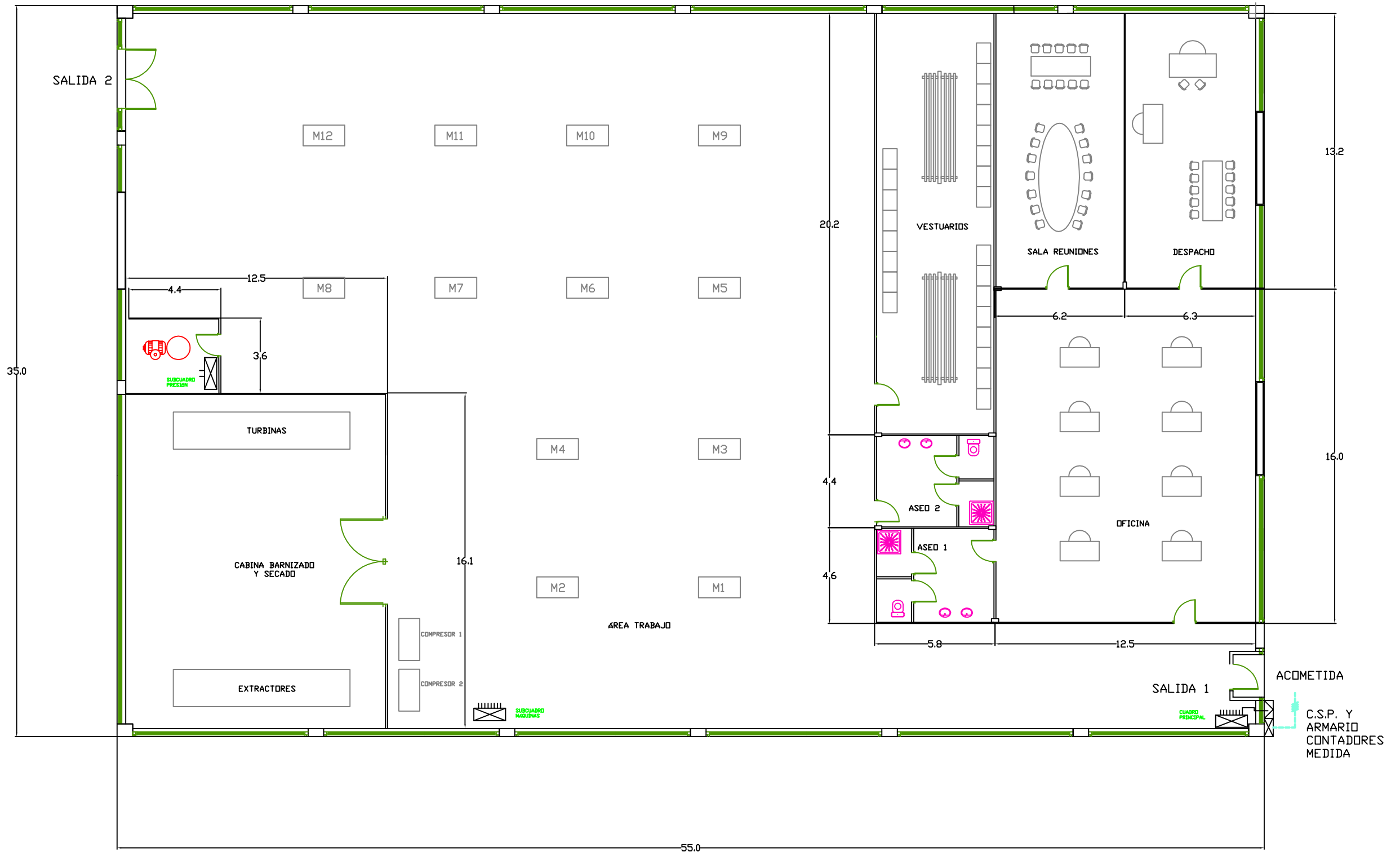


Nº	Modificación	Fecha	Fecha	Nombre	Firma:
			Proyecto	20/08/2012	DAVID SEGURA
			Dibujo	20/08/2012	DAVID SEGURA
			Comprobo	20/08/2012	DAVID SEGURA
INGENIERÍA SEQUIREC S.L.			LSMT, CT LSBT E INST. ELÉCTRICA BT PARA SUM. A NUEVA NAVE ALCARPINT S.A. EN AVD. B. ESTEBAN – ALCAÑIZ EMPLAZAMIENTO NAVE		
Sustituye a:			PLANO Nº 5.1		
Sustituido por:					
			Escala: 1:2000		Hoja nº: 1



Escuela  
Universitaria  
Ingeniería  
Técnica  
Industrial  
ZARAGOZA





CUADRO DE SUPERFICIES	
ESTANCIAS	S. UTIL
PASILLO	92 m2
OFICINA	200 m2
DESPACHO	83 m2
SALA REUNIONES	82 m2
ASEO 1	27 m2
ASEO 2	26 m2
VESTUARIO	118 m2
CABINA DE SECADO	201 m2
GRUPO PRESIÓN	16 m2
ÁREA DE TRABAJO	1007 m2
TOTAL	1852 m2
SUPERFICIE CONSTRUIDA	1852 m2

MAQUINARIA	
M1-MECANIZADORA PUERTAS	8 kW
M2-TALADRO INDUSTRIAL	6,5 CV
M3-REGROSADORA 1	4,75 kW
M4-REGROSADORA 2	8 kW
M5-PERFILADORA	5,5 kW
M6-SIERRA	6,5 CV
M7-SIERRA ESCUADRA	7,5 CV
M8-FRESADORA	8,5 CV
M9-ABISAGRADORA	1,5 kW
M10-LIJADORA	3,5 CV
M11-BARNIZADORA	4,5 kW
M12-EMBALADORA	1,5 kW
TURBINAS SECADO	3 CV x 2
EXTRACTORES SECADO	3 CV x 2
COMPRESOR 1	5,5 kW
COMPRESOR 2	5,5 kW
BC1-BC5 BOMBA CALOR 1-5	5 kW x 5
VENTILADOR ASEOS 1 Y 2	120 W x 2

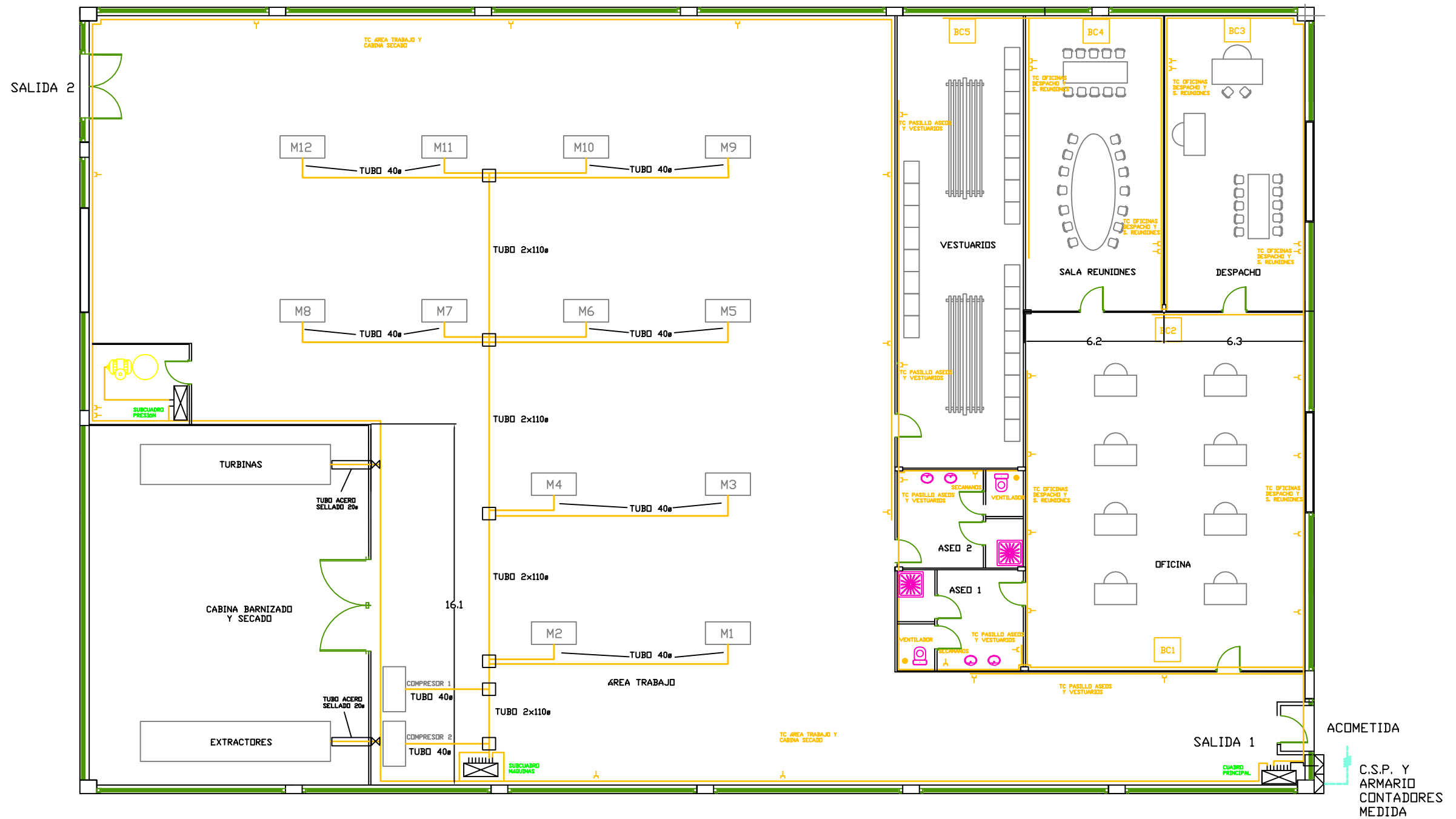
Nº	Modificación	Fecha	Fecha	Nombre	Firma:
	Proyecto	20/08/2012		DAVID SEGURA	
	Dibujo	20/08/2012		DAVID SEGURA	
	Comprobo	20/08/2012		DAVID SEGURA	

<b>INGENIERÍA SEGURELEC S.L.</b>		LSMT, CT LSBT E INST. ELÉCTRICA BT PARA SUM. A NUEVA NAVE ALCARPINT S.A. EN AVD. B. ESTEBAN – ALCAÑIZ <b>PLANTA NAVE</b>	
Sustituye a:			
Sustituido por:			

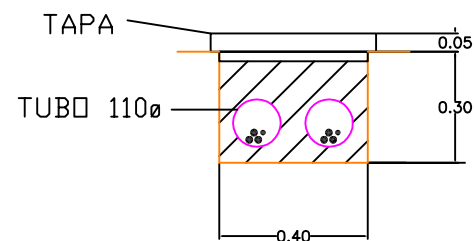
  

Escuela Universitaria Ingeniería Técnica Industrial ZARAGOZA	
PLANO Nº	5.2
Escala:	1:200
Hoja nº:	1



DETALLE ARQUETA

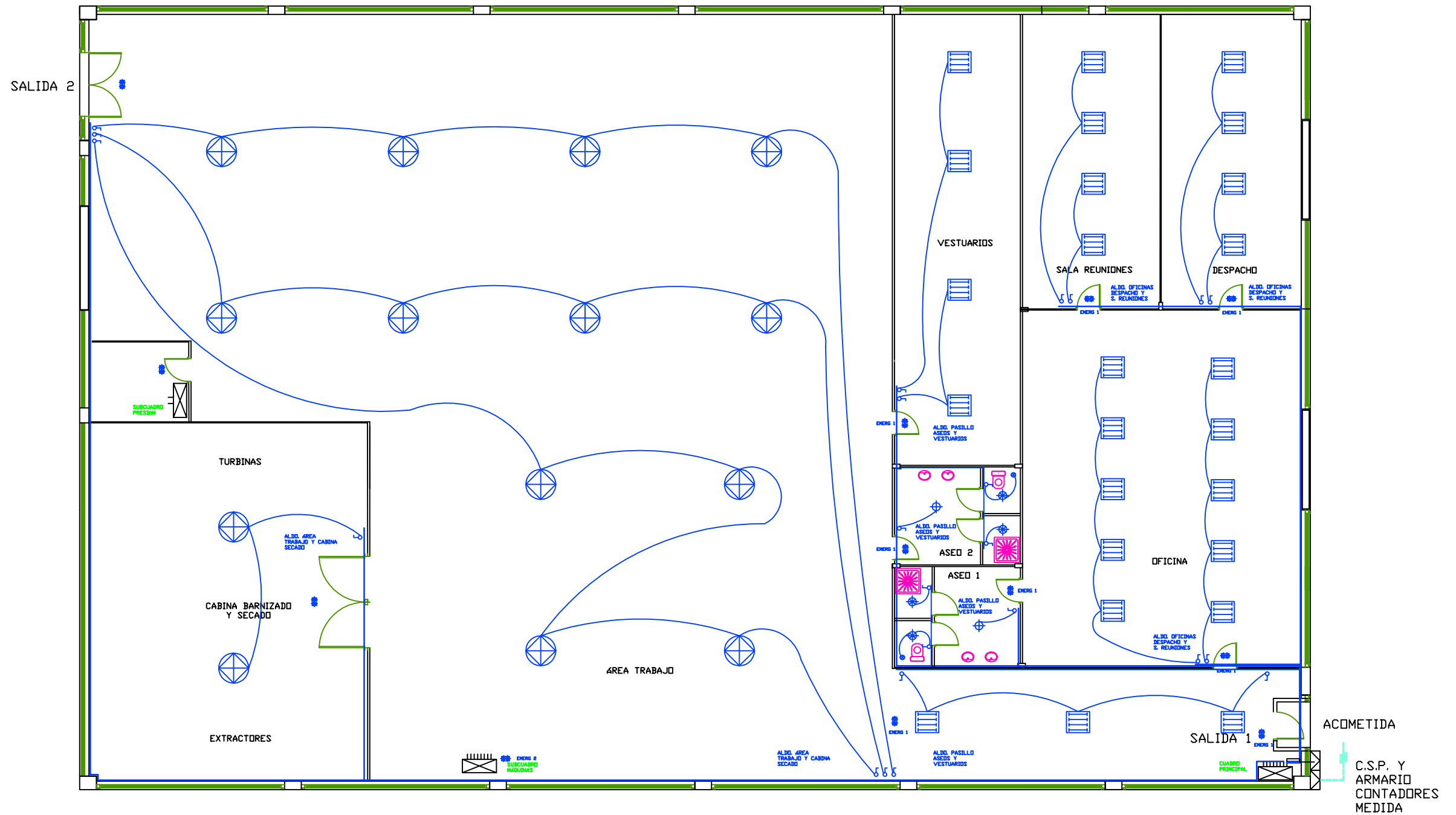
ESCALA=1:20



LEYENDA

- CUADRO DE PROTECCIÓN Y DISTRIBUCIÓN
- BASE DE ENCHUFE DE 16A
- ACOMETIDA CLIMATIZACIÓN
- VENTILADOR ASEO
- ARQUETA
- CORTAFUEGOS

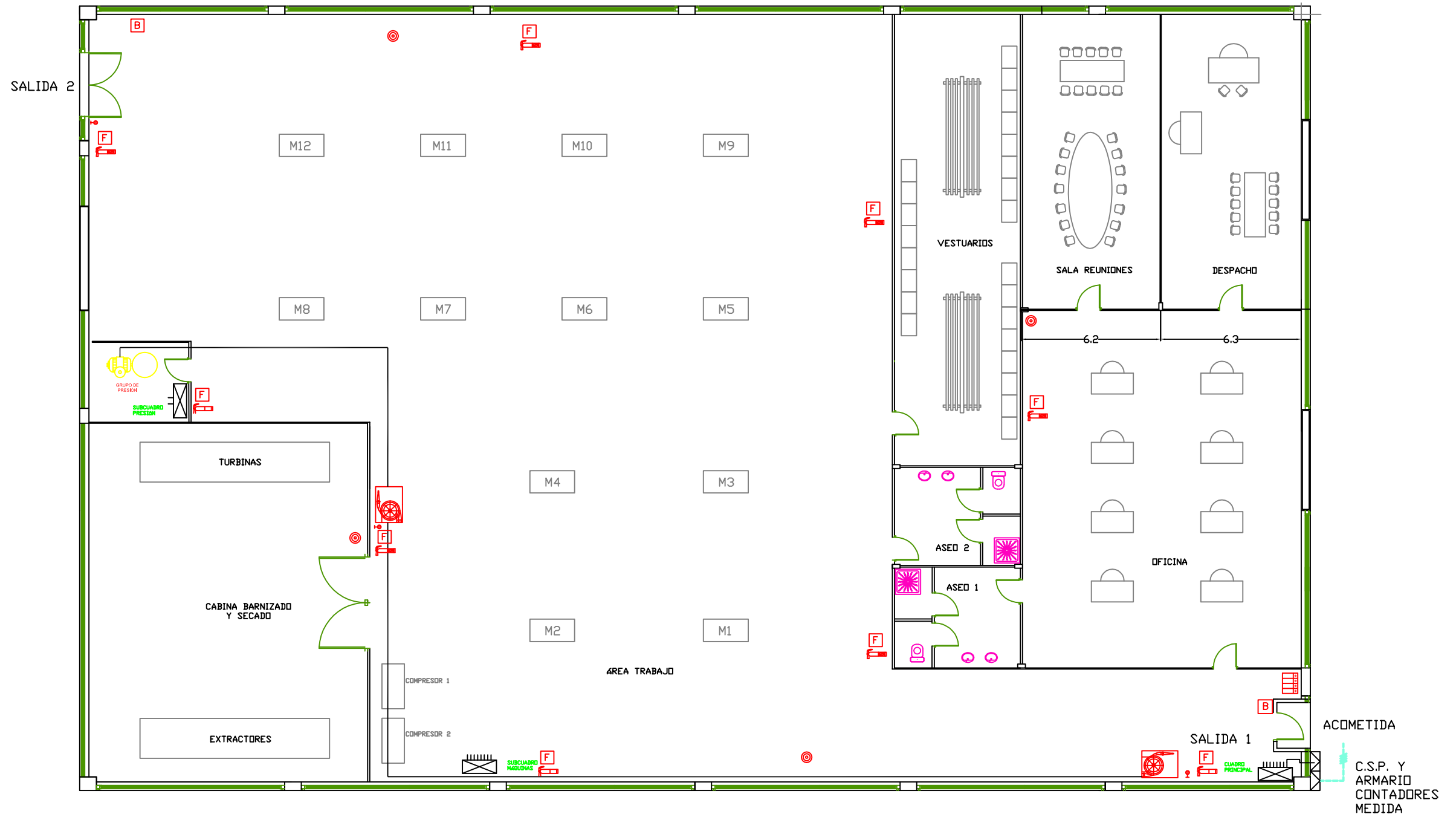
Nº	Modificación	Fecha	Fecha	Nombre	Firma:
			Proyecto	20/08/2012	DAVID SEGURA
			Dibujo	20/08/2012	DAVID SEGURA
			Comprobo	20/08/2012	DAVID SEGURA
INGENIERÍA SEGURELEC S.L.		LSMT, CT LSBT E INST. ELÉCTRICA BT PARA SUM. A NUEVA NAVE ALCARPINT S.A. EN AVD. B. ESTEBAN – ALCAÑIZ <b>PLANTA FUERZA</b>			
Sustituye a:					
Sustituido por:					
Escuela Universitaria Ingeniería Técnica Industrial ZARAGOZA					PLANO Nº <b>5.3</b>
Escala: 1:200					












### LEYENDA


	CUADRO DE PROTECCIÓN Y DISTRIBUCIÓN
	INTERRUPTOR
	VENTILADOR ASEO
	PUNTO DE LUZ BAJO CONSUMO (20W)
	PUNTO DE LUZ BAJO CONSUMO (11W)
	LUMINARIA VAPOR MERCURIO (400W)
	PANTALLA FLUORESCENTE (4x18W)
	ALUMBRADO EMERGENCIA CON SEÑALIZACIÓN PERMANENTE (11W)

Nº	Modificación	Fecha	Fecha	Nombre	Firma:
			Proyecto	20/08/2012	DAVID SEGURA
			Dibujo	20/08/2012	DAVID SEGURA
			Comprobo	20/08/2012	DAVID SEGURA
INGENIERÍA SEGURELEC S.L.			LSMT, CT LSBT E INST. ELÉCTRICA BT PARA SUM. A NUEVA NAVE ALCARPINT S.A. EN AVD. B. ESTEBAN – ALCAÑIZ		
Sustituye a:			PLANTA ALUMBRADO		
Sustituido por:					
PLANO Nº 5.4					
Escala: 1:200					Hoja nº: 1

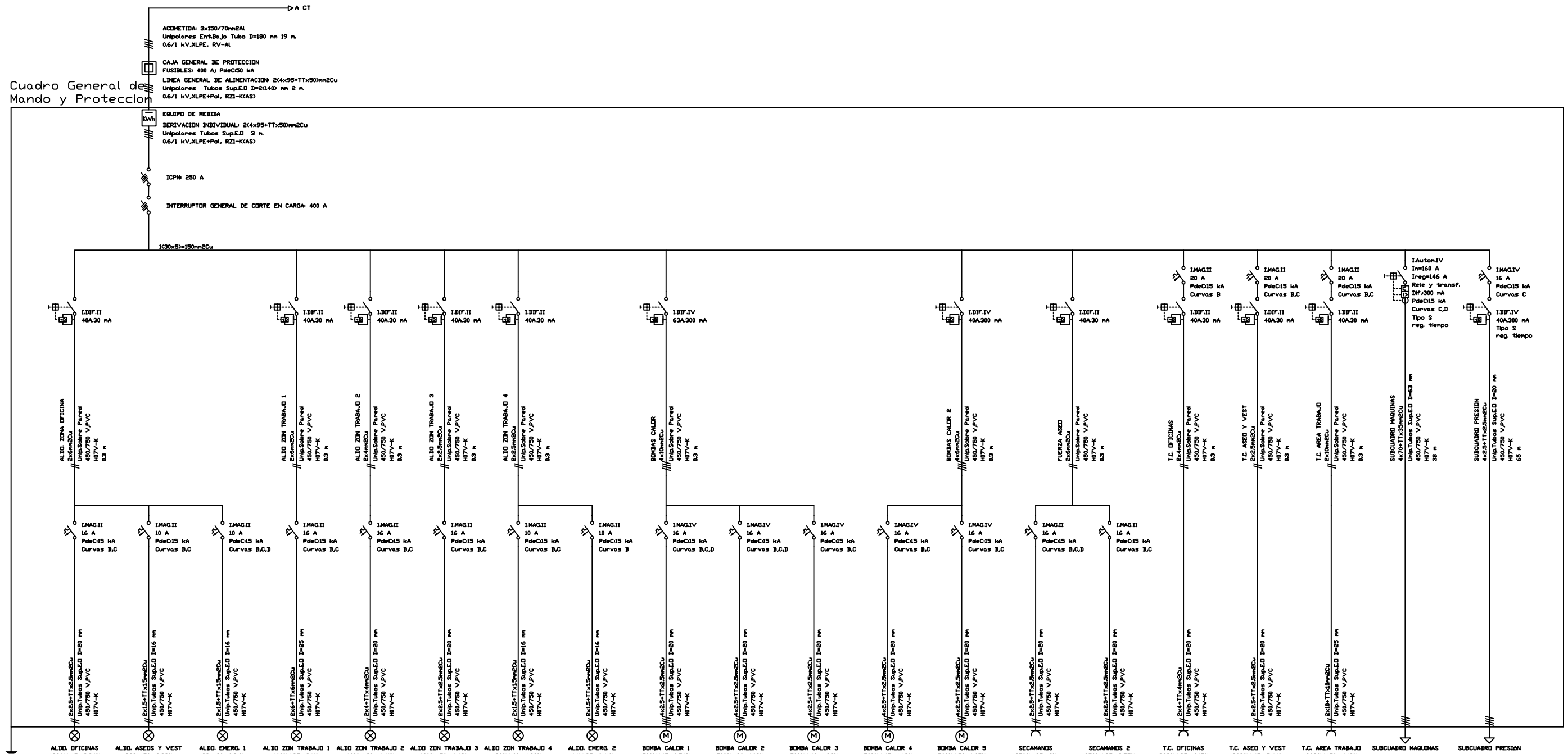


**LEYENDA**

-  CUADRO DE PROTECCIÓN Y DISTRIBUCIÓN
-  EXTINTOR CO
-  EXTINTOR POLVO SECO 6KG 21A-113B
-  RÓTULO SEÑALIZACIÓN "SALIDA EMERGENCIA"
-  RÓTULO SEÑALIZACIÓN "EXTINTOR"
-  PULSADOR MANUAL DE ALARMA
-  SIRENA ELECTR. INTERIOR BITONAL CON PILOTO
-  (B.I.E.) BOCA INCENDIOS EQUIPADA 20m/25mm.
-  CENTRAL CONTRA INCENDIOS CONVENCIONAL

Nº	Modificación	Fecha	Fecha	Nombre	Firma:
	Proyecto	20/08/2012	20/08/2012	DAVID SEGURA	
	Dibujo	20/08/2012	20/08/2012	DAVID SEGURA	
	Comprobo	20/08/2012	20/08/2012	DAVID SEGURA	
INGENIERÍA SEGURELEC S.L.		LSMT, CT LSBT E INST. ELÉCTRICA BT PARA SUM. A NUEVA NAVE ALCARPINT S.A. EN AVD. B. ESTEBAN – ALCAÑIZ <b>PLANTA INCENDIOS</b>			
Sustituye a:					
Sustituido por:					
Escuela Universitaria Ingeniería Técnica Industrial ZARAGOZA					
PLANO Nº					5.5
Escala:					1:200
Hoja nº:					1

Cuadro General de Mando y Protección



N°	Modificación	Fecha	Fecha	Nombre	Firma:
			Proyecto	20/08/2012	DAVID SEGURA
			Dibujo	20/08/2012	DAVID SEGURA
			Comprobo	20/08/2012	DAVID SEGURA

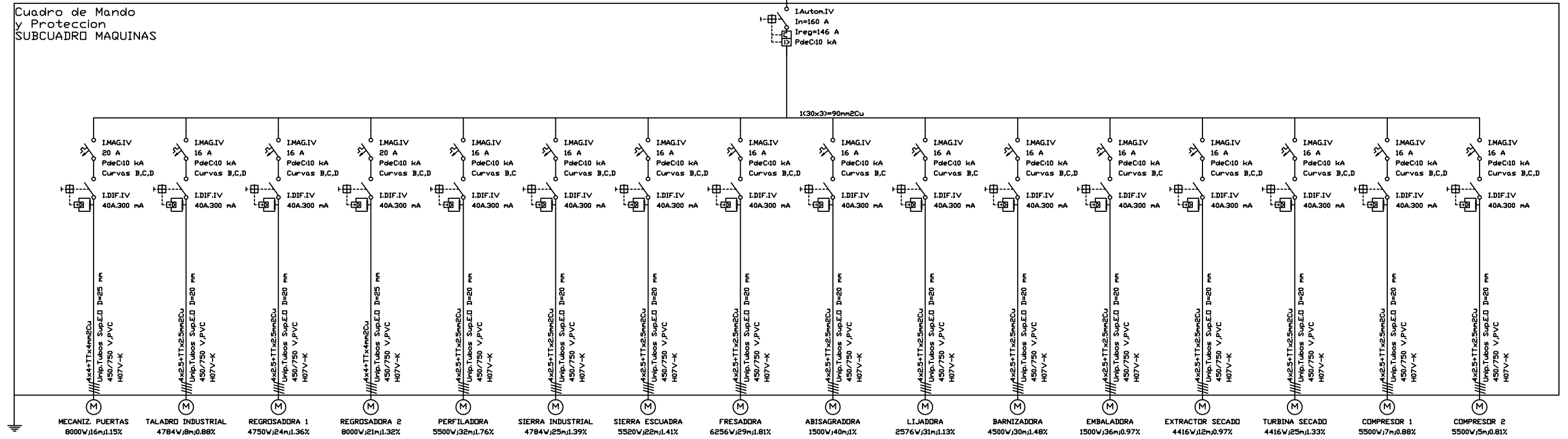
INGENIERIA SEGURELEC S.L.		LSMT, CT LSBT E INST. ELÉCTRICA BT PARA SUM. A NUEVA NAVE ALCARPINT S.A. EN AVD. B. ESTEBAN – ALCAÑIZ	
Sustituye a:		ESQUEMA UNIFILAR CUADRO PRINCIPAL	
Sustituido por:			

Escuela Universitaria Ingeniería Técnica Industrial ZARAGOZA	
PLANO N°	5.6
Escala:	Hoja n°: 1

DE CUADRO PRINCIPAL

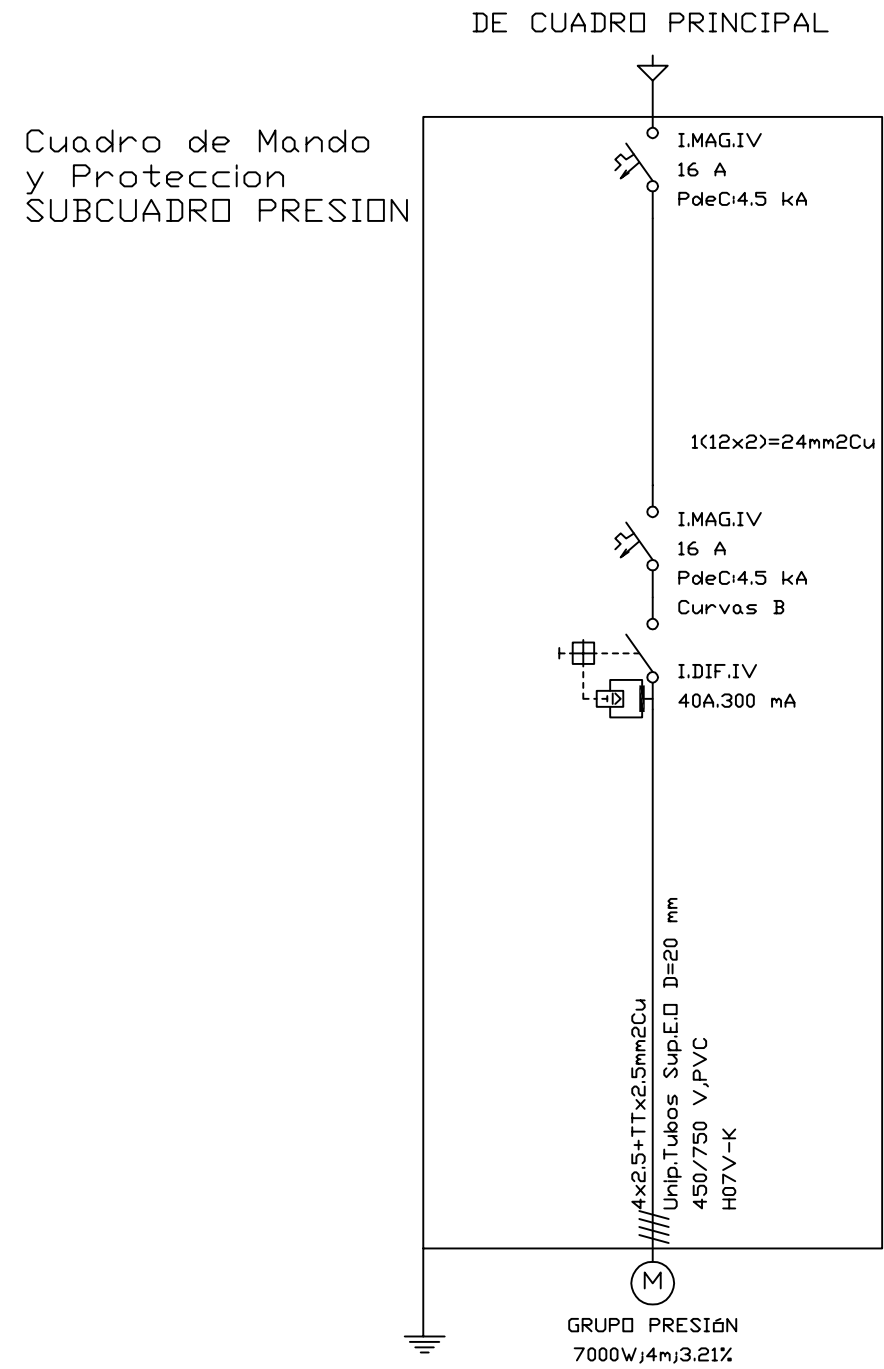
Cuadro de Mando  
y Protección  
SUBCUADRO MAQUINAS




Nº	Modificación	Fecha	Fecha	Nombre	Firma:
			Proyecto	20/08/2012	DAVID SEGURA
			Dibujo	20/08/2012	DAVID SEGURA
			Comprobo	20/08/2012	DAVID SEGURA
INGENIERÍA SEGURELEC S.L.		LSMT, CT LSBT E INST. ELÉCTRICA BT PARA SUM. A NUEVA NAVE ALCARPINT S.A. EN AVD. B. ESTEBAN – ALCAÑIZ ESQUEMA UNIFILAR SUBCUADRO MÁQUINAS			PLANO Nº 5.7
Sustituye a:		Escala:			Hoja nº: 1
Sustituido por:					



Escuela  
Universitaria  
de Ingeniería  
Técnica  
Industrial  
ZARAGOZA



N°	Modificación	Fecha	Fecha	Nombre	Firma:
			Proyecto	20/08/2012	DAVID SEGURA
			Dibujo	20/08/2012	DAVID SEGURA
			Comprobo	20/08/2012	DAVID SEGURA
INGENIERÍA SEGRELEC S.L.		LSMT, CT LSBT E INST. ELÉCTRICA BT PARA SUM. A NUEVA NAVE ALCARPINT S.A. EN AVD. B. ESTEBAN – ALCAÑIZ ESQUEMA UNIFILAR SUBCUADRO PRESIÓN			 Escuela Universitaria Ingeniería Técnica Industrial ZARAGOZA
Sustituye a:		PLANO N°			5.8
Sustituido por:		Escala:			Hoja n°: 1



**Proyectista:**

David Segura Miguel  
SEGURELEC INGENIERÍA

---

---

**ANEXO N° 1:**

**ESTUDIO BÁSICO DE SEGURIDAD,  
HIGIENE Y SALUD LABORAL**

---

---

**Propietario:**

ALCARPINT S.A.



# ÍNDICE

<b>1. <u>INTRODUCCIÓN</u></b> .....	<b>1</b>
<b>1.1 OBJETO</b> .....	<b>1</b>
<b>1.2 DERECHOS Y OBLIGACIONES</b> .....	<b>1</b>
<b>2. <u>ALCANCE</u></b> .....	<b>1</b>
<b>2.1 INSTALACIONES ELÉCTRICAS PROVISIONALES</b> .....	<b>2</b>
<b>3. <u>EVALUACIÓN DE RIESGOS</u></b> .....	<b>2</b>
<b>3.1 RIESGOS GENERALES</b> .....	<b>2</b>
<b>3.2 RIESGOS ESPECÍFICOS</b> .....	<b>3</b>
<b>3.3 MAQUINARIA Y RIESGOS AUXILIARES</b> .....	<b>7</b>
<b>4. <u>MEDIDAS PREVENTIVAS</u></b> .....	<b>10</b>
<b>4.1 PROTECCIONES COLECTIVAS</b> .....	<b>11</b>
<b>4.1.1 Riesgos generales</b> .....	<b>11</b>
<b>4.1.2 Riesgos específicos</b> .....	<b>12</b>
<b>4.2 PROTECCIONES PERSONALES</b> .....	<b>20</b>
<b>4.3 REVISIONES TÉCNICAS DE SEGURIDAD</b> .....	<b>21</b>
<b>5. <u>INSTALACIONES ELÉCTRICAS PROVISIONALES</u></b> .....	<b>21</b>
<b>5.1. RIESGOS PREVISIBLES</b> .....	<b>21</b>
<b>5.2. MEDIDAS PREVENTIVAS</b> .....	<b>21</b>

## **1. INTRODUCCIÓN**

### **1.1. OBJETO**

El presente Estudio Básico de Seguridad y Salud Laboral tiene como objeto establecer las directrices generales encaminadas a disminuir en lo posible, los riesgos de accidentes laborales y enfermedades profesionales, así como a la minimización de las consecuencias de los accidentes que se produzcan.

Este Estudio se ha elaborado en cumplimiento del Real Decreto 1627/1997, de 24 de octubre, que establece los criterios de planificación, control y desarrollo de los medios y medidas de Seguridad e Higiene que deben tenerse presentes en la ejecución de los Proyectos en Construcción.

### **1.2. DERECHOS Y OBLIGACIONES**

#### **DERECHO A LA PROTECCIÓN FRENTE A LOS RIESGOS LABORALES**

Los trabajadores tienen derecho a una protección eficaz en materia de seguridad y salud en el trabajo.

A este efecto, la empresa 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 vigentes, 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.

## **2. ALCANCE**

Las medidas contempladas en este Estudio alcanzan a todos los trabajos a realizar en el presente Proyecto, y aplica la obligación de su cumplimiento a todas las personas de las distintas organizaciones que intervengan en la ejecución de los mismos.

## **2.1. INSTALACIONES ELÉCTRICAS PROVISIONALES**

Para el suministro de energía a las máquinas y herramientas eléctricas propias de los trabajos objeto del presente Estudio, los contratistas instalarán cuadros de distribución con toma de corriente en las instalaciones de la propiedad o alimentados mediante grupos electrógenos.

Tanto los riesgos previsible como las medidas preventivas a aplicar para los trabajos en instalaciones, elementos y máquinas eléctricas son analizados en los apartados siguientes.

## **3. EVALUACIÓN DE RIESGOS**

La acción preventiva en la empresa se planificará 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.

Analizamos a continuación los riesgos previsible inherentes a las actividades de ejecución previstas, así como las derivadas del uso de maquinaria, medios auxiliares y manipulación de instalaciones, máquinas o herramientas eléctricas.

Con el fin de no repetir innecesariamente la relación de riesgos se analiza primero los riesgos generales, que pueden darse en cualquiera de las actividades, y después seguiremos con el análisis de los específicos de cada actividad.

### **3.1. RIESGOS GENERALES**

Entendemos como riesgos generales aquellos que pueden afectar a todos los trabajadores, independientemente de la actividad concreta que realicen. Se prevé que puedan darse los siguientes:

- Caídas de objetos o componentes sobre personas.
- Caídas de personas a distinto nivel.
- Caídas de personas al mismo nivel.
- Proyecciones de partículas a los ojos.

- Conjuntivitis por arco de soldadura u otros.
- Heridas en manos o pies por manejo de materiales.
- Sobreesfuerzos.
- Golpes y cortes por manejo de herramientas.
- Golpes contra objetos.
- Atrapamientos entre objetos.
- Quemaduras por contactos térmicos.
- Exposición a descargas eléctricas.
- Incendios y explosiones.
- Atrapamiento por vuelco de máquinas, vehículos o equipos.
- Atropellos o golpes por vehículos en movimiento.
- Lesiones por manipulación de productos químicos.
- Lesiones o enfermedades por factores atmosféricos que comprometan la seguridad o salud.
- Inhalación de productos tóxicos.

### **3.2. RIESGOS ESPECÍFICOS**

Nos referimos aquí a los riesgos propios de actividades concretas que afectan sólo al personal que realiza trabajos en las mismas.

Este personal estará expuesto a los riesgos generales indicados en el punto 3.1., más los específicos de su actividad.

A tal fin analizamos a continuación las actividades más significativas.

### **Excavaciones**

Además de los generales, pueden ser inherentes a las excavaciones los siguientes riesgos:

- Desprendimiento o deslizamiento de tierras.
- Atropellos y/o golpes por máquinas o vehículos.
- Colisiones y vuelcos de maquinaria.
- Riesgos a terceros (ajenos al propio trabajo).

### **En voladuras**

- Proyecciones de piedras
- Explosiones incontroladas por corrientes erráticas o manipulación incorrecta.
- Barrenos fallidos.
- Elevado nivel de ruido
- Riesgos a terceras personas.

### **Movimiento de tierras**

En los trabajos derivados del movimiento de tierras por excavaciones o rellenos se prevé los siguientes riesgos:

- Caída de materiales de las palas o cajas de los vehículos.
- Caídas de personas desde los vehículos.
- Vuelcos de vehículos por diversas causas (malas condiciones del terreno, exceso de carga, durante las descargas, etc.).
- Atropello y colisiones.
- Polvo ambiental.

### **Trabajos con ferralla**

Los riesgos más comunes relativos a la manipulación y montaje de ferralla son:

- Cortes y heridas en el manejo de las barras o alambres.

- Atrapamientos en las operaciones de carga y descarga de paquetes de barras o en la colocación de las mismas.
- Torceduras de pies, tropiezos y caídas al mismo nivel al caminar sobre las armaduras
- Roturas eventuales de barras durante el doblado.

### **Trabajos de encofrado y desencofrado**

En esta actividad podemos destacar los siguientes:

- Desprendimiento de tableros.
- Pinchazos con objetos punzantes.
- Caída de materiales (tableros, tablones, puntales, etc.).
- Caída de elementos del encofrado durante las operaciones de desencofrado.
- Cortes y heridas en manos por manejo de herramientas (sierras, cepillos, etc.) y materiales.

### **Trabajos con hormigón**

La exposición y manipulación del hormigón implica los siguientes riesgos:

- Salpicaduras de hormigón a los ojos.
- Hundimiento, rotura o caída de encofrados.
- Torceduras de pies, pinchazos, tropiezos y caídas al mismo y a distinto nivel, al moverse sobre las estructuras.
- Dermatitis en la piel.
- Aplastamiento o atrapamiento por fallo de entibaciones.
- Lesiones musculares por el manejo de vibradores.
- Electrocutión por ambientes húmedos.

### **Manipulación de materiales**

Los riesgos propios de esta actividad están incluidos en la descripción de riesgos generales.

### **Transporte de materiales y equipos dentro de la obra**

En esta actividad, además de los riesgos enumerados en el punto 3.1., son previsibles los siguientes:

- Desprendimiento o caída de la carga, o parte de la misma, por ser excesiva o estar mal sujeta.
- Golpes contra partes salientes de la carga.
- Atropellos de personas.
- Vuelcos.
- Choques contra otros vehículos o máquinas.
- Golpes o enganches de la carga con objetos instalaciones o tendidos de cables.

### **Prefabricación y montaje de estructuras, cerramientos y equipos.**

De los específicos de este apartado cabe destacar:

- Caída de materiales por la mala ejecución de la maniobra de izado y acoplamiento de los mismos o fallo mecánico de equipos.
- Caída de personas desde altura por diversas causas.
- Atrapamiento de manos o pies en el manejo de los materiales o equipos.
- Caída de objetos herramientas sueltas.
- Explosiones o incendios por el uso de gases o por proyecciones incandescentes

### **Maniobras de izado, situación en obra y montaje de equipos y materiales.**

Como riesgos específicos de estas maniobras podemos citar los siguientes:

- Caída de materiales, equipos o componentes de los mismos por fallo de los medios de elevación o error en la maniobra.
- Caída de pequeños objetos o materiales sueltos (cantoneras, herramientas, etc.) sobre personas.
- Caída de personas desde altura en operaciones de estrobo o desestrobo de las piezas.
- Atrapamientos de manos o pies.

- Aprisionamiento/aplastamiento de personas por movimientos incontrolados de la carga.
- Golpes de equipos, en su izado y transporte, contra otras instalaciones (estructuras, líneas eléctricas, etc.).caída o vuelco de los medios de elevación.

### **Montaje de instalaciones. Suelos y Acabados**

Los riesgos inherentes a estas actividades podemos considerarlos incluidos dentro de los generales, al no ejecutarse a grandes alturas ni presentar aspectos relativamente peligrosos.

### **3.3. MAQUINARIA Y RIESGOS AUXILIARES**

Analizamos en este apartado los riesgos que además de los generales, pueden presentarse en el uso de maquinaria y los medios auxiliares.

La maquinaria y los medios auxiliares más significativos que se prevé utilizar para la ejecución de los trabajos objeto del presente Estudio, son los que se relacionan a continuación.

- Equipo de soldadura de polietileno a tope y por electrofusión.
- Equipo de soldadura eléctrica.
- Equipo de soldadura oxiacetilénica-oxicorte.
- Máquina eléctrica de roscar.
- Camión de transporte.
- Camión grúa.
- Cabrestante de izado.
- Cabrestante de tendido subterráneo..
- Pistolas de fijación.
- Taladradoras de mano.
- Cortatubos.
- Curvadoras de tubos.
- Radiales y esmeriladoras.



- Trácteles, poleas, aparejos, eslingas, grilletes, etc.
- Juego alzapobinas, rodillos, etc.
- Máquina de excavación con martillo hidráulico.
- Máquina retroexcavadora mixta.
- Hormigoneras autopropulsadas.
- Camión volquete.
- Máquina niveladora.
- Miniretroexcavadora
- Compactadora.
- Compresor.
- Martillo rompedor y picador, etc.

Entre los medios auxiliares cabe mencionar los siguientes:

- Andamios sobre borriquetas.
- Andamios metálicos modulares.
- Escaleras de mano.
- Escaleras de tijera.
- Cuadros eléctricos auxiliares.
- Instalaciones eléctricas provisionales.
- Herramientas de mano.
- Bancos de trabajo.
- Equipos de medida
- Comprobador de secuencia de fases
- Medidor de aislamiento
- Medidor de tierras
- Pinzas amperimétricas
- Termómetros.

Diferenciamos estos riesgos clasificándolos en los siguientes grupos:

### **Máquinas fijas y herramientas eléctricas**

Los riesgos más significativos son:

- Las características de trabajos en elementos con tensión eléctrica en los que pueden producirse accidentes por contactos, tanto directos como indirectos.
- Caídas de personal al mismo, o distinto nivel por desorden de mangueras.
- Lesiones por uso inadecuado, o malas condiciones de máquinas giratorias o de corte.
- Proyecciones de partículas.

### **Medios de Elevación**

Consideramos como riesgos específicos de estos medios, los siguientes:

- Caída de la carga por deficiente estrobo o maniobra.
- Rotura de cable, gancho, estrobo, grillete o cualquier otro medio auxiliar de elevación.
- Golpes o aplastamientos por movimientos incontrolados de la carga.
- Exceso de carga con la consiguiente rotura, o vuelco, del medio correspondiente.
- Fallo de elementos mecánicos o eléctricos.
- Caída de personas a distinto nivel durante las operaciones de movimiento de cargas.

### **Andamios, Plataformas y Escaleras**

Son previsibles los siguientes riesgos:

- Caídas de personas a distinto nivel.
- Caída del andamio por vuelco.
- Vuelcos o deslizamientos de escaleras.
- Caída de materiales o herramientas desde el andamio.
- Los derivados de padecimiento de enfermedades, no detectadas (epilepsia, vértigo, etc.).

### **Equipos de soldadura eléctrica y oxiacetilénica**

Los riesgos previsible propios del uso de estos equipos son los siguientes:

- Incendios.
- Quemaduras.
- Los derivados de la inhalación de vapores metálicos
- Explosión de botellas de gases.
- Proyecciones incandescentes, o de cuerpos extraños.
- Contacto con la energía eléctrica.

## **4. MEDIDAS PREVENTIVAS**

Para disminuir en lo posible los riesgos previstos en el apartado anterior, ha de actuarse sobre los factores que, por separado o en conjunto, determinan las causas que producen los accidentes. Nos estamos refiriendo al factor humano y al factor técnico.

La actuación sobre el factor humano, basada fundamentalmente en la formación, mentalización e información de todo el personal que participe en los trabajos del presente Proyecto, así como en aspectos ergonómicos y condiciones ambientales, será analizada con mayor detenimiento en otros puntos de Estudio.

Por lo que respecta a la actuación sobre el factor técnico, se actuará básicamente en los siguientes aspectos.

- Protecciones colectivas.
- Protecciones personales.
- Controles y revisiones técnicas de seguridad.

En base a los riesgos previsible enunciados en el punto anterior, analizamos a continuación las medidas previstas en cada uno de estos campos.

## **4.1. PROTECCIONES COLECTIVAS**

Siempre que sea posible se dará prioridad al uso de protecciones colectivas, ya que su efectividad es muy superior a la de las protecciones personales. Sin excluir el uso de estas últimas, las protecciones colectivas previstas, en función de los riesgos enunciados, son los siguientes:

### **4.1.1. Riesgos generales**

Nos referimos aquí a las medidas de seguridad a adoptar para la protección de riesgos que consideramos comunes a todas las actividades, son las siguientes:

- Señalizaciones de acceso a obra y uso de elementos de protección personal.
- Acotamiento y señalización de zona donde exista riesgo de caída de objetos desde altura.
- Se montarán barandillas resistentes en los huecos por los que pudiera producirse caída de personas.
- En cada tajo de trabajo, se dispondrá de, al menos, un extintor portátil de polvo polivalente.
- Si algún puesto de trabajo generase riesgo de proyecciones (de partículas, o por arco de soldadura) a terceros se colocarán mamparas opacas de material ignífugo.
- Si se realizasen trabajos con proyecciones incandescentes en proximidad de materiales combustibles, se retirarán estos o se protegerán con lona ignífuga.
- Se mantendrán ordenados los materiales, cables y mangueras para evitar el riesgo de golpes o caídas al mismo nivel por esta causa.
- Los restos de materiales generados por el trabajo se retirarán periódicamente para mantener limpias las zonas de trabajo.
- Los productos tóxicos y peligrosos se manipularán según lo establecido en las condiciones de uso específicas de cada producto.
- Respetar la señalización y limitaciones de velocidad fijadas para circulación de vehículos y maquinaria en el interior de la obra.

- Aplicar las medidas preventivas contra riesgos eléctricos que desarrollaremos más adelante.
- Todos los vehículos llevarán los indicadores ópticos y acústicos que exija la legislación vigente.
- Proteger a los trabajadores contra las inclemencias atmosféricas que puedan comprometer su seguridad y salud.

#### **4.1.2. Riesgos específicos**

Las protecciones colectivas previstas para la prevención de estos riesgos, siguiendo el orden de los mismos establecido en el punto 1.3.2. son los siguientes:

##### **En excavaciones**

- Se entibarán o taludarán todas las excavaciones verticales de profundidad superior a 1,5 m
- Se señalizarán las excavaciones, como mínimo a 1 m. de su borde.
- No se acopiarán tierras ni materiales a menos de 2 m. del borde de la excavación.
- Las excavaciones de profundidad superior a 2 m, y en cuyas proximidades deban circular personas, se protegerán con barandillas resistentes de 90 cm. de altura, las cuales se situarán, siempre que sea posible, a 2 m. del borde de la excavación.
- Los accesos a las zanjas o trincheras se realizarán mediante escaleras sólidas que sobrepasan en 1 m. el borde de estas.
- Las máquinas excavadoras y camiones solo serán manejados por personal capacitado, con el correspondiente permiso de conducir el cual será responsable, así mismo, de la adecuada conservación de su máquina.

### **En voladuras**

Las voladuras serán realizadas por una empresa especializada que elaborará el correspondiente plan de voladuras. En su ejecución, además de cumplir la legislación vigente sobre explosivos (R.D. 2114/787 B.O.E. 07.09.78), se tomarán, como mínimo, las siguientes medidas de seguridad:

- Acordonar la zona de "carga" y "pega" a la que, bajo ningún concepto, deben acceder personas ajenas a las mismas.
- Anunciar, con un toque de sirena 15 minutos antes, la proximidad de la voladura, con dos toques la inmediatez de la detonación y con tres el final de la voladura, permitiéndose la reanudación de la actividad en la zona.
- En el perímetro de la zona acordonada se colocarán señales de "prohibido el paso - Voladuras".
- Antes de la "pega", una persona recorrerá la zona comprobando que no queda nadie, y se pondrán vigilantes en lugares estratégicos de acceso a la zona para impedir la entrada de personas o vehículos.
- El responsable de la voladura y los artilleros comprobarán, cuando se hayan disipado los gases, que la "pega" ha sido completa y comprobará que no quedan terrenos inestables, saneando estos si fuera necesario antes de iniciar los trabajos.

### **En movimiento de tierras**

- No se cargarán los camiones por encima de la carga admisible ni sobrepasando el nivel superior de la carga.
- Se prohíbe el traslado de personas fuera de la cabina de los vehículos.
- Se situarán topes o calzos para limitar la proximidad a bordes de excavaciones o desniveles en zonas de descarga.
- Se limitará la velocidad de vehículos en el camino de acceso y en los viales interiores de la obra a 20 Km/h.
- En caso necesario y a criterio del Técnico de Seguridad se procederá al regado de las pistas para evitar la formación de nubes de polvo.

### **En trabajos en altura**

Es evidente que el trabajo en altura se presenta dentro de muchas de las actividades que se realizan en la ejecución de este Proyecto y, como tal, las medidas preventivas relativas a los mismos serán tratadas conjuntamente con el resto de las que afectan a cada cual.

Sin embargo, dada la elevada gravedad de las consecuencias que, generalmente, se derivan de las caídas de altura, se considera oportuno y conveniente remarcar, en este apartado concreto, las medidas de prevención básicas y fundamentales que deben aplicarse para eliminar, en la medida de lo posible, los riesgos inherentes a los trabajos en altura.

Destacaremos, entre otras, las siguientes medidas:

#### **Para evitar la caída de objetos:**

- Coordinar los trabajos de forma que no se realicen trabajos superpuestos.
- Ante la necesidad de trabajos en la misma vertical, poner las oportunas protecciones (redes, marquesinas, etc).
- Acotar y señalizar las zonas con riesgo de caída de objetos.
- Señalizar y controlar la zona donde se realicen maniobras con cargas suspendidas, hasta que estas se encuentren totalmente apoyadas.
- Emplear cuerdas para el guiado de cargas suspendidas, que serán manejadas desde fuera de la zona de influencia de la carga, y acceder a esta zona solo cuando la carga esté prácticamente arriada.

#### **Para evitar la caída de personas:**

- Se montarán barandillas resistentes en todo el perímetro o bordes de plataformas, forjados, etc. por los que pudieran producirse caídas de personas.
- Se protegerán con barandillas o tapas de suficiente resistencia los huecos existentes en forjados, así como en paramentos verticales si estos son accesibles o están a menos de 1,5 m. del suelo.
- Las barandillas que se quiten o huecos que se destapen para introducción de equipos, etc., se mantendrán perfectamente controlados y señalizados durante la maniobra, reponiéndose las correspondientes protecciones nada mas finalizar estas.

- Los andamios que se utilicen (modulares o tubulares) cumplirán los requerimientos y condiciones mínimas definidas en la O.G. S . H .T., destacando entre otras:
  - Superficie de apoyo horizontal y resistente.
  - Si son móviles, las ruedas estarán bloqueadas y no se trasladarán con personas sobre las mismas.
  - Arriostarlos a partir de cierta altura.
  - A partir de 2 m. de altura se protegerá todo su perímetro con rodapiés y quitamiedos colocados a 45 y 90 cm. del piso, el cual tendrá, como mínimo, una anchura de 60 cm..
  - No sobrecargar las plataformas de trabajo y mantenerlas limpias y libres de obstáculos.
  - En altura (más de 2 m.) es obligatorio utilizar cinturón de seguridad, siempre que no existan protecciones (barandillas) que impidan la caída, el cual estará anclado a elementos, fijos, móviles, definitivos o provisionales, de suficiente resistencia.
  - Se instalarán cuerdas o cables fiadores para sujeción de los cinturones de seguridad en aquellos casos en que no sea posible montar barandillas de protección, o bien sea necesario el desplazamiento de los operarios sobre estructuras o cubiertas. En este caso se utilizarán cinturones de caída, con arnés provistos de absorción de energía.
  - Las escaleras de mano cumplirán, como mínimo, las siguientes condiciones:
    - No tendrán rotos ni astillados largueros o peldaños. Dispondrán de zapatillas antideslizantes.
    - La superficie de apoyo inferior y superior serán planas y resistentes.
    - Fijación o amarre por su cabeza en casos especiales y usar el cinturón de seguridad anclado a un elemento ajeno a esta.
    - Colocarla con la inclinación adecuada.
    - Con las escaleras de tijera, ponerle tope o cadena para que no se abran, no usarlas plegadas y no ponerse a caballo en ellas.



### **En trabajos con ferralla**

- Los paquetes de redondos se acopiarán en posición horizontal, separando las capas con durmientes de madera y evitando alturas de pilas superiores a 1 ,50 m.
- No se permitirá trepar por las armaduras.
- Se colocarán tableros para circular por las armaduras de ferralla.
- No se emplearán elementos o medios auxiliares (escaleras, ganchos, etc.) hechos con trozos de ferralla soldada.
- Diariamente se limpiará la zona de trabajo, recogiendo y retirando los recortes y alambres sobrantes del armado.

### **En trabajos de encofrado y desencofrado**

- El ascenso y descenso a los encofrados se hará con escaleras de mano reglamentarias.
- No permanecerán operarios en la zona de influencia de las cargas durante las operaciones de izado y traslado de tableros, puntales, etc.
- Se sacarán o remacharán todos los clavos o puntas existentes en la madera usada.
- El desencofrado se realizará siempre desde el lado en que no puedan desprenderse los tableros y arrastrar al operario.
- Se acotará, mediante cinta de señalización, la zona en la que puedan caer elementos procedentes de las operaciones de encofrado o desencofrado.

### **En trabajos de hormigón**

#### **Vertidos mediante canaleta:**

- Instalar topes de final de recorrido de los camiones hormigonera para evitar vuelcos.
- No situarse ningún operario detrás de los camiones hormigonera en las maniobras de retroceso.

#### **Vertido mediante cubo con grúa:**

- Señalizar con pintura el nivel máximo de llenado del cubo para no sobrepasar la carga admisible de la grúa.

- No permanecer ningún operario bajo la zona de influencia del cubo durante las operaciones de izado y transporte de este con la grúa.
- La apertura del cubo para vertido se hará exclusivamente accionando la palanca prevista para ello Para realizar tal operación se usarán, obligatoriamente, guantes, gafas y, cuando exista riesgo de caída, cinturón de seguridad.
- El guiado del cubo hasta su posición de vertido se hará siempre a través de cuerdas guía.

### **Para la manipulación de materiales**

- Informar a los trabajadores acerca de los riesgos mas característicos de esta actividad, accidentes mas habituales y forma de prevenirlos haciendo especialmente hincapié sobre los siguientes aspectos:
- Manejo manual de materiales.
- Acopio de materiales, según su características.
- Manejo/acopio de materiales tóxico/peligrosos.

### **Para el transporte de materiales y equipos dentro de la obra**

- Se cumplirán las normas de tráfico y límites de velocidad establecidas para circular por los viales de obra, las cuales estarán señalizadas y difundidas a los conductores.
- Se prohibirá que las plataformas y/o camiones transporten una carga superior a la identificada como máxima admisible.
- La carga se transportará amarrada con cables de acero, cuerdas o estrobos de suficiente resistencia.
- Se señalarán con banderolas o luces rojas las partes salientes de la carga y, de producirse estos salientes, no excederán de 1,50 m.
- En las maniobras con riesgo de vuelco del vehículo, se colocarán topes y se ayudarán con un señalista.
- Cuando se tenga que circular o realizar maniobras en proximidad de líneas eléctricas, se instalarán gálibos o topes que eviten aproximarse a la zona de influencia de las líneas.
- No se permitirá el transporte de personas fuera de la cabina de los vehículos.

- No se transportarán, en ningún caso, cargas suspendidas por la pluma con grúas móviles.
- Se revisará periódicamente el estado de los vehículos de transporte y medios auxiliares correspondientes.

### **Para la prefabricación, izado y montaje de estructuras, cerramientos y equipos**

- Se señalarán y acotarán las zonas en que haya riesgo de caída de materiales por manipulación, elevación y transporte de los mismos.
- No se permitirá, bajo ningún concepto, el acceso de cualquier persona a la zona señalizada y acotada en la que se realicen maniobras con cargas suspendidas.
- El guiado de cargas/equipos para su ubicación definitiva, se hará siempre mediante cuerdas guía manejadas desde lugares fuera de la zona de influencia de su posible caída, y no se accederá a dicha zona hasta el momento justo de efectuar su acople o posicionamiento.
- Se taparán o protegerán con barandillas resistentes o, según los casos, se señalarán adecuadamente los huecos que se generen en el proceso de montaje.
- Se ensamblarán a nivel de suelo, en la medida (que lo permita la zona de montaje y capacidad de las grúas, los módulos de estructuras con el fin de reducir en lo posible el número de horas de trabajo en altura y sus riesgos.
- Los puestos de trabajo de soldadura estarán suficientemente separados o se aislarán con pantallas divisorias.
- La zona de trabajo, sea de taller o de campo, se mantendrá siempre limpia y ordenada.
- Los equipos/estructuras permanecerán arriostradas, durante toda la fase de montajes hasta que no se efectúe la sujeción definitiva, para garantizar su estabilidad en las peores condiciones previsibles.
- Los andamios que se utilicen cumplirán los requerimientos y condiciones mínimas definidas en la O.G.S.H.T.
- Se instalarán cuerdas o cables fiadores para sujeción de los cinturones de seguridad en aquellos casos en que no sea posible montar plataformas de trabajo con barandilla, o sea necesario el desplazamiento de operarios sobre la estructura. En estos casos se utilizarán cinturones de caída, con arnés provistos de absorción de energía.

De cualquier forma dado que estas operaciones y maniobras están muy condicionadas por el estado real de la obra en el momento de ejecutarlas, en el caso de detectarse una complejidad especial se elaborará un estudio de seguridad específico al efecto.

### **Para maniobras de izado y ubicación en obra de materiales y equipos**

Las medidas de prevención a aplicar en relación con los riesgos inherentes a este tipo de trabajos, que ya se relacionaron, están contempladas y definidas en el punto anterior, destacando especialmente las correspondientes a:

- Señalizar y acotar las zonas de trabajo con cargas suspendidas.
- No permanecer persona alguna en la zona de influencia de la carga.
- Hacer el guiado de las cargas mediante cuerdas.
- Entrar en la zona de riesgo en el momento del acoplamiento.

### **En instalaciones de distribución de energía**

- Deberán verificarse y mantenerse con regularidad las instalaciones de distribución de energía presentes en la obra, en particular las que estén sometidas a factores externos.
- Las instalaciones existentes antes del comienzo de la obra deberán estar localizadas, verificadas y señalizadas claramente.
- Cuando existan líneas de tendidos eléctricos aéreos que pueda afectar a la seguridad de la obra será necesario desviarlas fuera del recinto de la obra o dejarlas sin tensión. Si esto no fuera posible, se colocarán barreras o avisos para que los vehículos y las instalaciones se mantengan alejados de las mismas. En caso de que vehículos de la obra tuvieran que circular bajo el tendido se utilizará una señalización de advertencia y una protección de delimitación de altura.

## **4.2. PROTECCIONES PERSONALES**

Como complemento de las protecciones colectivas será obligatorio el uso de las protecciones personales. Los mandos intermedios y el personal de seguridad vigilarán y controlarán la correcta utilización de estas prendas de protección.

Para no extendernos demasiado, y dado que la mayoría de los riesgos que obligan al uso de las protecciones personales son comunes a las actividades a realizar, relacionamos las prendas de protección previstas para el conjunto de los trabajos.

Se prevé el uso, en mayor o menor grado, de las siguientes protecciones personales:

- Casco.
- Pantalla facial transparente.
- Pantalla de soldador con visor abatible y cristal inactínico.
- Mascarillas faciales según necesidades.
- Mascarillas desechables de papel.
- Guantes de varios tipos (montador, soldador, aislante, goma, etc.)
- Cinturón de seguridad.
- Absorbedores de energía.
- Chaqueta, peto, manguitos y polainas de cuero.
- Gafas de varios tipos (contraimpactos, sopletero, etc).
- Calzado de seguridad, adecuado a cada uno de los trabajos.
- Protecciones auditivas (cascos o tapones).
- Ropa de trabajo.

Todas las protecciones personales cumplirán la Normativa Europea (CE) relativa a Equipos de Protección Individual (EPI).

### **4.3. REVISIONES TÉCNICAS DE SEGURIDAD**

Su finalidad es comprobar la correcta aplicación del Plan de Seguridad. Para ello, el Contratista velará por la ejecución correcta de las medidas preventivas fijadas en dicho Plan.

Sin perjuicio de lo anterior, podrán realizarse visitas de inspección por técnicos asesores especialistas en seguridad, cuyo asesoramiento puede ser de gran valor.

## **5. INSTALACIONES ELÉCTRICAS PROVISIONALES**

La acometida eléctrica general alimentará una serie de cuadros de distribución de los distintos contratistas, los cuales se colocarán estratégicamente para el suministro de corriente a sus correspondientes instalaciones, equipos y herramientas propias de los trabajos.

### **5.1. RIESGOS PREVISIBLES**

Los riesgos implícitos a estas instalaciones son los característicos de los trabajos y manipulación de elementos (cuadros, conductores, etc.) y herramientas eléctricas, que pueden producir accidentes por contactos tanto directos como indirectos.

### **5.2. MEDIDAS PREVENTIVAS**

Las principales medidas preventivas a aplicar en instalaciones, elementos y equipos eléctricos serán los siguientes:

#### **Cuadros de distribución**

Serán estancos, permanecerán todas las partes bajo tensión inaccesibles al personal y estarán dotados de las siguientes protecciones:

- Interruptor general.
- Protecciones contra sobrecargas y cortocircuitos.
- Diferencial de 300 mA.

- Toma de tierra de resistencia máxima 20  $\Omega$ .
- Diferencial de 30 mA para las tomas monofásicas que alimentan herramientas o útiles portátiles.
- Tendrán señalizaciones de peligro eléctrico.
- Solamente podrá manipular en ellos el electricista.
- Los conductores aislados utilizados tanto para acometidas como para instalaciones, serán de 1.000 voltios de tensión nominal como mínimo.

### **Prolongadores, clavijas, conexiones y cables**

- Los prolongadores, clavijas y conexiones serán de tipo intemperie con tapas de seguridad en tomas de corriente hembras y de características tales que aseguren el aislamiento, incluso en el momento de conectar y desconectar
- Los cables eléctricos serán del tipo intemperie sin presentar fisuras y de suficiente resistencia a esfuerzos mecánicos.
- Los empalmes y aislamientos en cables se harán con manguitos y cintas aislantes vulcanizadas.
- Las zonas de paso se protegerán contra daños mecánicos.

### **Herramientas y útiles eléctricos portátiles**

- Las lámparas eléctricas portátiles tendrán el mango aislante y un dispositivo protector de la lámpara de suficiente resistencia. En estructuras metálicas y otras zonas de alta conductividad eléctrica se utilizarán transformadores para tensiones de 24 V.
- Todas las herramientas, lámparas y útiles serán de doble aislamiento.
- Todas las herramientas, lámparas y útiles eléctricos portátiles, estarán protegidos por diferenciales de alta sensibilidad (30 mA).

### **Maquinas y equipos eléctricos**

Además de estar protegidos por diferenciales de media sensibilidad (300 mA), irán conectados a una toma de tierra de 20  $\Omega$  de resistencia máxima y llevarán incorporado a la manguera de alimentación el cable de tierra conectado al cuadro de distribución.

### **Normas de carácter General**

- Bajo ningún concepto se dejarán elementos de tensión, como puntas de cables terminales, etc., sin aislar.
- Las operaciones que afecten a la instalación eléctrica, serán realizadas únicamente por el electricista.
- Cuando se realicen operaciones en cables cuadros e instalaciones eléctricas, se harán sin tensión.

### **Estudio de revisiones de mantenimiento**

Se realizará un adecuado mantenimiento y revisiones periódicas de las distintas instalaciones, equipos y herramientas eléctricas, para analizar y adoptar las medidas necesarias en función de los resultados de dichas revisiones.





**Proyectista:**

David Segura Miguel  
SEGURELEC INGENIERÍA

---

---

**ANEXO N° 2:**

**INSTALACIÓN DE PROTECCIÓN CONTRA  
INCENDIOS**

---

---

**Propietario:**

ALCARPINT S.A.

# ÍNDICE

<b><u>1.1 INSTALACIONES DE PROTECCIÓN CONTRA INCENDIOS</u></b> .....	<b>1</b>
<b>1.1.1 Extintores</b> .....	<b>1</b>
<b>1.1.2 Instalación de detección de incendios y alarma</b> .....	<b>1</b>
<b>1.1.3 Instalación de alumbrado de emergencia</b> .....	<b>1</b>
<b><u>1.2 ORDENANZA MUNICIPAL DE PROTECCIÓN CONTRA INCENDIOS</u></b> .....	<b>2</b>
<b>1.2.1 Disposiciones preliminares</b> .....	<b>2</b>
<b>1.2.2 Disposiciones generales</b> .....	<b>3</b>
<b>1.2.2.1 Instalaciones eléctricas</b> .....	<b>3</b>
<b>1.2.2.2 Instalaciones de protecciones contra incendios</b> .....	<b>6</b>
<b>1.2.3 Condiciones urbanísticas</b> .....	<b>8</b>
<b>1.2.3.1 Condiciones de entorno</b> .....	<b>8</b>
<b>1.2.3.2 Condiciones de accesibilidad por fachada</b> .....	<b>10</b>
<b>1.2.3.3 Condiciones de las redes de agua</b> .....	<b>10</b>
<b>1.2.4 Régimen de aplicación</b> .....	<b>11</b>

## **1.1 INSTALACIONES DE PROTECCIÓN CONTRA INCENDIOS**

Además de las indicadas, en forma de cumplimiento de la normativa para la evacuación de las personas en caso de emergencia, para los elementos constructivos, etc., se adoptarán otras medidas de protección contra incendios establecidos en la Norma Básica NBE CPI 96 y que, en este caso, serán las siguientes:

### **1.1.1. Extintores**

Se instalarán extintores móviles, en los lugares indicados en los planos, que cumplirán lo indicado en el artículo 20.1 de la Norma Básica NBE CPI 96 de condiciones de protección contra incendios.

Se instalarán extintores de 6 kg de polvo polivalente ABC, que dan la eficacia exigida por la Norma, que es de 21A-113B, y de la forma que el recorrido desde cualquier punto hasta encontrar uno sea inferior a 15 m

Los extintores se ajustarán al Reglamento de Instrumentos a Presión y a las normas UNE UNE 23-110/75, 23-110/80 y 23-110/82. Todos los extintores se colocarán en soportes fijados en los pilares o paredes y de forma que la parte superior del extintor quede, como máximo a 1,70 m del suelo. Tendrán que estar señalizados según normativa vigente.

### **1.1.2. Instalación de detección de incendios y alarma**

Según se indica en el Artículo 20.4, dado que la superficie de la nave es superior a 500 m<sup>2</sup>, esta contará con la instalación de detección y alarma, que hará posible la transmisión de una señal automáticamente o de forma manual desde el lugar donde se produzca el incendio hasta una centralita de alarma, así como la posterior transmisión de esta señal a los ocupantes del aparcamiento. Se dotará a la nave de una cobertura mediante pulsadores de alarma distribuidos de forma uniforme por el local.

### **1.1.3. Instalación de alumbrado de emergencia**

Para el alumbrado eléctrico ordinario se instalarán los puntos que se reflejan en los planos. Independientemente de estos alumbrados ordinarios, existirán uno de señalización y otro de emergencia. Según pide el artículo 21.1 de la Norma NBE CPI 96.

Estos alumbrados de emergencia cumplirán con la reglamentación para locales de pública concurrencia que establece el vigente Reglamento Electrotécnico para la Baja Tensión e Instrucciones Técnicas Complementarias (ITC BT 28).

Se instalarán equipos autónomos que cumplirán las Normas UNE-EN 60.598-2-22 y las UNE 20.062 73 y UNE 20.392 75, según sea para lámparas incandescentes o lámparas fluorescentes respectivamente, de manera que se asegure, hasta en caso de fallo del alumbrado general, la iluminación del local y de los accesos y salidas para una eventual evacuación.

Para garantizar la eficacia y el buen funcionamiento del alumbrado de emergencia, se instalará un sistema de actividad automático del mismo que permita que los aparatos estén cargados permanentemente. Estos aparatos hace falta que queden en reposo en desconectar la corriente eléctrica o cuando este falla y no hace falta luz de emergencia.

## **ORDENANZA MUNICIPAL DE PROTECCIÓN CONTRA INCENDIOS**

### **1.1.4. Disposiciones preliminares**

#### Artículo 1

Las condiciones de protección contra incendios en los edificios y actividades se regularán por la Norma Básica de la Edificación-Condición de Protección contra Incendios (NBE-CPI) en vigor en el momento de solicitud de licencia y cuantas normas y reglamentos sean de aplicación general en España, complementadas con las disposiciones contenidas en esta Ordenanza.

El cumplimiento de esta Ordenanza quedará reflejado en la documentación necesaria para la obtención de las autorizaciones y licencias preceptivas, de forma que sean fácilmente identificables los elementos que no pueden modificarse sin afectar a las exigencias reglamentarias de seguridad contra incendios.

El cumplimiento de esta Ordenanza en toda obra de reforma, en todo cambio de uso y en toda modificación, aunque sea circunstancial, de las condiciones de protección contra incendios a las que se les hubiere concedido las autorizaciones y licencias preceptivas, deben realizarse conforme a lo establecido en el apartado anterior.

Se considerará de pública concurrencia, a efectos de aplicación de la presente Ordenanza, los siguientes usos:

- Hospitalario, penitenciario, acuartelamiento y garajes o aparcamientos en local cubierto y de uso público para cualquier superficie.
- Administrativo, docente, deportivo, religioso y residencial, definido en la Norma Básica NBE-CPI, para una superficie construida superior a 2.000 m<sup>2</sup>.

- Comercial y restauración (bares, cafeterías y restaurantes) para una superficie construida superior a 500 m<sup>2</sup>.
- Recreativo (discotecas, salas de juego, pubs, etc.) y espectáculos (cines, teatros, música en vivo, etc.) para una superficie construida superior a 200 m<sup>2</sup>.

## Artículo 2

Una vez expedidas las licencias o autorizaciones, finalizadas las obras o instalaciones y antes de la apertura, el titular presentará certificado suscrito por el técnico director de éstas, acreditativo del cumplimiento de la presente Ordenanza y el Reglamento de Instalaciones de Protección contra Incendios.

Antes de la apertura de locales de pública concurrencia, el titular además aportará la siguiente documentación:

- Instalaciones Eléctricas:
  - "Autorización de Puesta en Servicio" y "Boletines de Instalaciones Eléctricas", concedida y sellados respectivamente por el Servicio Provincial de Industria, Comercio y Turismo de la Diputación General de Aragón.
  - "Boletín de Verificación de Aislamiento y Corrientes de Fuga" emitido por Eléctricas Reunidas de Zaragoza, S.A.

### **1.1.5. Disposiciones generales**

#### **1.1.5.1. Instalaciones eléctricas**

## Artículo 10

Todas las instalaciones eléctricas contenidas en un edificio o local, cumplirán con lo preceptuado en el Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión y será acreditado mediante documento del organismo competente.

## Artículo 11

Las instalaciones eléctricas que alimentan los sistemas de protección contra incendios, estarán protegidas en todo su recorrido mediante compartimentaciones RF-120 de forma que no puedan quedar inutilizadas a causa de un incendio exterior.

## Artículo 12

Los armarios y cuadros eléctricos deberán situarse en un lugar independiente de cualquier otra instalación. El recinto será sector de incendio de grado RF-120 y puerta

RF-60, excluyéndose los cuadros de viviendas y de los locales mencionados en el artículo 4. de la presente Ordenanza.

### Artículo 13

En locales de pública concurrencia, los circuitos de seguridad que tienen su origen en el grupo electrógeno de socorro o suministros complementarios (duplicado, de reserva y de socorro), y que alimentan los ascensores de emergencia definidos en la Norma Básica NBE-CPI , bomba de protección de incendios, alumbrados especiales,- emergencia, señalización y reemplazamiento- cuando no sean autónomos y, finalmente, sistemas de extracción de aire ,estarán constituidos por cables eléctricos "resistentes al fuego" (UNE-20.431).

Dichos circuitos de seguridad serán independientes del resto de las redes eléctricas de fuerza y alumbrado, tanto en el cuadro como en el trazado y en las cajas.. En general, los conductores eléctricos resistentes al fuego estarán protegidos físicamente, bien por la misma instalación (tubos, bandejas, canales de protección, etc.), o por el propio conductor eléctrico (cables armados).

A excepción de los circuitos eléctricos de seguridad, el resto de instalaciones de fuerza y alumbrado de los locales de pública concurrencia, estarán constituidos por cables eléctricos antillama (UNE-20.432-1), no propagadores del incendio (UNE-20.432-3 y UNE 20.427-1), de baja emisión de humos opacos (UNE 21.172-1 y 2), reducida emisión de gases tóxicos (Pr. UNE-21.174; NES-713 y NF C-20.454), nula de corrosivos (UNE-21.147-2) y exentos o cero halógenos (UNE-21.147-1).

Queda prohibido el tendido de cables eléctricos por conductos de aire acondicionado y la instalación de conductores tipo "manguera" de 500 V. Asimismo se prohíbe el montaje de sistemas de protección tubos, bandejas, canales de instalación y de cuadro, molduras, etc. que no sean como mínimo clase M1 (UNE-23.727) y de limitada opacidad, toxicidad y corrosividad de emisión de humos.

El cumplimiento de lo preceptuado en el presente artículo se acreditará mediante la aportación de "Certificado" de la Dirección de Obra o, en su caso, de Instalador autorizado que ha ejecutado la instalación.

### Artículo 14

Los recintos que contengan grupo electrógeno, transformadores y motores de combustión interna (grupos de presión y bomba de protección de incendios), cumplirán las prescripciones para locales de riesgo especial medio, según la NBE-CPI. Los cuartos de contadores dispondrán de paramentos RF-120 y puertas RF-60.

Los recintos que contengan grupo electrógeno o motores de combustión interna para cualquier potencia, dispondrán de sistema automático de extinción según el Reglamento de Instalaciones de Protección contra Incendios.

Los centros de transformación con máquinas refrigeradas por aceite situadas en recinto aislado de cualquier edificación, se ajustarán en materia de protección de

incendios a lo dispuesto en el Reglamento sobre Centrales Eléctricas, Subestaciones y Centros de Transformación, aprobado por Real Decreto 3275/1982, de 12 de noviembre e Instrucciones Técnicas Complementarias MIE-RAT.

Los centros de transformación con máquinas refrigeradas de aceite, integrados en edificios exentos de locales de pública concurrencia, o que éstos se encuentran a una distancia superior a 5 m. dispondrán de sistema automático de extinción según el Reglamento de Instalaciones de Protección contra Incendios, cuando la potencia total sea superior a 2 transformadores de 400 KVA.

En locales de pública concurrencia o en edificios que los contengan que no se ajusten a lo anteriormente señalado y tengan una potencia superior a dos transformadores de 250 KVA., dispondrán de sistema automático de extinción según el Reglamento de Instalaciones de Protección contra Incendios.

### Artículo 15

En los locales de pública concurrencia, el grupo electrógeno de socorro realizará automáticamente su puesta en marcha, con un tiempo de reacción no superior a 7 segundos, al fallar el suministro eléctrico, descender la tensión un 15% de la nominal, fallar una fase, o por desequilibrio de tensión entre las mismas en un 10%.

- La conmutación grupo-red se llevará a cabo por medio de contactores o interruptores automáticos tetrapolares, con enclavamientos mecánicos y eléctricos, cuyo dimensionamiento y maniobra, así como las alarmas de seguridad del mismo, será establecido por el fabricante del grupo.
- La protección eléctrica del grupo electrógeno, se ejecutará en origen mediante un interruptor magnetotérmico general, de intensidad nominal correspondiente a la carga del grupo, teniendo en cuenta la selectividad de todos los elementos que componen la instalación conectada al mismo, no siendo nunca superior a la potencia nominal del grupo. Se conectará toma de tierra al armazón del grupo y cuadro de mando. El neutro del grupo se efectuará con tierra independiente de la de masas, a una distancia superior a 20 metros y mediante cable eléctrico aislado de 0.6/1 KV.
- La correcta instalación del grupo electrógeno se acreditará aportando "Certificado" de la Dirección de obra o, en su caso, de Instalador autorizado que ha ejecutado la instalación.
- Se garantizará el funcionamiento del grupo electrógeno, poniéndolo en marcha periódicamente, y realizando las correspondientes operaciones de mantenimiento.

En los locales de pública concurrencia, la bomba de protección de incendios, cuando su potencia sea igual o superior a 5.5 CV, estará dotada de arrancador estrella-triángulo y en el circuito eléctrico de alimentación de la misma, para su protección, se instalará un interruptor magneto-térmico con curva de desconexión como mínimo de 7 a 10 veces la intensidad nominal, así como un interruptor diferencial para protección de contactos indirectos debidamente calibrado.

- Los conductores eléctricos se dimensionarán adecuadamente, de conformidad con lo dispuesto en la Instrucción Técnica MIE-BT-034.
- Todo lo cual quedará acreditado mediante la aportación de "Certificado" de la Dirección de Obra o, en su caso, de Instalador autorizado que ha ejecutado la instalación.

En los locales de pública concurrencia, los aparatos de alumbrado tanto de diseño como de cualquier tipo, estarán concebidos para la potencia de lámpara a instalar. Los aparatos de iluminación con lámpara halógena se instalarán con transformador de seguridad.

- Las canalizaciones eléctricas se realizarán adecuadamente, de forma que al pasar los cables no se fuercen, introduciendo en el mismo tubo de protección o canalización circuitos de idéntica tensión, con cajas de empalme y distribución de dimensiones correctas, instalando bornas de empalme de tamaño idóneo que no den lugar a calentamientos irregulares y, en general, se cuidará la calidad en la ejecución de las instalaciones.
- El aparellaje eléctrico corresponderá a un dimensionamiento adecuado, teniendo en cuenta las cargas de los circuitos, potencia de corte y selectividad de las protecciones eléctricas.
- Todo lo cual se acreditará mediante la aportación de "Certificado" de la Dirección de Obra, o en su caso, de Instalador autorizado que ha ejecutado la instalación, en el que se haga constar las diferentes homologaciones de aparatos y materiales.

#### **1.1.5.2. Instalaciones de protecciones contra incendios**

##### Artículo 19

Esta Sección se regulará según lo dispuesto en el Real Decreto 1942/1993 de 5 de noviembre, por el que se aprueba el Reglamento de Instalaciones de Protección contra Incendios, y por lo establecido en los artículos siguientes.

##### Artículo 20

Todos los edificios de viviendas dispondrán de extintores portátiles, colocados en lugares de uso común: en escaleras, a razón, como mínimo, de uno cada dos plantas y en cuartos de instalaciones próximo a su entrada, en el exterior. La eficacia será de 21 A/144B.

En donde sea exigible por NBE-CPI, la colocación de extintores portátiles la eficacia mínima será 13A/89B.

Todos los edificios de cinco o más plantas sobre rasante dispondrán de columna seca, excepto los de uso hospitalario que dispondrán de ella para una altura de dos o más plantas sobre rasante.



En edificios con escalera en recinto propio protegida o especialmente protegida, las bocas de salida de columna seca se situarán fuera del recinto de escalera y en todas sus plantas.

El sistema de abastecimiento de agua de las redes interiores de un edificio, local, etc., se efectuará siempre mediante la necesaria reserva de agua con capacidad suficiente según el Real Decreto 1942/1993, de 5 de noviembre, por el que se aprueba el Reglamento de Instalaciones de Protección contra Incendios.

Esta reserva de agua será de uso exclusivo para el sistema de protección contra incendios en depósito para este cometido.

En la toma de alimentación de este depósito debe colocarse un contador de agua contratado con el Excmo. Ayuntamiento y su instalación se efectuará en el punto que designen los técnicos municipales.

Excepcionalmente, si por alguna imposibilidad técnica, constructiva, o de otra índole no fuera posible la instalación de dicha reserva, podrá admitirse la conexión directa de los grupos sobrepresores a las tuberías de suministro de agua. Esta circunstancia se constatará por los Servicios de Licencias de la Gerencia de Urbanismo.

Para su autorización deberá presentarse el estudio de la incidencia que pueda ocasionar en las tuberías de agua la puesta en marcha del grupo sobrepresor en caso de incendio.

La conexión directa del grupo sobrepresor deberá contar con la autorización del Servicio Provincial de Industria, Comercio y Turismo de la Diputación General de Aragón.

Este suministro de agua se concederá, únicamente, en los supuestos de adaptación de locales preexistentes a la Ordenanza y en los edificios de interés historico-artístico.

En circunstancias de anómalo funcionamiento de la red de abastecimiento de agua, la Autoridad Municipal no puede garantizar que, en el momento de un incendio, se pueda derivar el caudal necesario a la puesta en marcha del grupo sobrepresor.

En locales de pública concurrencia, definidos en el apartado 4 del artículo 1, además de lo previsto en la NBE-CPI deberán instalarse:

- Bocas de incendio equipadas.
- Detección automática y alarma si existen falsos techos o suelos, en dichos espacios.

## 1.1.6. Condiciones urbanísticas

### Artículo 31

Tanto el planeamiento urbanístico como las condiciones de diseño y construcción de los edificios, en particular el entorno inmediato a éstos, sus accesos, huecos en fachada y las redes de suministro de agua, deben posibilitar y facilitar la actuación de los Servicios contra Incendios y de Salvamento.

#### 1.1.6.1. Condiciones de entorno

Cualquier edificio de nueva planta cuya altura de evacuación descendente sea superior a 10,50 metros, debe disponer, a lo largo de una fachada, de un espacio de maniobra para las intervenciones de vehículos pesados del Cuerpo de Bomberos, tal que cumpla las siguientes condiciones:

- Anchura mínima libre: 6 metros.
- Altura mínima libre: la del edificio.
- Longitud mínima: 15 metros.
- Separación máxima del espacio de maniobra al edificio: 10 metros.
- Distancia máxima desde dicho espacio hasta el acceso al edificio: 30 metros.
- Pendiente máxima: 10%.
- Capacidad portante del suelo: 2.000 Kp/metro cuadrado.
- Resistencia del suelo al punzonamiento: 10 Tm sobre 20 centímetros de diámetro.
  - La condición referida al punzonamiento debe cumplirse en las tapas de registro de las canalizaciones de servicios públicos, sitas en ese espacio, cuando sus dimensiones sean superiores a 0,15 x 0,15 metros, debiendo ceñirse a las especificaciones de la norma UNE 41300.
  - Las edificaciones de nueva planta que vayan a emplazarse en el Casco Histórico, o en cualquiera de los Conjuntos de interés contemplados por el planeamiento, no estarán sujetas al cumplimiento de lo anterior. En sustitución de ellos se implantarán medidas específicas de protección que, a propuesta de quien promueva la edificación, deberán ser aceptadas por el Servicio contra Incendios.

En aquellos edificios cuya única fachada accesible desde el exterior recaiga a espacios ajardinados o urbanizaciones interiores de plazas o patios de manzana deben cumplirse las condiciones del apartado 1 de este artículo, al menos, en una franja de 10 m. frente al recinto de la caja de escalera, que en estos casos debe ser especialmente protegida y accesible en toda su altura.

La localización de urbanizaciones, hoteles, hospitales o cualquier otro edificio de uso público o privado en zonas limítrofes o interiores a áreas forestales, cumplirán las siguientes condiciones:

- Deberá existir una franja de 25 m. de anchura separando la zona edificada de la forestal, libre de arbustos o vegetación que pueda propagar un incendio del área forestal así como un camino perimetral de 5 m.
- La zona edificada o urbanizada dispondrá de dos vías de acceso y evacuación diferentes, cada una de las cuales cumplirá las condiciones establecidas en el Art. 32 de esta Ordenanza.
- Cuando no se pueda disponer de las dos vías alternativas indicadas en el párrafo anterior, el acceso único finalizará en un fondo de saco de forma circular de 12.50 m. de radio, como mínimo, en el que se cumplan las condiciones expresadas en Art. 33.1.
- En cualquier pista forestal sin salida, que pueda servir para la circulación de vehículos de extinción de incendios, se establecerán cada 1.000 m. espacios de las características descritas en el párrafo anterior, al objeto de facilitar la maniobrabilidad de dichos vehículos.

#### **1.1.6.2. Condiciones de accesibilidad por fachada**

##### Artículo 34

Las fachadas que conforme a lo establecido en el Art. 33 deban cumplir las condiciones allí expresadas, dispondrán de huecos que permitan el acceso desde el exterior al personal del Servicio contra Incendios. Dichos huecos cumplirán las siguientes exigencias:

- Facilitarán el acceso a cada una de las plantas del edificio, de forma que la altura del alféizar respecto del nivel de la planta a la que accede no sea superior a 1.20 m.
- Sus dimensiones mínimas horizontal y verticalmente serán de 0.80 x 1.20 m. y la distancia máxima entre sus ejes no superará los 25 m., medida sobre la cara exterior de la fachada.
- No se instalarán en fachada elementos que impidan o dificulten la accesibilidad al interior del edificio a través de dichos huecos, a excepción de los elementos de seguridad que precisen ser instalados en los huecos de las plantas cuya altura de evacuación no exceda de 9 m.

### 1.1.6.3. Condiciones de las redes de agua

#### Artículo 35

La ordenación y urbanización de terrenos a través de figuras del planeamiento urbanístico que incluyan trazado de redes de abastecimiento de aguas, debe contemplar la instalación de hidrantes, con independencia de los que en los anexos a la NBE se exigen para los edificios que allí se establecen conforme a sus usos. Esa instalación deberá cumplir, además de lo establecido en el R.D. 1942/1993 de 5 de noviembre por el que se aprueba el Reglamento de Instalación de Protección contra Incendios, las siguientes condiciones:

- Los hidrantes estarán situados en lugares fácilmente accesibles fuera del espacio destinado a circulación y estacionamiento de vehículos, debidamente señalizados, conforme a la Norma UNE 23-033, y distribuidos de manera que la distancia entre ellos medida por espacios públicos no sea superior a 200 m.
- Los hidrantes se situarán bajo rasante del pavimento con arqueta accesible. Sus tipos deberán ajustarse a los modelos normalizados.
- El diseño y alimentación de la red que contenga los hidrantes, serán adecuados para que, bajo la hipótesis de puesta en servicio de los dos hidrantes más próximos a cualquier posible incendio, el caudal de cada uno de ellos sea, como mínimo, de 500 l./minuto para hidrantes de 70 mm. de diámetro, si bien este caudal vendrá condicionado por la situación y circunstancias concretas de la red.
- Para los edificios que lo precisen, en el caso de no existir red de distribución, podrá sustituirse el hidrante por una reserva de agua de 120 m<sup>3</sup>. de capacidad mínima y, en su caso, grupo sobrepresor capaz de cumplir las condiciones de funcionamiento del apartado c). Esta reserva de agua podrá servir, debidamente dimensionada, para otras instalaciones de protección contra incendios.
- Caso de existir una red de agua insuficiente para las prestaciones citadas en apartado c) y no ser posible su adecuación, podrá sustituirse el hidrante, en los edificios que lo precisen, por una reserva de agua de 60 m<sup>3</sup> de capacidad mínima y, en su caso, grupo sobrepresor capaz de cumplir las condiciones de funcionamiento del apartado c). Esta reserva de agua podrá servir, debidamente dimensionada, para otras instalaciones de protección contra incendios.
- Aquellos edificios que por su uso precisen de un hidrante, éste distará menos de 100 m. del acceso principal al edificio.

#### Artículo 36

Cuando en un edificio o establecimiento sea preceptiva la instalación de hidrantes y la superficie superior a 10.000 m<sup>2</sup>, se colocará uno por cada 10.000 m<sup>2</sup> construidos o fracción, uniformemente repartidos a lo largo de las fachadas accesibles a los vehículos del Servicio contra Incendios y de Salvamento.

Contarán con instalación de hidrantes los edificios o establecimientos de las características o destinados a los usos siguientes:

- con carácter general todo edificio cuya altura de evacuación descendente sea superior a 28 m.
- Hospitalario, docente, garaje y comercial si la superficie construida es superior a 2.000 m<sup>2</sup>.
- Administrativo si la superficie construida es superior a 5.000 m<sup>2</sup>.
- Residencial si el establecimiento dispone de más de 50 habitaciones.
- Pública concurrencia o recintos de densidad elevada de los reseñados en el Art. 6 apartado 6.1., de la NBE-CPI, si la superficie construida es superior a 500 m<sup>2</sup> o el aforo supera las 500 personas.
- Edificios de viviendas o agrupaciones de viviendas unifamiliares de más de 50 viviendas.
- Para otros usos no contemplados en los reseñados, se aplicarán los valores correspondientes a los que sean más asimilables.

### **1.1.7. Régimen de aplicación**

La presente Ordenanza, tendrá como ámbito y régimen de aplicación el que queda recogido en los artículos 2 y 3 de la NBE-CPI-91, completado con el uso industrial, y sin perjuicio de lo que resulte del régimen de aplicación relativo a espectáculos públicos, actividades recreativas y establecimientos de pública concurrencia.

En razón a las previsibles normas complementarias que en el futuro se dicten relacionadas con todas estas materias habrá de estarse a lo que en ellas se disponga.

A todos los efectos pertinentes, la presente Ordenanza se considerará parte integrante de la reglamentación urbanística y de las ordenanzas de edificación.