



ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE INGENIEROS INDUSTRIALES Y DE TELECOMUNICACIÓN

Titulación:

INGENIERO TÉCNICO INDUSTRIAL ELÉCTRICO

Título del proyecto:

“INSTALACIÓN ELÉCTRICA DE BAJA TENSIÓN Y
CENTRO DE TRANSFORMACIÓN DE UNA NAVE
INDUSTRIAL”

Alumno: Xabier Guerrero Castiella

Tutor: José Javier Crespo Ganuza

Pamplona, Abril de 2012



ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE INGENIEROS INDUSTRIALES Y DE TELECOMUNICACIÓN

Titulación:

INGENIERO TÉCNICO INDUSTRIAL ELÉCTRICO

Título del proyecto:

“INSTALACIÓN ELÉCTRICA EN BAJA TENSION Y C.T. DE UNA NAVE INDUSTRIAL”

1. MEMORIA

Alumno: Xabier Guerrero Castiella

Tutor: José Javier Crespo Ganuza

Pamplona, Abril de 2012



ÍNDICE

1.1 Introducción	5
1.1.1 Objeto del proyecto.....	5
1.1.2 Descripción de la nave.....	5
1.1.3 Previsión de cargas.....	6
1.1.4 Normativa.....	7
1.2 Iluminación	8
1.2.1 Introducción.....	8
1.2.2 Conceptos luminotécnicos.....	8
1.2.3 Lámparas.....	10
1.2.4 Aparatos de alumbrado.....	18
1.2.4.1 Clasificación de las luminarias y tipos de alumbrado.....	21
1.2.5 Niveles de iluminación recomendados.....	24
1.2.6 Cálculo del alumbrado interior.....	25
1.2.7 Iluminación de la nave industrial.....	30
1.2.8 Características de las lámparas y luminarias escogidas.....	34
1.2.9 Alumbrados especiales: Alumbrado de emergencia y señalización.....	35
1.2.10 Elección del sistema de alumbrado especial.....	37
1.3 Esquema de distribución	42
1.3.1 Introducción.....	42
1.3.2 Esquema de distribución escogido.....	45
1.4 Distribución interior de la instalación	45
1.4.1 Introducción.....	45
1.4.2 Sección del conductor.....	45
1.4.3 Tipos de conductores.....	48
1.4.4 Canalizaciones.....	50
1.4.5 Normas para la elección de cables y tubos.....	52
1.4.6 Identificación de conductores.....	53
1.4.7 Cuadros eléctricos.....	58
1.4.7.1 Interconexión de las distintas partes de la instalación.....	54
1.4.7.2 Ubicación de los cuadros.....	54
1.4.7.3 Composición de los cuadros.....	54
1.4.7.4 Características de los cuadros de distribución, dimensiones y etiquetado.....	55
1.4.7.5 Características generales.....	56
1.4.7.6 Características particulares.....	56
1.4.8 Solución adoptada.....	56
1.4.8.1 Conductores.....	56
1.4.8.2 Características de los tipos de conductores escogidos.....	57
1.4.8.3 Canalizaciones.....	57
1.4.8.4 Conducciones de las líneas.....	58



1.5 Tipos de receptores	59
1.5.1 Introducción.....	59
1.5.2 Motores.....	60
1.5.3 Receptores para alumbrado.....	60
1.5.4 Tomas de corriente.....	60
1.5.4.1 Introducción.....	60
1.5.4.2 Tipos de tomas de corriente.....	61
1.5.4.3 Situación de las tomas de corriente.....	61
1.5.5 Interruptores.....	61
1.6 Protecciones en baja tensión	62
1.6.1 Introducción.....	62
1.6.2 Protección de la instalación.....	63
1.6.3 Cálculo de las corrientes de cortocircuito.....	66
1.6.4 Protección de las personas.....	70
1.6.5 Solución adoptada.....	72
1.7 Puestas a tierra	95
1.7.1 Introducción.....	95
1.7.2 Conceptos generales.....	96
1.7.3 Concepto y objetivo de la puesta a tierra.....	97
1.7.4 Elementos de un sistema de puesta a tierra.....	98
1.7.5 Elementos a conectar a tierra.....	102
1.7.6 Solución adoptada.....	112
1.8 Centro de transformación	112
1.8.1 Objeto del proyecto.....	112
1.8.2 Reglamentación.....	113
1.8.3 Clasificación de los centros de transformación MT/BT.....	113
1.8.4 Centro de transformación “de red pública” y centros de transformación “de abonado”.....	114
1.8.5 Situación y emplazamiento.....	115
1.8.6 Características generales del centro de transformación.....	115
1.8.7 Potencia necesaria para el centro de transformación.....	115
1.8.8 Descripción de la instalación.....	116
1.8.8.1 Local.....	116
1.8.8.2 Características del local.....	116
1.8.8.3 Instalación eléctrica.....	119
1.8.8.3.1 Introducción.....	119
1.8.8.3.2 Características de la red de alimentación.....	119
1.8.8.3.3 Características de la apartamentada en alta tensión.....	120
1.8.8.4 Conexiones.....	126
1.8.8.5 Puestas a tierra.....	128
1.8.8.6 Instalaciones secundarias.....	129
1.8.8.7 Cuadro de baja tensión del C.T.....	132



1.9 Corrección del factor de potencia.....	133
--	-----



1.1 INTRODUCCIÓN

1.1.1 OBJETO DEL PROYECTO

La presente memoria tiene por objeto el estudio de la instalación en baja tensión necesaria para el suministro de energía eléctrica a los diferentes receptores de fuerza y alumbrado que se proyectan instalar en una nave industrial dedicada a la elaboración de todo tipo de materiales metalúrgicos y el tratado y corrección de dichos materiales.

La instalación eléctrica constará de:

- Instalación de alumbrado interior, exterior, de emergencia y señalización.
- Instalación de fuerzas y tomas de corriente.
- Centro de transformación de media a baja tensión.
- Protección eléctrica de las líneas que alimentan cada todas las instalaciones.
- Puestas a tierra del centro de transformación, y de la instalación eléctrica de la nave.
- Corrección del factor de potencia del centro de transformación en caso necesario.

La nave objeto del proyecto está situada en el municipio de Berrioplano polígono 23 , parcela 437 en la población de Aizoain en la provincia de Navarra. Los planos de la localización y emplazamiento se adjuntan en el documento Planos del presente proyecto.

1.1.2 DESCRIPCIÓN DE LA NAVE

La superficie útil de la nave es de 2158,44 m².

La nave industrial consta de las siguientes partes:

- Planta baja:
 - Taller de mecanizado: 1738,86 m².
 - Vestuario de mujeres: 36,5 m².
 - Vestuario hombres: 36,5 m²..
 - Almacén: 49,56 m².
 - Oficina 1: 15,5 m².
 - Oficina 2: 14,49 m².
 - Oficina 3: 15,75 m².
 - Oficina 4: 14,7 m²
 - Aseo Mujeres: 10,24 m².
 - Aseo Hombres: 10,24 m².
 - Pasillo (zona 1) : 18 m².
 - Pasillo (zona 2) : 30 m²
 - Sala de reuniones: 36,2 m².
 - Sala de descanso: 42,7 m².



- Archivo: 22 m².
- Administración y recepción: 67,2 m².

● Junto a la nave (exterior):

- Centro de transformación prefabricado: 12,79 m², donde se procede a la transformación de la tensión y que está adosado al edificio.

La nave industrial que se prevé construir es un taller de mecanizado con toda la maquinaria necesaria para la elaboración de todo tipo de materiales metalúrgicos y el tratado y corrección de dichos materiales.

1.1.3 PREVISIÓN DE CARGAS

La maquinaria a instalar es la siguiente:

- 4 Sierras.....	16000 W
- 4 Esmeriladoras.....	21176 W
- 4 Taladros.....	6000 W
- Pulidora.....	3000 W
- Retestadora.....	1471 W
- Mortajadora.....	2237 W
- Tronzadora.....	2237 W
- 2 Cizallas.....	30000 W
- 4 Fresadoras.....	30000 W
- Compresor.....	7500 W
- Rectificadora.....	10440 W
- 4 Tornos.....	60000 W

La potencia total demandada por la maquinaria es de 190061 W.

La potencia de la iluminación a instalar teniendo en cuenta los factores de corrección correspondientes a la ITC-BT 44 es la siguiente:

- Taller de mecanizado.....	26000 W
- Vestuario de mujeres.....	835,2 W
- Vestuario hombres.....	835,2 W
- Almacén.....	313,2 W
- Oficina 1.....	626,4 W
- Oficina 2.....	626,4 W
- Oficina 3.....	626,4 W
- Oficina 4.....	626,4 W
- Pasillo.....	972 W
- Sala de reuniones.....	1258,8 W
- Sala de descanso.....	1258,8 W
- Archivo.....	208,8 W
- Administración y recepción.....	2505,6 W
- Centro de transformación.....	2505,6 W



- Exterior.....	4000 W
- Emergencia.....	462 W

La potencia total demandada por la iluminación es de 43660.8 W.

La potencia de las tomas de corriente es la siguiente:

- Tomas de corriente monofásicas.....	85452 W
- Tomas de corriente trifásicas.....	55425 W

La potencia total demandada por las tomas de corriente es de 140877 W.

La potencia de climatización es de 100000 W

La potencia total demandada en la nave es de 474602 W.

1.1.4 NORMATIVA VIGENTE

La realización del proyecto, así como la ejecución de las instalaciones se efectuaran de acuerdo a la normativa vigente a la hora de redactar el proyecto, la cual es la que a continuación se detalla:

- Reglamento Electrotécnico para baja tensión (Real Decreto 842/2002 de 2 de agosto de 2002) e Instrucciones complementarias. Ministerio de Industria y Energía.
- Reglamento sobre centrales eléctricas, subestaciones y centros de transformación. Ministerio de Industria y Energía.
- Reglamento sobre las Condiciones Técnicas y Garantías de Seguridad en Centrales Eléctricas, Subestaciones y Centros de Transformación e Instrucciones Técnicas Complementarias. Ministerio de Industria y Energía.
- Reglamento de verificaciones eléctricas y regularidad en el suministro de energía eléctrica.
- Reglamento de Líneas Eléctricas Aéreas de Alta Tensión. Colección Leyes, Normas y Reglamentos. Ministerio de Industria y Energía.
- Reglamento sobre Acometidas Eléctricas. Colección Leyes, Normas y Reglamentos. Ministerio de Industria y Energía.
- Además se tendrán en cuenta las normas particulares de la empresa suministradora de energía, en este caso Iberdrola.
- Normas UNE y recomendaciones UNESA que sean de aplicación.



- Condiciones impuestas por las entidades públicas afectadas.

1.2 ILUMINACIÓN

1.2.1 INTRODUCCIÓN

La iluminación es uno de los requerimientos ambientales más importantes de los interiores, en tanto que la visibilidad en un espacio es una condición esencial para la realización adecuada, segura y en confort de nuestras actividades. Una buena iluminación requiere igual atención en la cantidad como en la calidad de luz.

El objetivo de una iluminación es producir un adecuado ambiente visual. Un ambiente es adecuado si asegura el confort visual y si cumple con los requerimientos para las tareas visuales según la función del local.

Un espacio interior cumple con esos requerimientos si sus partes pueden verse bien sin ninguna dificultad y si una tarea visual dada puede ser realizada sin esfuerzo. El confort visual es una función de todo el ambiente visual.

Junto con el confort térmico y acústico, el confort visual es una contribución a la sensación de bienestar general.

Cumplir con los requerimientos de una tarea visual, requerida por la función de un local significa que la iluminación haga visibles los detalles del plano de referencia en forma correcta, rápida y confortablemente. Estos requerimientos normalmente están relacionados con el plano horizontal de trabajo, de una definida parte del ambiente.

La iluminación tiene que proveer un confort general todo el tiempo, y adicionalmente requerimientos específicos para una determinada tarea visual.

1.2.2 CONCEPTOS LUMINOTÉCNICOS

Para la realización del proyecto se han de tener en cuenta unos conceptos básicos sobre luminotecnia, los cuales son los siguientes:

- Intensidad luminosa: Es la cantidad de luz emitida por una fuente uniforme en una determinada dirección, su símbolo es la letra I y la unidad de medida se expresa en candela (cd). La intensidad luminosa se puede definir también como la relación entre el flujo emitido en una determinada dirección y el ángulo sólido unitario.

- Iluminancia: Se denomina iluminancia (E) a la densidad del flujo luminoso incidente en una superficie. Cuando la unidad de flujo es el lumen y el área esta expresada en metros cuadrados, la unidad de iluminación es el lux (Lx).

- Iluminancia media: Corresponde al promedio de valores de iluminancia medidos o calculados sobre un área determinada.



- Luminancia: Es la relación entre la intensidad luminosa reflejada por cualquier superficie en una dirección determinada y el área proyectada, vista desde esa dirección. La unidad de la luminancia es (cd/m^2).

- Luminancia media: Es la luminancia promedio, expresada en cd/m^2 , medido en una zona comprendida entre 60 y 100 m frente a la posición del observador.

- Flujo radiante: Potencia emitida, transportada o recibida en forma de radiación. La unidad del flujo radiante es (w).

- Flujo luminoso: Magnitud que deriva del flujo radiante al evaluar su acción sobre el observador. El flujo luminoso (Φ) es la relación de cómo fluye la luz respecto del tiempo. La unidad de flujo luminoso es el lumen (lm). Aunque el tiempo no se indica en la unidad de flujo luminoso, queda implícito en ella dicho concepto.

- Energía radiante: La energía emitida, transportada o recibida en forma de radiación. La unidad de la energía radiante es (Julio)

- Rendimiento luminoso o eficacia luminosa: No toda la energía eléctrica consumida por una lámpara se transforma en la luz visible, parte se pierde por calor, parte en forma de radiación no visible (infrarrojo o ultravioleta), etc. El rendimiento luminoso (η) de una fuente de luz es la relación entre el flujo total emitido por esa fuente y el suministro total de potencia de la fuente. En el caso de una lámpara eléctrica, el rendimiento se expresa en lúmenes por watio (lm/w). Con este dato se puede evaluar el ahorro de energía que puede dar una lámpara con respecto a otra. Valores indicativos del rendimiento luminoso de algunos tipos de lámpara son:

- Incandescente estándar (40 W): 11
- Fluorescente (40W): 80
- Mercurio alta presión (400W): 58
- Halogenuros metálicos (400W): 78
- Sodio alta presión (400 W): 120
- Sodio baja presión (180 W): 175

- Temperatura de color: La temperatura de color de una fuente de luz es la correspondiente a la temperatura del “cuerpo negro” que presenta el mismo color de la fuente. Su unidad de medida es el grado Kelvin ($^{\circ}\text{K}$). Se puede decir que la temperatura es un elemento de elección cualitativa de una lámpara, así como el flujo es un elemento cuantitativo.

La Comisión Electrónica Internacional (CEI) con fines prácticos de aplicación ha sugerido la siguiente clasificación, en cuanto a correspondencia entre la apariencia de color y la temperatura de color de las lámparas:

- Blanco cálido: 3000 $^{\circ}\text{K}$
- Blanco: 3500 $^{\circ}\text{K}$
- Blanco frío: 4200 $^{\circ}\text{K}$
- Luz día: 6500 $^{\circ}\text{K}$

Existe una relación entre la temperatura de color y el nivel de iluminación de una determinada instalación de forma que para tener una sensación visual confortable, a bajas



iluminaciones le deben corresponder lámparas con una baja temperatura de color y, a altas iluminaciones, lámparas con una temperatura de color elevada.

- **Reproducción cromática:** Es la capacidad de una fuente de reproducir los colores. Se mide con el concepto de índice de reproducción cromática Ra (índice de rendimiento de color. Se expresa con un número comprendido entre 0 y 100. Una fuente de luz con Ra=100, muestra todos los colores correctamente. Cuanto menor es el índice, peor es la reproducción cromática. La calidad de la reproducción cromática depende de la compensación espectral de la luz. Para estimar la calidad de reproducción cromática de una fuente de luz, se establece la siguiente escala de valores:

- Ra < 50: rendimiento bajo.
- 50 < Ra < 80: rendimiento moderado.
- 80 < Ra < 90: rendimiento bueno.
- 90 < Ra < 100: rendimiento excelente.

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

El deslumbramiento directo de lámparas se elimina con la utilización de luminarias que redistribuyan el flujo de las mismas de forma idónea para la actividad a realizar.

El deslumbramiento debido a la luz natural se puede controlar mediante la distribución idónea de las mesas y utilización de sistemas de apantallamiento con regulación en ventanas y claraboyas.

El deslumbramiento reflejado, al estar influido por el color y el acabado de las superficies que aparecen en el campo de visión del observador, se controlará si las superficies del local y del mobiliario disponen de un acabado mate que evite los reflejos molestos.

1.2.3 LAMPARAS

Las lámparas empleadas tanto en iluminación de interiores como en el de exteriores abarcan casi todos los tipos existentes en el mercado (incandescentes, halógenas, fluorescentes, etc.). Las lámparas escogidas, por lo tanto, serán aquellas cuyas características (fotométricas, cromáticas, consumo energético, economía de instalación y mantenimiento, etc.) mejor se adapte a las necesidades y características de cada instalación (nivel de iluminación, dimensiones del local, ámbito de uso, potencia de la instalación...).

Los tipos de lámparas mas utilizados según el ámbito de uso se detallan a continuación:

Ámbito de uso	Tipos de lámparas más utilizados
	- Incandescente - Fluorescente



Doméstico	- Halógenas de baja potencia - Fluorescentes compactas
Oficinas	- Alumbrado general: fluorescentes - Alumbrado localizado: incandescentes y halógenas de baja tensión
Comercial (Depende de las dimensiones y características del comercio)	- Incandescentes - Halógenas - Fluorescentes - Grandes superficies con techos altos: mercurio a alta presión y halogenuros metálicos
Industrial	- Todos los tipos - Luminarias situadas a baja altura (≤ 6 m): fluorescentes - Luminarias situadas a gran altura (>6 m): lámparas de descarga a alta presión montadas en proyectores - Alumbrado localizado: incandescentes
Deportivo	- Luminarias situadas a baja altura: fluorescentes - Luminarias situadas a gran altura: lámparas de vapor de mercurio a alta presión, halogenuros metálicos y vapor de sodio a alta presión

A continuación se describen las características más importantes de cada tipo de lámpara:

• **Lámparas incandescentes:** La luz se genera como consecuencia del paso de una corriente eléctrica a través de un filamento conductor, que calentado al rojo, produce luz por efecto de la termorradiación.

Las características principales de este tipo de lámparas son:

- El rendimiento luminoso es bajo (8-20 lm/w), porque gran parte de la energía se pierde en forma de calor.
- El índice de rendimiento de color es 100.
- La temperatura de color es de 2700°K.
- Se fabrican en un margen de potencias de 15 a 2000W, aunque la gama más empleada se encuentra entre 25 y 200W.
- La duración media es de 1000 horas.

Los componentes de este tipo de lámparas son:

- **Filamento:** Se realizan generalmente de wolframio. Su duración está condicionada por el fenómeno de la evaporización. A medida que se calienta, emite partículas que van estrechándolo produciéndose finalmente la rotura. Con objeto de frenar la volatilización, se rellena la ampolla con un gas inerte a determinada presión, generalmente mezcla de argón y nitrógeno. El empleo de del gas tiene como inconveniente una mayor pérdida de calor en vacío, por lo



que para reducir estas pérdidas se usan filamentos en espiral que presenta el máximo de superficie de irradiación con el mínimo de superficie.

- **Ampolla:** Tiene por objeto aislar el filamento del medio ambiente y permitir la evacuación del calor emitido por aquel. En general, son de vidrio blando soplado.
- **Casquillo:** Su misión es conectar la lámpara a la red de alimentación. Existen distintos tipos de casquillos como por ejemplo: casquillo rosca Edison, casquillo bayoneta...

● **Lámparas halógenas:** Esencialmente son lámparas incandescentes, a las que se añade al gas de la ampolla una débil cantidad de un elemento químico de la familia de los halógenos (flour, cloro, bromo, yodo) con objeto de crear por reacción química, un ciclo de regeneración del wolframio; así, se evita el problema que presentan las incandescentes convencionales, que pierden parte de su flujo luminoso con el paso del tiempo, como se ha comentado anteriormente.

Las ventajas principales de este tipo de lámparas frente a las incandescentes estándar son:

- Tienen una vida media de (unas 2000 horas).
- Mejor eficacia luminosa.
- Factor de conservación más elevado (95%) debido a la acción limpiadora que el yodo lleva a cabo en la pared de la ampolla.
- Dimensiones más reducidas.
- Temperatura de color superior y estable a lo largo de su vida útil (luz más blanca). La temperatura de color varía, según los tipos, entre 2800 y 3200°K.
- Mejor reproducción cromática de los colores fríos del espectro (azules), aun cuando ambas tienen un índice de reproducción cromática de 100.
- Son lámparas compactas y de alta luminancia, que se adaptan de forma óptica a diversos sistemas ópticos para controlar los haces de luz.

Los componentes de este tipo de lámparas son:

- **Filamento:** Se emplea el wolframio. Su proceso de fabricación es más delicado ya que debe quedar perfectamente rígido en la pequeña ampolla y debe tener gran pureza porque cualquier resto contaminante reacciona con el halógeno y se deposita en la ampolla.
- **Ampolla:** Puede ser de cuarzo o de vidrio duro capaz de soportar las altas temperaturas requeridas en el ciclo del halógeno.
- **Gas de llenado:** Las reducidas dimensiones de estas lámparas permiten utilizar gases inertes que mejoran la eficacia de la lámpara como el kriptón y el xenón, aunque en algunos casos se sigue empleando el argón.
- **Halógeno:** Estos elementos químicos se caracterizan por ser químicamente muy agresivos, es decir, se combinan con facilidad con otros elementos.



- **Casquillo:** Se emplean los tipos cerámicos, Edison, de espigas y de bayoneta.

● **Lámparas fluorescentes:** Constan de un tubo de vidrio lleno de gas inerte y una pequeña cantidad de mercurio, inicialmente en forma líquida, y en cada uno de sus extremos va alojado un electrodo sellado herméticamente. Su funcionamiento se basa en la descarga de vapor de mercurio a baja presión.

No pueden funcionar mediante conexión directa a la red, necesitan un dispositivo (balasto) que limite el flujo de la corriente eléctrica a través de ella y que también proporcione el pico de tensión necesario para el encendido de la lámpara.

Las características principales de este tipo de lámparas son:

- Con un periodo de funcionamiento de 3 horas por encendido, la duración útil de las lámparas se estima entre 5000 y 7000 horas, según los tipos. Para un tiempo de 6 horas, ésta aumenta en un 25 % y si fuera de 12 horas llegaría a aumentar en un 50 %.
- Los tonos de color varían en función de las sustancias fluorescentes empleadas. Según la temperatura de color pueden ser: cálidas ($< 3000 \text{ }^\circ\text{K}$), intermedias ($3300 - 5000 \text{ }^\circ\text{K}$) y frías ($>5000 \text{ }^\circ\text{K}$).

● **Lámparas fluorescentes compactas:** Concebidas para sustituir a las lámparas incandescentes; existen diferentes soluciones.

Las características principales de este tipo de lámparas son:

- Consumen tan sólo un 25 % de la energía de una lámpara incandescente.
- Tiene una duración 5 veces superior a una lámpara incandescente.
- Temperatura de color de $2700 \text{ }^\circ\text{K}$, muy próxima a la de la lámpara incandescente.
- Buen rendimiento de color (80).

● **Lámparas de vapor de mercurio a alta presión:** El funcionamiento de este tipo de lámparas se produce de la siguiente forma: cuando se conecta la lámpara a través del balasto, se aplica una diferencia de potencial entre los electrodos principal y auxiliar o de arranque, lo que hace que entre ellos y a través del argón contenido en el bulbo de descarga, salte un pequeño arco. El calor generado por este arco vaporiza el mercurio, que estaba en estado líquido, permitiendo el establecimiento del arco entre los dos electrodos principales a través de la atmósfera de vapor de mercurio.

Las características principales de este tipo de lámparas son:

- El encendido no es instantáneo, precisan un cierto tiempo (4 minutos) para que la lámpara alcance su máxima emisión.
- El reencendido tampoco es instantáneo (5 minutos) debiéndose esperar a que se condense el mercurio para cebar de nuevo el arco.
- La luz de estas lámparas tiene muy mala reproducción cromática por lo que la ampolla se recubre de sustancias que aprovechan las radiaciones ultravioleta y, por el efecto fluorescente, emiten radiaciones rojas que completan su distribución espectral.
- El rendimiento es muy superior con respecto a las lámparas incandescentes, y varía entre 40-60 lm/W.



- Tienen una temperatura de color de 3800-4500°K.
- Rendimiento de color de 40-45.
- Durante el periodo de arranque absorben una corriente de 150% el valor nominal.
- La vida media es del orden de las 25000 horas.

Los componentes de este tipo de lámparas son:

- **Tubo de descarga:** Para el que se emplea cuarzo debido a las altas temperaturas a que funciona para conseguir la presión del vapor. Esta provisto de dos electrodos principales y uno o dos auxiliares y, en su interior se encuentra una determinada cantidad de argón y unas gotas de mercurio.
- **Casquillo:** Generalmente es de rosca tipo Edison.
- **Ampolla:** La ampolla exterior sirve para proteger el tubo de descarga y permitir el equilibrio necesario para un correcto funcionamiento.

● **Lámparas de luz mezcla:** La emisión luminosa proviene, simultáneamente, de un tubo de descarga similar a las de vapor de mercurio y de un filamento igual al de las incandescentes, conectado en serie con el anterior y que desempeña el papel de elemento limitador de corriente, por lo que pueden conectarse directamente a la red.

Las características principales de este tipo de lámparas son:

- El rendimiento de color no es elevado (60).
- El rendimiento luminoso es de 20-60 lm/w, dependiendo del régimen de funcionamiento de la misma.
- La vida media es de 8000 horas.

● **Lámparas de halogenuros metálicos:** Su constitución es similar a las de vapor de mercurio a alta presión, conteniendo halogenuros (indio, talio, etc.) que mejoran la eficacia y el rendimiento de color. No producen apenas radiaciones ultravioletas por lo que se construyen normalmente transparentes y con ampollas cilíndricas. Las condiciones de funcionamiento son similares a las de vapor de mercurio.

Las características principales de este tipo de lámparas son:

- Debido a los halogenuros necesitan tensiones de encendido de 1,5 a 5 KV, producidas por el correspondiente cebador.
- Algunos tipos permiten el reencendido inmediato en caliente mediante el empleo de arrancadores, que producen picos de tensión de 35 a 60 KV.
- La temperatura de color es de 6000°K.
- Elevado rendimiento luminoso (70-90 lm/W).
- Buena reproducción cromática.

Debido a las características que tienen este tipo de lámparas tiene gran variedad de aplicaciones, tanto para alumbrado interiores, como exteriores.

● **Lámparas de vapor de sodio a baja presión:** En estas lámparas la descarga eléctrica se produce a través del metal sodio a baja presión. Al conectar la lámpara se produce una



descarga a través del neón cuyo calor generado produce la vaporización progresiva del sodio, pasándose a efectuar la descarga a través del mismo.

Las características principales de este tipo de lámparas son:

- La tensión de encendido varía según el tipo de 500 a 1500V, por lo que su conexión a la red se debe realizar a través de un autotransformador.
- El tiempo de encendido es de unos 15 minutos, y el reencendido necesita de 3 a 7 minutos.
- La vida media es de 15000 horas.
- Se emplean cuando se precisa gran cantidad de luz sin importar demasiado su calidad (carreteras, alumbrado de seguridad, etc.).

• **Lámparas de vapor de sodio a alta presión:** Desarrolladas con el objeto de mejorar el tono y la reproducción de la luz, ya que su distribución espectral permite distinguir todos los colores de la radiación visible.

Las características principales de este tipo de lámparas son:

- Tienen un rendimiento luminoso alto (120 lm/W).
- La tensión de encendido es de 1.5 a 5 kV, por lo que debe ser proporcionada por un arrancador que puede estar incluido en la lámpara, o bien, ser un elemento totalmente ajeno a la misma.
- El tiempo de encendido es corto (a los 4 minutos produce el 80 % del flujo nominal). El reencendido dura menos de un minuto.
- La vida útil es de 8000-12000 horas.
- La temperatura de color es de 2200°K (apariencia cálida).
- El índice de reproducción cromática es de 27.
- Se emplean en alumbrado público e industrial de naves altas.

• **Lámparas de inducción:** Consiste en incidir un campo electromagnético en una atmósfera gaseosa, por medio de una bobina a alta frecuencia, de manera que el campo producido sea capaz de excitar los átomos de mercurio de un plasma de gas. La radiación obtenida es ultravioleta por lo que hay que recubrir la ampolla de la lámpara con una sustancia fluorescente que la transforme en visible.

Las características principales de este tipo de lámparas son:

- El rendimiento luminoso es de 70 lm/W.
- La vida útil es de 60000 horas.
- Se emplean en lugares de difícil acceso para las sustituciones y aplicaciones de largos periodos de funcionamiento.

Las ventajas, inconvenientes y usos recomendados más importantes de cada tipo de lámparas vienen resumidos en la siguiente tabla:

VENTAJAS	INCONVENIENTES	USO RECOMENDADO
Lámparas de incandescencia		
<ul style="list-style-type: none"> - Buena reproducción cromática - Encendido instantáneo. - Variedad de potencias. - Bajo coste de adquisición. 	<ul style="list-style-type: none"> - Reducida eficacia luminosa. - Corta duración. - Elevada emisión de calor. 	<ul style="list-style-type: none"> - Alumbrado interior. - Alumbrado de acentuación. - Casos especiales de muy buena reproducción cromática.



<ul style="list-style-type: none"> - Facilidad de instalación. - Apariencia de color cálido. 		
Lámparas Halógenas		
<ul style="list-style-type: none"> - Buena reproducción cromática. - Encendido instantáneo. - Variedad de tipos. - Coste de adquisición. - Facilidad de instalación. - Elevada intensidad luminosa. - Apariencia de color cálida. 	<ul style="list-style-type: none"> - Reducida eficacia luminosa. - Corta duración. - Elevada emisión de calor. 	<ul style="list-style-type: none"> - Alumbrado interior. - Reduce decoloración (filtro UV). - En bajo voltaje, con equipos electrónicos. - Con reflector dicróico (luz fría), con reflector de aluminio (menor carga térmica).
Lámparas fluorescentes lineales		
<ul style="list-style-type: none"> - Buena eficacia luminosa. - Larga duración. - Bajo coste de adquisición. - Variedad de apariencias de color. - Distribución luminosa adecuada para utilización en interiores. - Posibilidad de buena reproducción de colores. 	<ul style="list-style-type: none"> - Dificultad de control de temperatura de color en las reposiciones. - Sin equipos electrónicos puede dar problemas, retardo de estabilización, etc. - Dificultad de lograr contrastes e iluminación de acentuación. - Forma y tamaño, para algunas aplicaciones. 	<ul style="list-style-type: none"> - Alumbrado interior. - Con equipos electrónicos: <ul style="list-style-type: none"> Bajo consumo. Aumenta la duración. Menor depreciación. Ausencia de interferencias.
Lámparas fluorescentes lineales con equipos electrónicos		
<ul style="list-style-type: none"> - Alta eficacia luminosa. - Larga duración. - Mínima emisión de calor. - Variedad de tonos y excelente reproducción cromática. - Alcanza rápidamente su potencia nominal. 	<ul style="list-style-type: none"> - Coste de adquisición medio-alto. - No tiene facilidad de instalación de las de casquillo tipo Edison. 	<ul style="list-style-type: none"> - Sustitución de incandescentes y vapor de mercurio. - Sustitución de fluorescentes con equipos convencionales..
Lámparas fluorescentes compactas		
<ul style="list-style-type: none"> - Buena eficacia luminosa. - Larga duración. - Facilidad de aplicación en iluminación compactas (casquillo E-27). - Mínima emisión de calor. - Variedad de tipos. - Posibilidad de buena reproducción cromática. 	<ul style="list-style-type: none"> - Variaciones de flujo con la temperatura. - Coste de adquisición medio-alto. - Retardo en alcanzar máximo flujo (> 2 minutos). - Acortamiento vida por mínimo de encendidos. 	<ul style="list-style-type: none"> - Sustitución de lámparas incandescentes. - Consumo para flujos equivalentes es un 20 % y duran 10 veces más.
Lámparas de vapor de mercurio a alta presión		
<ul style="list-style-type: none"> - Larga duración. - Eficacia luminosa. - Flujo luminoso unitario importante en potencias altas. - Variedad de potencias posibilidad de utilizar a doble nivel. 	<ul style="list-style-type: none"> - En ocasiones alta radiación UV. - Flujo luminoso no instantáneo. - Depreciación del flujo importante 	<ul style="list-style-type: none"> - Alumbrado exterior e industrial. - En aplicaciones especiales con filtros UV. - Lámparas de color mejorado.
Lámparas de mercurio con halogenuros		
<ul style="list-style-type: none"> - Buena eficacia luminosa. - Duración media. - Flujo luminoso unitario importante en potencias altas 	<ul style="list-style-type: none"> - Alta depreciación del flujo. - Sensibilidad a variaciones de tensión. - Requiere equipos especiales para 	<ul style="list-style-type: none"> - En alumbrado deportivo o monumental. - Con equipo especial para encendido en caliente.



- Variedad de potencias. - Casos de reducidas dimensiones con posibilidad de efectos especiales.	arranque en caliente. - Dificultad de control de apariencias de color en reposición. - Flujo luminoso no instantáneo. - Poca estabilidad de color.	
Lámparas de vapor de sodio a baja presión		
- Excelente eficacia luminosa. - Larga duración. - Reencendidos instantáneos en caliente.	- Muy mala reproducción cromática. - Flujo luminoso no instantáneo. - Sensibilidad a subtensiones.	- En alumbrado de seguridad. - En alumbrado de túneles.
Lámparas de vapor de sodio a alta presión		
- Muy buena eficacia luminosa. - Larga duración. - Aceptable rendimiento de color en tipos especiales. - Poca depreciación de flujo. - Posibilidad de reducción de flujo.	- Mala reproducción cromática en versión estándar. - Estabilización no instantánea. - En potencias pequeñas gran sensibilidad a sobretensión. - Equipos especiales para reencendido en caliente.	- En alumbrado exterior. - En alumbrado interior industrial. - En alumbrado de túneles.

Las características fotométricas de cada tipo de lámpara vienen resumidas en la siguiente tabla:

Clase	Potencia		Flujo (lm)		Eficacia (lm/w)	
Incandescente	15	1000	90	18800	6	18,8
Incandescente reflector vidrio soplado	25	150	270	4150		
Incandescente vidrio prensado	60	120	3900	9500		
Halógenas doble envoltura	60	150	840	2250	14	17
Halógenas lineales	60	2000	810	48400	13,5	24,2
Halógenas reflectoras	50	100	4300	15000		
Fluorescentes estándar	18	58	1350	5200	75	93
Fluorescentes compactas	18	55	1200	4800	66,7	87,3
Vapor de mercurio	50	1000	1800	58500	40	59
Vapor de mercurio color mejorado	50	400	2000	24000	40	60
Luz mezcla	160	500	3150	14000	19	28
Halogenuros metálicos	250	400	17000	30600	71	77
Sodio baja presión	18	180	1800	32300	103	179
Sodio alta presión	70	1000	5600	125000	80	130
Sodio AP blanco	50	100	2300	4700	43	48
Sodio AP color mejorado	150	400	12700	38000	85	100
Inducción	55	85	3500	6000	64	71

Las características cromáticas y duración de los distintos tipos de lámparas vienen resumidas en la siguiente tabla:

Clase	Apariencia de color	Temperatura de color (°K)	Ra	Vida útil (h)	Perdida de flujo (%)	Supervivencia (%)
Incandescencia	Blanco cálido	2600-2800	100	1000	20	100
Halógenos	Blanco	3000	100	2000	20	100



Fluorescentes estándar	Diferentes blancos	2600-6500	50-95	10000	16	50
Fluorescentes compactas	Blanco cálido	2700	80	6000-9000	15-17	72
Vapor de mercurio	Blanco	4000	45	16000	21	86
Vapor de mercurio mejorado	Blanco	3300	55	16000	30	85
Luz mezcla	Blanco	3600	60	6000	14	79
Halogenuros metálicos	Blanco frío	4800-6500	65-95	9000	23	72
Sodio baja presión	Amarillo	1800	no aplicable	14000	12	87
Sodio alta presión	Blanco amarillo	2100	25	16000	15	80
Inducción	Diferentes blancos	2700-4000	80	60000	30	80

La elección de las luminarias está condicionada por la lámpara utilizada y el entorno de trabajo de esta. La forma y tipo de las luminarias oscilará entre las más funcionales donde lo más importante es dirigir el haz de luz de forma eficiente como pasa en el alumbrado industrial, a las más formales donde lo que prima es la función decorativa como ocurre en el alumbrado doméstico.

1.2.4 APARATOS DE ALUMBRADO

Las luminarias son aparatos que sirven de soporte y conexión a la red eléctrica a las lámparas. Son los aparatos que distribuyen, filtran o transforman la luz emitida por una o varias lámparas y que contienen todos los dispositivos necesarios para el soporte, la fijación y la protección de lámparas, (excluyendo las propias lámparas) y, en caso necesario, los circuitos auxiliares en combinación con los medios de conexión con la red de alimentación. De manera general consta de los siguientes elementos:

- **Armadura o carcasa:** Es el elemento físico mínimo que sirve de soporte y delimita el volumen de la luminaria conteniendo todos sus elementos.
- **Equipo eléctrico:** Sería el adecuado a los distintos tipos de fuentes de luz artificial y en función de la siguiente clasificación:
 - Incandescentes normales sin elementos auxiliares.
 - Halógenas de alto voltaje a la tensión normal de la red, o de bajo voltaje con transformador o fuente electrónica.
 - Fluorescentes con reactancias o balastos, condensadores e ignitores, o conjuntos electrónicos de encendido y control.
 - De descarga con reactancias o balastos, condensadores e ignitores, o conjuntos electrónicos de encendido y control.



- **Reflectores:** Son determinadas superficies en el interior de la luminaria que modelan la forma y dirección del flujo de la lámpara. La mayoría de las luminarias convencionales van provistas de un reflector de una u otra forma con objeto de crear una distribución adecuada de la luz. Pero debemos de tener en cuenta, que un reflector solo controla parte de la luz emitida. En función de cómo se emita la radiación luminosa pueden ser:
 - Simétrico (con uno o dos ejes) o asimétrico.
 - Concentrador (haz estrecho menor de 20°) o difusor (haz ancho entre 20 y 40°; haz muy ancho mayor de 40°).
 - Frío (con reflector dicróico) o normal.
 - Dispersor: Este tipo de reflector se utiliza en alumbrado de exhibición y en algunos tipos de proyectores, donde sea particularmente importante una distribución de luz bien definida pero uniforme.
 - Difusor: Este tipo de reflector se utiliza en iluminación interior, en general para proporcionar niveles de luminancias bastante uniformes.
 - Especular (con escasa dispersión luminosa) o no especular (con dispersión de flujo). La reflexión especular es aquella situación en la que se cumplen las leyes de la reflexión. Estas leyes establecen que los rayos incidentes, reflejados y la normal a la superficie se encuentran en el mismo plano, y que el ángulo de reflexión es igual al de incidencia. Existen varios tipos de reflectores especulares:
 - * Circular: Se emplea en sistemas de proyección y luces puntuales de estudio, con el objetivo de aumentar la intensidad de la luz focalizada por el sistema de lentes.
 - * Parabólico: La propiedad fundamental del espejo reflector se sección transversal parabólica consiste, en que una fuente de luz puntual, situada en su foco, dará lugar a un haz paralelo de rayos reflejados. Los reflectores parabólicos se emplean mucho en alumbrado interior por proyección.
 - * Elíptico: Los reflectores elípticos tienen como propiedad de que si una fuente de luz se coloca sobre uno de sus focos, todos los rayos reflejados pasan por el segundo foco a foco conjugado. Estos reflectores se utilizan en alumbrado arquitectónico.
 - * Hiperbólico: El reflector de sección hiperbólica produce un haz divergente, pero por ser poco profundo resulta difícil de apantallar.
- **Difusores:** Elemento de cierre o recubrimiento de la luminaria en la dirección de la radiación luminosa. Los tipos más usuales son:
 - Opal liso (blanca) o prismática (metacrilato traslucido).
 - Lamas o reticular (con influencia directa sobre el ángulo de apantallamiento).
 - Especular o no especular (con propiedades similares a los reflectores).
- **Filtros:** En posible combinación con los difusores sirven para potenciar o mitigar determinadas características de la radiación luminosa.



Las luminarias es necesario que cumplan una serie de características ópticas, mecánicas y eléctricas entre otras.

Las características ópticas más destacadas son:

- La luminaria es responsable del control y la distribución de la luz emitida por la lámpara.
- En el diseño de su sistema óptico se debe cuidar la forma y distribución de la luz, el rendimiento del conjunto lámpara-luminaria y el deslumbramiento que pueda provocar en los usuarios.
- Limitar las luminancias en determinadas direcciones y conseguir un buen rendimiento luminoso.

Las características mecánicas que deben reunir son:

- Facilidad de montaje.
- Facilidad de mantenimiento.
- La luminaria debe de ser sólida.
- Los materiales empleados en su construcción han de ser los adecuados para resistir el ambiente en que deba trabajar la luminaria y mantener la temperatura de la lámpara dentro de los límites de funcionamiento.

Las características eléctricas que deben reunir son:

- Asegurar la conexión eléctrica de la lámpara o lámparas en ella alojadas.
- El acceso al equipo eléctrico debe ser lo más fácil posible.
- Proteger eficazmente las lámparas y el equipo eléctrico contra el polvo, la humedad y otros agentes atmosféricos.

Otros conceptos luminotécnicos a tener en cuenta al calcular la iluminación son los siguientes:

- Coeficiente de utilización de lámparas: El coeficiente de utilización de las luminarias es el término que define el comportamiento que tendrá una luminaria en un local dado y su valor estará íntimamente relacionado con el índice del local. También dependerá en gran medida del color y la textura de las paredes, sobre todo en locales pequeños.

En un local grande existe poca absorción de la luz en las paredes, por lo tanto el rendimiento de la luminaria será bueno y el coeficiente de utilización será alto.

En un local amplio la luz que emite la luminaria es aprovechada en su totalidad, (Cu alto), mientras que en el pequeño, al incidir la luz sobre las paredes se produce una absorción, mayor ó menor según el color y la textura de las superficies y la luminaria pierde parte de su rendimiento por esa razón (Cu bajo). Esta situación se produce también cuando el local es exageradamente alto con respecto a la superficie.

- Factor de mantenimiento: El factor de mantenimiento de la luminaria tiene en cuenta la depreciación del flujo luminoso de la luminaria a consecuencia del ensuciamiento de esta última. Viene a ser la relación entre el rendimiento de una luminaria al momento de la limpieza y el valor inicial. Depende de la forma de



construcción de la luminaria y de la posibilidad de ensuciamiento que conlleva, es decir, dependerá del grado de suciedad ambiental y de la frecuencia de la limpieza del local.

La estimación de este coeficiente debe hacerse teniendo en cuenta diversos factores relativos a la instalación, tales como el tipo de luminaria, grado de polvo y suciedad existente en la nave a iluminar, tipo de lámparas utilizadas, número de limpiezas anuales y frecuencia en la reposición de lámparas defectuosas.

Para una limpieza anual de las luminarias se pueden tomar los siguientes valores:

Ambiente	Factor de mantenimiento
Limpio	0,8
Sucio	0,6

1.2.4.1 CLASIFICACIÓN DE LAS LUMINARIAS Y TIPOS DE ALUMBRADO

Las luminarias pueden clasificarse de muchas maneras aunque lo más común es utilizar criterios ópticos, mecánicos o eléctricos.

Clasificación según las características ópticas de las lámparas

Una primera manera de clasificar las luminarias es según el porcentaje del flujo luminoso emitido por encima y por debajo del plano horizontal que atraviesa la lámpara. Es decir, dependiendo de la cantidad de luz que ilumine hacia el techo o al suelo. Según esta clasificación se distinguen seis clases.

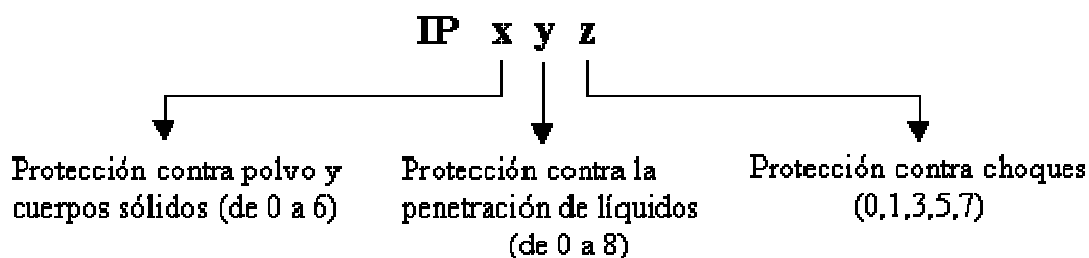
- Alumbrado directo: Se produce cuando todo el flujo de las lámparas va dirigido hacia el suelo. Es el sistema más económico de iluminación y el que ofrece mayor rendimiento luminoso. Por contra, el riesgo de deslumbramiento directo es muy alto y produce sombras duras poco agradables para la vista. Se consigue utilizando luminarias directas. El porcentaje de flujo dirigido hacia el hemisferio superior es de 0-10%, mientras en el caso del hemisferio inferior es de 90-100 %.
- Alumbrado semi-directo: La mayor parte del flujo luminoso se dirige hacia el suelo y el resto es reflejada en techo y paredes. En este caso, las sombras son más suaves y el deslumbramiento menor que el anterior. Sólo es recomendable para techos que no sean muy altos y sin claraboyas puesto que la luz dirigida hacia el techo se perdería por ellas. El porcentaje de flujo dirigido hacia el hemisferio superior es de 10-40%, mientras en el caso del hemisferio inferior es de 60-90 %.
- Alumbrado directo-indirecto y difuso: Si el flujo se reparte al cincuenta por ciento entre procedencia directa e indirecta hablamos de iluminación difusa. El riesgo de deslumbramiento es bajo y no hay sombras, lo que le da un aspecto monótono a la sala y sin relieve a los objetos iluminados. Para evitar las pérdidas por absorción de la luz en techo y paredes es recomendable pintarlas con colores claros o mejor blancos.



- **Alumbrado semiindirecto:** Cuando la mayor parte del flujo proviene del techo y paredes tenemos la iluminación semiindirecta. Debido a esto, las pérdidas de flujo por absorción son elevadas y los consumos de potencia eléctrica también, lo que hace imprescindible pintar con tonos claros o blancos. Por contra la luz es de buena calidad, produce muy pocos deslumbramientos y con sombras suaves que dan relieve a los objetos. El porcentaje de flujo dirigido hacia el hemisferio superior es de 60-90%, mientras en el caso del hemisferio inferior es de 10-40 %.
- **Alumbrado indirecto:** Por último se tiene el caso de la iluminación indirecta cuando casi toda la luz va al techo. Es la más parecida a la luz natural pero es una solución muy cara puesto que las pérdidas por absorción son muy elevadas. Por ello es imprescindible usar pinturas de colores blancos con reflectancias elevadas. El porcentaje de flujo dirigido hacia el hemisferio superior es de 90-100%, mientras en el caso del hemisferio inferior es de 0-10 %.

Clasificación según las características mecánicas de las lámparas

Las luminarias se clasifican según el grado de protección contra el polvo, los líquidos y los golpes. En estas clasificaciones, según las normas nacionales (UNE 20324) e internacionales, las luminarias se designan por las letras IP seguidas de tres dígitos. El primer número va de 0 (sin protección) a 6 (máxima protección) e indica la protección contra la entrada de polvo y cuerpos sólidos en la luminaria. El segundo va de 0 a 8 e indica el grado de protección contra la penetración de líquidos. Por último, el tercero da el grado de resistencia a los choques.



Clasificación según las características eléctricas de las lámparas

Las luminarias deben asegurar la protección de las personas contra los contactos eléctricos. Según el grado de protección eléctrica que ofrezcan las luminarias se dividen en cuatro clases (0, I, II, III).

- **Clase 0:** Luminarias en las que la protección contra los choques eléctricos recae exclusivamente sobre el aislamiento principal; descansando la protección, en caso de fallos de aislamiento principal, sobre el medio circulante. La luminaria tiene aislamiento normal si toma de tierra.
- **Clase I:** Luminarias en las que la protección contra los choques eléctricos recae exclusivamente sobre el aislamiento principal y un conductor de protección conectado a tierra (toma de tierra), que debe conectarse al borne marcado.
- **Clase II:** Luminarias en las que la protección contra los contactos eléctricos no recae exclusivamente sobre el aislamiento principal, sino que comprende



- medidas suplementarias, tales como el doble aislamiento o el aislamiento reforzado. Estas luminarias no incorporan toma de tierra.
- **Clase III:** Luminarias en las que la protección contra los contactos eléctricos, se realiza alimentando las luminarias a una muy baja tensión de seguridad (MBTS).

Existen también otros tipos de alumbrado que son los que a continuación se detallan:

Los tipos de alumbrado nos indican cómo se reparte la luz en las zonas iluminadas. Según el grado de uniformidad deseado, distinguiremos tres casos: alumbrado general, alumbrado general localizado y alumbrado localizado.

Alumbrado general

El alumbrado general proporciona una iluminación uniforme sobre toda el área iluminada. Es un método de iluminación muy extendido y se usa habitualmente en oficinas, centros de enseñanza, fábricas, comercios, etc. Se consigue distribuyendo las luminarias de forma regular por todo el techo del local

Las dimensiones físicas de la habitación, las características de distribución de la luminaria, el nivel previsto de iluminación y el aspecto de la instalación son factores que determinan el emplazamiento de los equipos. La distribución más uniforme se obtiene mediante la colocación simétrica de las luminarias necesarias para producir la luz necesaria

Alumbrado general localizado

El alumbrado general localizado proporciona una distribución no uniforme de la luz de manera que esta se concentra sobre las áreas de trabajo. El resto del local, formado principalmente por las zonas de paso se ilumina con una luz más tenue. Se consiguen así importantes ahorros energéticos puesto que la luz se concentra allá donde hace falta. Claro que esto presenta algunos inconvenientes respecto al alumbrado general. En primer lugar, si la diferencia de luminancias entre las zonas de trabajo y las de paso es muy grande se puede producir deslumbramiento molesto. El otro inconveniente es qué pasa si se cambian de sitio con frecuencia los puestos de trabajo; es evidente que si no se pueden mover las luminarias se tendrá un serio problema. Se podrá conseguir este alumbrado concentrando las luminarias sobre las zonas de trabajo. Una alternativa es apagar selectivamente las luminarias en una instalación de alumbrado general.

Alumbrado localizado

Se emplea el alumbrado localizado cuando se necesita una iluminación suplementaria cerca de la tarea visual para realizar un trabajo concreto. El ejemplo típico serían las lámparas de escritorio. Se recurrirá a este método siempre que el nivel de iluminación requerido sea superior a 1000 lux., haya obstáculos que tapen la luz proveniente del alumbrado general, cuando no sea necesaria permanentemente o para personas con problemas visuales. Un aspecto que hay que cuidar cuando se emplea este método es que la relación entre las luminancias de la tarea visual y el fondo no sea muy elevada pues en caso contrario se podría producir deslumbramiento molesto.



1.2.5 NIVELES DE ILUMINACIÓN RECOMENDADOS

Los niveles de iluminación recomendados para un local dependen de las actividades que se vayan a realizar en él. En general podemos distinguir entre tareas con requerimientos luminosos mínimos, normales o exigentes.

En el primer caso tenemos las zonas de paso (pasillos, vestíbulos, etc.) o los locales poco utilizados (almacenes, cuartos de maquinaria...) con iluminancias entre 50 y 200 lux. En el segundo caso tenemos las zonas de trabajo y otros locales de uso frecuente con iluminancias entre 200 y 1000 lux. Por último están los lugares donde son necesarios niveles de iluminación muy elevados (más de 1000 lux) porque se realizan tareas visuales con un grado elevado de detalle que se puede conseguir con iluminación local.

Las iluminancias recomendadas según la actividad que va a ser desarrollada y el tipo del local se recogen en la siguiente tabla:

Tareas y clases de local	Iluminancia media en servicio (lux)		
	Mínimo	Recomendado	Óptimo
Zonas generales de edificios			
Zonas de circulación, pasillos	50	100	150
Escaleras, escaleras móviles, roperos, lavabos, almacenes y archivos	100	150	200
Centros docentes			
Aulas, laboratorios	300	400	500
Bibliotecas, salas de estudio	300	500	750
Oficinas			
Oficinas normales, mecanografiado, salas de proceso de datos, salas de conferencias	450	500	750
Grandes oficinas, salas de delineación, CAD/CAM/CAE	500	750	1000
Comercios			
Comercio tradicional	300	500	750
Grandes superficies, supermercados, salones de muestras	500	750	1000
Industria (en general)			
Trabajos con requerimientos visuales limitados	200	300	500
Trabajos con requerimientos visuales normales	500	750	1000
Trabajos con requerimientos visuales especiales	1000	1500	2000
Viviendas			
Dormitorios	100	150	200
Cuartos de aseo	100	150	200
Cuartos de estar	200	300	500
Cocinas	100	150	200
Cuartos de trabajo o estudio	300	500	750



1.2.6 CÁLCULO DEL ALUMBRADO INTERIOR

A la hora de realizar el cálculo del alumbrado interior se deben de tener en cuenta varios factores:

- Dimensiones del local y la altura del plano de trabajo que en este caso es de 0.85 m.

- Determinar el nivel de iluminancia media (E_m). Para cada estancia elegiremos un valor determinado de iluminancia, los cuales se han mencionado anteriormente.

- Escoger el tipo de lámpara (incandescente, fluorescente...) más adecuada de acuerdo con el tipo de actividad a realizar.

- Escoger el sistema de alumbrado que mejor se adapte a nuestras necesidades y las luminarias correspondientes.

- Determinar la altura de suspensión de las luminarias según el sistema de iluminación escogido

Tipo de local	Altura de las luminarias
Locales de altura normal (oficinas, viviendas, aulas...)	Lo más altas posibles
Locales con iluminación directa, semidirecta y difusa	Mínimo: $h = \frac{2}{3} \cdot (h' - 0.85)$ Óptimo: $h = \frac{4}{5} \cdot (h' - 0.85)$
Locales con iluminación indirecta	$d' \approx \frac{1}{4} \cdot (h' - 0.85)$ $h \approx \frac{3}{4} \cdot (h' - 0.85)$

Siendo:

d' : altura entre el plano de trabajo y las luminarias

h : altura entre el plano de trabajo y las luminarias

h' : altura del local

- Determinar los factores de mantenimiento de las luminarias, cuyos valores han sido mencionados anteriormente.

- Determinar el factor de reflexión tanto del techo, como de las paredes y del suelo.

	Color	Factor de reflexión (ρ)
Techo	Blanco o muy claro	0,7
	Claro	0,5
	Medio	0,3
	Claro	0,5



Paredes	Medio	0,3
	Oscuro	0,1
Suelo	Claro	0,3
	Oscuro	0,1

- Determinar el índice del local K, que depende de la geometría de cada estancia.

$$k = \frac{\text{longitud} \cdot \text{anchura}}{(\text{longitud} + \text{anchura}) \cdot \text{altura}}$$

- Determinar el coeficiente de utilización, a partir de los factores de reflexión y el índice del local cuyos valores se pueden obtener en las tablas facilitadas por los fabricantes de los distintos tipos de luminarias.

- Determinar el número de lúmenes totales necesarios. El número de lúmenes se calcula multiplicando el nivel de iluminación que hemos decidido para nuestro local por las dimensiones (largo y ancho) de éste y dividiendo por los coeficientes de utilización y mantenimiento.

$$N^{\circ}_{\text{lumenes}} = \frac{Em \cdot (\text{longitud} \cdot \text{anchura})}{Cu \cdot Cm}$$

Donde:

Em: Nivel de iluminación (Lux).

Cu: Coeficiente de utilización.

Cm: Coeficiente de mantenimiento.

Longitud y anchura en metros.

- Determinar el número de lámparas necesarias para obtener el nivel de iluminación requerido. El número de lámparas necesarias es el resultado que sale de dividir el número de lúmenes totales que necesitamos para iluminar nuestra área de trabajo por el número de lúmenes que nos proporciona el tipo de lámparas que hemos escogido.

$$N^{\circ}_{\text{lámparas}} = \frac{N^{\circ}_{\text{lumenes}}}{\Phi}$$

Donde:

Φ : Flujo luminoso de la lámpara (lúmenes).

- Determinar si el número de lámparas calculadas es correcto. Para ello se ha de calcular el número mínimo de lámparas según la longitud y la anchura de cada local.

Llamaremos:

L= longitud total del local a iluminar.

A= anchura total del local a iluminar.

El número mínimo de aparatos de alumbrado n, según la longitud del local, se podrá expresar teniendo en cuenta que:



$$L = (n-1)e + 2e'$$

De donde

$$L = ne - e + 2e'$$

$$n = (L + e - 2e') / e$$

Si se trata de iluminación directa, semidirecta o mixta, y admitimos que

$$e = 1.5 d$$

tendremos que para

$$e' = e / 2 = 0.75 d$$

llevando los valores a la primera expresión, obtenemos

$$n = L / 1.5 d$$

y, para

$$e' = e / 3 = 0.5 d$$

llevando los valores a la primera expresión, obtenemos

$$n = L / 1.5 d + 1/3$$

Para el caso de iluminación semiindirecta o indirecta, sabemos que

$$e \cong 1.5 h$$

Las expresiones anteriores tomarán la siguiente forma

$$n = L / 1.5 h \quad \text{para} \quad e' = e / 2$$

$$n = L / 1.5 h + 1/3 \quad \text{para} \quad e' = e / 3$$

Para determinar el número mínimo de aparatos de alumbrado, según la anchura del local, realizaremos idénticas operaciones.

Si se trata de iluminación directa, semidirecta o mixta

$$n' = A / 1.5 d \quad \text{para} \quad e' = e / 2$$

$$n' = A / 1.5 h + 1/3 \quad \text{para} \quad e' = e / 3$$

Si se trata de iluminación semiindirecta o indirecta



$$n' = A / 1.5 h \quad \text{para} \quad e' = e / 2$$

$$n' = A / 1.5 d + 1/3 \quad \text{para} \quad e' = e / 3$$

El número mínimo de aparatos de alumbrado distribuidos a lo largo del local será igual a

$$N = n \times n'$$

La determinación del número mínimo de aparatos de alumbrado es, sobretodo, indispensable cuando se utilicen lámparas de incandescencia ya que en estos casos, si se eligen lámparas de gran potencia, exige el riesgo de adoptar un número de aparatos de alumbrados insuficiente y, como consecuencia una desfavorable uniformidad de la iluminación.

- Determinar la distribución de las luminarias a lo largo del local a iluminar. La colocación de las luminarias depende de la arquitectura general y dimensiones del edificio, tipo de luminaria, emplazamiento de las salidas de conductores existentes con antelación, etc.

En algunos catálogos se recomienda que la separación entre luminarias no sea superior a valores tabulados como 0.7 x altura de montaje; 0.8 x altura de montaje, etc., en función de la luminaria escogida. En la mayoría de los casos es necesario colocar luminarias más próximas que lo que indican dichas máximas, a fin de obtener los niveles de iluminación requeridos.

Llamaremos:

e= distancia horizontal entre dos focos contiguos.

d= distancia vertical de los focos al plano útil de trabajo.

La uniformidad de la iluminación depende de la forma en la que se cortan los haces luminosos de los aparatos de alumbrado que, a su vez depende de la abertura de dichos aparatos, y además de la altura de suspensión d. Mientras más abierto sea el haz de luz y mayor sea la altura a la que esta colocada la luminaria, más superficie iluminara aunque será menor el nivel de iluminancia que llegara al plano de trabajo tal y como dice la ley inversa de los cuadrados. La uniformidad de la iluminación es función de la relación:

$$e/d$$

Por lo tanto, para asegurar esta uniformidad bastará fijar un límite superior para ésta relación.

Para iluminación directa llamaremos Ω a la fracción del flujo luminoso total del aparato de alumbrado radiada en un cono luminoso de 80° de abertura, dirigido hacia abajo y teniendo como eje vertical el del aparato de alumbrado.

El valor de la relación e/d se adoptará de acuerdo con el valor de Ω , según se explica en la siguiente relación:



$\Omega < 0.40$	aparatos extensivos	$e/d \leq 1.6$
$0.40 \leq \Omega \leq 0.45$	aparatos medios	$e/d \leq 1.5$
$0.45 < \Omega \leq 0.50$	aparatos intensivos	$e/d \leq 1.2$

Para aparatos muy intensivos, en los que $\Omega > 0.50$, hay que disminuir aún más el límite admitido para e/d .

Según la altura del local los aparatos son:

Aparatos extensivos	locales con alturas de hasta 4 m
Aparatos semiextensivos	locales con alturas entre 4 m y 6m
Aparatos semiintensivos	locales con alturas entre 6m y 10 m
Aparatos intensivos	locales con alturas superiores a 10 m

Para los sistemas de iluminación semidirecta y mixta la reflexión de parte del flujo luminoso por el techo y las paredes, tiende a mejorar la uniformidad; en esos casos se podrá adoptar siempre:

$$e/d \leq 1.5$$

Para los casos de iluminación semiindirecta e indirecta llamaremos:

d' = distancia vertical de los aparatos de alumbrado al techo

Los aparatos de alumbrado empleados en este sistema de iluminación son muy extensivos y la relación anterior toma la forma:

$$e/d \leq 6$$

Si se admite que d' es aproximadamente igual a $h/4$, lo que es razonable para habitaciones y locales de altura normal, la relación anterior se convierte en:

$$e/d \leq 1.5$$

Para todos los sistemas de iluminación, llamaremos:

e' = distancia horizontal desde los aparatos extremos de una fila al muro perpendicular a esa fila

Las luminarias más próximas a la pared necesitan estar más cerca para iluminarla (normalmente a la mitad de la distancia).

Por lo que se toma el siguiente valor:

$$e' = e/2$$



En los casos particulares en los que los puestos de trabajo están colocados a lo largo del muro, se adoptará el siguiente valor:

$$e' = e/3$$

1.2.7 ILUMINACIÓN DE LA NAVE INDUSTRIAL

ALUMBRADO INTERIOR

A continuación se detallan el número de lámparas y luminarias escogidas para cada zona de la nave, tanto del interior como del exterior, teniendo en cuenta las actividades que se han de desarrollar en cada una de ellas. Para las distintas zonas de la nave se ha escogido el alumbrado general directo.

Taller:

- 65 luminarias:
Marca Philips; Modelo: Cabana; Ref: HPK 150;
- 65 lámparas de halogenuros metálicos:
Marca Philips; MASTER HPI Plus 400W/745 BUS-P E40 CRP;

La potencia de la iluminación de esta estancia es de 26000W.

Vestuario de hombres:

- 4 luminarias:
Marca Philips; Modelo: Pacific; Ref: TCW596 2xTL-D58W IC LW D6 TW3;
- 8 lámparas fluorescentes:
Marca Philips; MASTER TL-D Super 80 58W/840 SLV;

La potencia de la iluminación de esta estancia es de 464W.

Vestuario de hombres:

- 4 luminarias:
Marca Philips; Modelo: Pacific; Ref: TCW596 2xTL-D58W IC LW D6 TW3;
- 8 lámparas fluorescentes:
Marca Philips; MASTER TL-D Super 80 58W/840 SLV;

La potencia de la iluminación de esta estancia es de 464W.



Almacén:

- 3 luminarias:
Marca Philips; Modelo: Pacific; Ref: TCW596 2xTL-D58W IC LW D6 TW3
- 3 lámparas fluorescentes:
Marca Philips; MASTER TL-D Super 80 58W/840 SLV;

La potencia de la iluminación de esta estancia es de 174W.

Oficina 1:

- 3 luminarias:
Marca Philips; Modelo: Pacific; Ref: TCW596 2xTL-D58W IC LW D6 TW3;
- 6 lámparas fluorescentes:
Marca Philips; MASTER TL-D Super 80 58W/840 SLV;

La potencia de la iluminación de esta estancia es de 348W.

Oficina 2:

- 3 luminarias:
Marca Philips; Modelo: Pacific; Ref: TCW596 2xTL-D58W IC LW D6 TW3;
- 6 lámparas fluorescentes:
Marca Philips; MASTER TL-D Super 80 58W/840 SLV;

La potencia de la iluminación de esta estancia es de 348W.

Oficina 3:

- 3 luminarias:
Marca Philips; Modelo: Pacific; Ref: TCW596 2xTL-D58W IC LW D6 TW3;
- 6 lámparas fluorescentes:
Marca Philips; MASTER TL-D Super 80 58W/840 SLV;

La potencia de la iluminación de esta estancia es de 348W.

Oficina 4:

- 3 luminarias:
Marca Philips; Modelo: Pacific; Ref: TCW596 2xTL-D58W IC LW D6 TW3;
- 6 lámparas fluorescentes:
Marca Philips; MASTER TL-D Super 80 58W/840 SLV;

La potencia de la iluminación de esta estancia es de 348W.



Aseo Hombres:

- 6 luminarias:
Marca Legrand; Aplique estanco y redondo; Ref: 620 01;
- 12 lámparas fluorescentes compactas:
Marca Philips; MASTER PL-S 9W/827/2P 1CT;

La potencia de la iluminación de esta estancia es de 108W;

Aseo Mujeres:

- 6 luminarias:
Marca Legrand; Aplique estanco y redondo; Ref: 620 01;
- 12 lámparas fluorescentes compactas:
Marca Philips; MASTER PL-S 9W/827/2P 1CT;

La potencia de la iluminación de esta estancia es de 108W;

Pasillo 1 :

- 6 luminarias:
Marca Osram; Modelo: DULRONDEL FP WT 36W FS1;
- 6 lámparas fluorescentes compactas:
Marca Osram; DULUX F 36W/840 2G10 FS1;

La potencia de iluminación de esta estancia es de 216W.

Pasillo 2 :

- 9 luminaria:
Marca Osram; Modelo: DULRONDEL FP WT 36W FS1;
- 9 lámpara fluorescente compacta:
Marca Osram; DULUX F 36W/840 2G10 FS1;

La potencia de iluminación de esta estancia es de 324W.

Sala de reuniones:

- 6 luminarias:
Marca Philips; Modelo: Pacific; Ref: TCW596 2xTL-D58W IC LW D6 TW3;
- 12 lámparas fluorescentes:
Marca Philips; MASTER TL-D Super 80 58W/840 SLV;

La potencia de la iluminación de esta estancia es de 696W.



Sala de descanso:

- 6 luminarias:
Marca Philips; Modelo: Pacific; Ref: TCW596 2xTL-D58W IC LW D6 TW3;
- 12 lámparas fluorescentes:
Marca Philips; MASTER TL-D Super 80 58W/840 SLV;

La potencia de la iluminación de esta estancia es de 696W.

Archivo:

- 1 luminaria:
Marca Philips; Modelo: Pacific; Ref: TCW596 2xTL-D58W IC LW D6 TW3;
- 2 lámparas fluorescentes:
Marca Philips; MASTER TL-D Super 80 58W/840 SLV;

La potencia de la iluminación de esta estancia es de 116W.

Administración y recepción:

- 12 luminaria:
Marca Philips; Modelo: Pacific; Ref: TCW596 2xTL-D58W IC LW D6 TW3;
- 24 lámparas fluorescentes:
Marca Philips; MASTER TL-D Super 80 58W/840 SLV;

La potencia de la iluminación de esta estancia es de 1392W.

ALUMBRADO EXTERIOR

Además del cálculo de número de lámparas necesarias para el alumbrado exterior, también se debe de calcular el ángulo que ha de tener el proyector, a través de la siguiente fórmula.

$$H = D / \tan \alpha$$

Donde:

- H = Altura a la que se coloca la luminaria (metros).
- D = Distancia que se quiere iluminar (metros).
- α = Angulo del proyector (grados).

Para calcular la iluminación exterior se han supuesto 3 zonas diferentes, correspondientes a las dos fachadas principales de la nave.

Zona 1:

- 12 luminarias:
Marca Philips; Modelo: Tempo; Ref: MWF331 HPI-TP250W K S;



- 12 lámparas de halogenuros metálicos:
Marca Philips; MASTER HPI-T Plus 250W/645 E40 SLV;

La potencia de la iluminación de esta zona es de 3000W.

Zona 2:

- 4 luminarias:
Marca Philips; Modelo: Tempo; Ref: MWF331 HPI-TP250W K S;
- 4 lámparas de halogenuros metálicos:
Marca Philips; MASTER HPI-T Plus 250W/645 E40 SLV;

La potencia de la iluminación de esta zona es de 1000W.

1.2.8 CARACTERÍSTICAS DE LAS LAMPARAS Y LUMINARIAS ESCOGIDAS

Las características de las luminarias y lámparas utilizadas en el presente proyecto, se pueden consultar en los catálogos de los distintos fabricantes.

1.2.9 ALUMBRADOS ESPECIALES: ALUMBRADO DE EMERGENCIA Y SEÑALIZACIÓN

Las instalaciones destinadas a alumbrados especiales tienen por objeto asegurar, aún faltando el alumbrado general, la iluminación en los locales y el acceso hasta las salidas, para una eventual evacuación de público o iluminar otros puntos que se señalen.

Las líneas que alimentan directamente a los circuitos individuales de las lámparas de los alumbrados especiales, estarán protegidas por interruptores automáticos, con una intensidad nominal de 10 amperios como máximo. Una misma línea no podrá alimentar más de 12 puntos de luz, o si en la misma dependencia existiesen varios puntos de luz de alumbrado especial, estos deben ser repartidos al menos entre dos líneas diferentes, aunque su número sea inferior a 12.

ALUMBRADO DE SEÑALIZACIÓN

Es el que se instala para funcionar de un modo continuo durante determinados períodos de tiempo.

Este alumbrado debe señalar de modo permanente la situación de puertas, pasillos, escaleras y salidas de los locales durante todo el tiempo que permanezcan con público. Deberá ser alimentado, al menos por dos suministros sean ellos normales,



complementarios o procedentes de fuente propia de energía eléctrica. Deberá proporcionar en el eje de los pasos principales una iluminación mínima de 1 lux.

El alumbrado de señalización se instalará en los locales o dependencias que en cada caso se indiquen y siempre en las salidas de éstos y cuando las señales indicadoras que deban iluminarse con este alumbrado coincidan con los que precisan alumbrado de emergencia, los puntos de luz de ambos alumbrados podrán ser los mismos.

Cuando el suministro habitual del alumbrado de señalización falle, o su tensión baje a menos del 70 por 100 de su valor nominal, la alimentación del alumbrado de señalización deberá pasar automáticamente al segundo suministro.

ALUMBRADO DE EMERGENCIA

El alumbrado de emergencia es aquel que debe permitir, en caso de fallo del alumbrado general, la evacuación segura y fácil del público hacia el exterior. Solamente podrá ser alimentado por fuentes propias de energía sean o no exclusivas para dicho alumbrado, pero no por fuente de suministro exterior. Cuando la fuente propia de energía esté constituida por baterías de acumuladores o por aparatos autónomos automáticos, se podrá utilizar un suministro exterior para proceder a su carga.

El alumbrado de emergencia deberá poder funcionar durante un mínimo de una hora, proporcionando en el eje de los pasos principales una iluminación adecuada.

Este alumbrado estará previsto para entrar en funcionamiento automáticamente al producirse al fallo de los alumbrados generales o cuando la tensión de éstos baje a menos del 70 por 100 de su valor nominal.

El alumbrado de emergencia se instalará en los locales y dependencias que se indiquen en cada caso y siempre en las salidas de éstas y en las señales indicadoras de la dirección de las mismas. Por lo tanto, se colocarán sobre las puertas que conduzcan a las salidas, en escaleras, pasillos y vestíbulos. En el caso de que exista un cuadro principal de distribución, en el local donde éste se instale, así como sus accesos estarán provistos de alumbrado de emergencia.

Constarán con una instalación de alumbrado de emergencia las zonas siguientes:

- Todos los recintos cuya ocupación sea mayor que 100 personas.
- Los recorridos generales de evacuación de zonas destinadas a uso residencial o uso hospitalario, y los de zonas destinadas a cualquier uso que estén previstos para la evacuación de más de 100 personas.
- Todas las escaleras y pasillos protegidos, los vestíbulos previos y las escaleras de incendios.
- Los aparcamientos para más de 5 vehículos, incluidos los pasillos y escaleras que conduzcan desde aquellos hasta el exterior o hasta las zonas generales del edificio.
- Los locales de riesgo especial y los aseos generales de planta en edificios de acceso público.
- Los locales que alberguen equipos generales de las instalaciones de protección.
- Los cuadros de distribución de la instalación de alumbrado de las zonas antes citadas.

NIVELES DE ILUMINACION DE EMERGENCIA REQUERIDOS

Según la ITC-BT 28 del reglamento electrotécnico para baja tensión:



- El alumbrado de Emergencia proporcionará una iluminancia de 1 lux, como mínimo, en el nivel del suelo en los recorridos de evacuación, medida en el eje de los pasillos y escaleras, y en todo punto cuando dichos recorridos discurren por espacios distintos de los citados.
- La iluminancia será, como mínimo, de 5 lux en los puntos en los que estén situados los equipos de las instalaciones de protección contra incendios que exijan una utilización manual y en los cuadros de distribución de alumbrado, así como en los centros de trabajo

Para calcular el nivel de iluminación, se considerará nulo el factor de reflexión sobre paredes y techos. Hay que considerar un factor de mantenimiento que englobe la reducción del rendimiento luminoso por suciedad y envejecimiento de las lámparas.

Como regla práctica para la distribución de luminarias, se determinara que:

- La dotación mínima será de 5 lm/m².
- El Flujo Luminoso mínimo será de 30 Lm.
- La separación mínima será de h; siendo h la altura de ubicación comprendida entre 2 y 2,5 metros.

CRITERIO DE UBICACIÓN DE LAS LUMINARIAS

- En todas las puertas de las salidas de emergencia.
- Próximas a las escaleras para que todos los escalones queden iluminados.
- Próximas a los cambios de nivel del suelo.
- Para iluminar todas las salidas obligatorias y señales de seguridad.
- Próximas todos los cambios de dirección.
- Próximas a todas las intersecciones en los pasillos.
- Próximas a los equipos de extinción de fuego así como de puntos de alarma.
- En el exterior de los edificios junto a las salidas.
- Próximas a los puestos de socorro.
- En Ascensores y montacargas.
- En todos los aseos y servicios.
- Salas de generadores de motores y salas de control.

1.2.10 ELECCIÓN DEL SISTEMA DE ALUMBRADO ESPECIAL

Como tipo de luminarias de emergencia y señalización, estas se pueden clasificar en función de la fuente utilizada como:

- Luminarias autónomas, si la fuente de energía se encuentra en la propia luminaria o separada de ésta a 1 metro como máximo.
- Luminarias centralizadas, si la fuente de energía no está incorporada a la luminaria y está situada de ésta a más de 1 metro.

También se pueden clasificar en función del tipo de luminaria utilizada, como:



- Alumbrado de emergencia no permanente: luminaria en la que las lámparas de alumbrado de emergencia están en funcionamiento sólo cuando falla la alimentación del alumbrado normal.
- Alumbrado de emergencia permanente: luminaria en la que las lámparas de alumbrado de emergencia están alimentadas en cualquier instante, ya se requiera el alumbrado normal o de emergencia.
- Alumbrado de emergencia combinado: luminaria de alumbrado de emergencia que contiene dos o más lámparas de las que una al menos está alimentada a partir de la alimentación de alumbrado de emergencia y las otras a partir de la alimentación del alumbrado normal. Puede ser permanente o no permanente.

Como ventajas y desventajas de los diferentes tipos, se puede indicar que, en el caso de aparatos autónomos frente a centralizados:

Ventajas de los Autónomos:

- Se instalan directamente sin necesidad de buscar ubicación para un equipo de alimentación central.
- No requiere hacer equipos centralizados a medida, sino que se van colocando aparatos autónomos según las necesidades del local.
- La seguridad está distribuida; si se produce una ruptura de los cables de acceso a una sala, los aparatos autónomos alumbrarán mientras que los centralizados no lo harán. Si se produce un fallo en el equipo centralizado, un área se queda sin luz. En el caso de bloques autónomos no ocurre así.

Ventajas de los centralizados:

- Resultan más económicos para grandes superficies.
- Se puede llevar un mantenimiento más ágil y barato.
- Los equipos centralizados son más prácticos y funcionales a la hora de realizar test y recambios de las baterías.

Y en el caso de permanentes frente a no permanentes y combinados:

Ventajas y desventajas alumbrados permanentes:

- La lámpara de emergencia permanece encendida siempre que se requiere, por lo que se sabe en todo momento si su funcionamiento es correcto.
- Puesto que la lámpara de emergencia siempre está encendida, al existir un fallo de red, el aparato aporta todo su flujo luminoso sin reducciones debidas al calentamiento de la lámpara, en particular si es fluorescente.
- Es útil siempre que se trate de lugares donde se desea asegurar una iluminación ininterrumpida (garajes, pasillos, ascensores, etc.).
- Requieren cambios de lámparas cada cierto tiempo, según sea la vida de la lámpara. Es típico de 3000 a 8000 horas en tubos fluorescentes pequeños (de 4 a 11 meses).
- Desde que se agota la lámpara y hasta que se cambia, se produce un período en el que no se dispone de alumbrado de emergencia.



Alumbrados Combinados:

- Se puede encender y apagar una lámpara a voluntad como si de una luminaria normal se tratara, mientras que la otra lámpara entrará en funcionamiento si la tensión baja por debajo del 70% del valor nominal. Hay otro tipo de alumbrados de emergencia combinados en los que la lámpara en presencia de red está permanentemente encendida (no se puede encender y apagar a voluntad).
- El agotamiento del tubo que se enciende en situación de presencia de red no pone en peligro el encendido de la emergencia.
- Muy útil en señalizaciones o iluminaciones que se desea poder apagar para evitar consumos innecesarios.

Alumbrados No Permanentes:

- Es el tipo más sencillo. Sólo iluminan en ausencia de red o descenso de ésta por debajo de un 70% de su valor nominal.
- Tienen la posibilidad de incorporar lámparas de señalización incandescentes que permanecen encendidas en presencia de red; no así en caso de fallo de red.

En el mercado actual existen aparatos que proporcionan en un mismo soporte, los alumbrados de emergencia y señalización. Como esta solución está permitida, es la que se utilizara en el presente proyecto.

Dada las características de cada estancia de la nave industrial objeto de este proyecto y atendiendo a la comparativa anterior, se utilizarán luminarias de emergencia autónomas con alumbrados no permanentes.

En concreto, se utilizaran luminarias de la marca Legrand. Estas luminarias disponen de varias referencias las cuales varían en cuanto a lúmenes proporcionados (de 45 a 800), autonomía (1 ó 3 horas), potencia de las lámparas (de 6 a 13 W), índices de protección y tipo de acumuladores de carga.

Las características principales de estas lámparas se pueden consultar en el catalogo del fabricante.

Las lámparas se colocarán a diferentes alturas dependiendo del local en la que se vayan a instalar.

Así en la zona de Oficinas, tanto en la planta baja como en la primera, se colocarán justo encima de los marcos de las puertas o similar, a una altura de 2,50 metros.

En los locales con grandes alturas como es el caso del taller, las lámparas se colocarán a una altura superior a las anteriores ya que además de disponer de una potencia superior, tienen que iluminar un área mayor. En estos locales las luminarias se colocarán a una altura de 3,50 metros.

A continuación se detalla el número de luminarias de emergencia que se van a colocar en las distintas estancias de la nave industrial, así como la marca y el modelo escogido:

Taller:

Alumbrado de emergencia + señalización:

- 3 luminarias:

Marca Legrand; Ref: B65 615 64; 11W;



- 21 luminarias:
Marca Legrand; Ref: G5 617 34; 11W;

La potencia de la iluminación de emergencia es de 264W.

Vestuario de mujeres:

- Alumbrado de emergencia + señalización:
 - 1 luminaria:
Marca Legrand; Ref: B65 615 61; 6W;

La potencia de la iluminación de emergencia es de 6 W.

Vestuario de hombres:

- Alumbrado de emergencia + señalización:
 - 3 luminarias:
Marca Legrand; Ref: B65 615 61; 6W;

La potencia de la iluminación de emergencia es de 18 W.

Vestuario de mujeres:

- Alumbrado de emergencia + señalización:
 - 3 luminarias:
Marca Legrand; Ref: B65 615 61; 6W;

La potencia de la iluminación de emergencia es de 18 W.

Almacén:

- Alumbrado de emergencia + señalización:
 - 3 luminarias:
Marca Legrand; Ref: B65 615 61; 6W;

La potencia de la iluminación de emergencia es de 18 W.

Oficina 1:

- Alumbrado de emergencia + señalización:
 - 1 luminarias:
Marca Legrand; Ref: C3 615 12; 6W;

La potencia de la iluminación de emergencia es de 6 W.

Oficina 2:

- Alumbrado de emergencia + señalización:
 - 1 luminarias:



Marca Legrand; Ref: C3 615 12; 6W;

La potencia de la iluminación de emergencia es de 6 W.

Oficina 3:

Alumbrado de emergencia + señalización:

- 1 luminarias:

Marca Legrand; Ref: C3 615 12; 6W;

La potencia de la iluminación de emergencia es de 6 W.

Oficina 4:

Alumbrado de emergencia + señalización:

- 1 luminarias:

Marca Legrand; Ref: C3 615 12; 6W;

La potencia de la iluminación de emergencia es de 6 W.

Ase hombres:

Alumbrado de emergencia + señalización:

- 1 luminarias:

Marca Legrand; Ref: C3 615 12; 6W;

La potencia de la iluminación de emergencia es de 6 W.

Aseo mujeres:

Alumbrado de emergencia + señalización:

- 1 luminarias:

Marca Legrand; Ref: C3 615 12; 6W;

La potencia de la iluminación de emergencia es de 6 W.

Pasillo 1:

Alumbrado de emergencia + señalización:

- 2 luminaria:

Marca Legrand; Ref: C3 615 08; 6W;

La potencia de la iluminación de emergencia es de 12 W.

Pasillo 2:

Alumbrado de emergencia + señalización:

- 3 luminaria:



Marca Legrand; Ref: C3 615 08; 6W;

La potencia de la iluminación de emergencia es de 18 W.

Archivo:

Alumbrado de emergencia + señalización:

- 2 luminaria:

Marca Legrand; Ref: C3 615 10; 6W;

La potencia de la iluminación de emergencia es de 12 W.

Sala de reuniones:

Alumbrado de emergencia + señalización:

- 1 luminaria:

Marca Legrand; Ref: C3 615 12; 6W;

La potencia de la iluminación de emergencia es de 6 W.

Sala de descanso:

Alumbrado de emergencia + señalización:

- 5 luminarias:

Marca Legrand; Ref: C3 615 12; 6W;

La potencia de la iluminación de emergencia es de 30 W.

Administración y recepción:

Alumbrado de emergencia + señalización:

- 5 luminarias:

Marca Legrand; Ref: C3 615 08; 6W;

La potencia de la iluminación de emergencia es de 30 W.

1.3 ESQUEMA DE DISTRIBUCIÓN

1.3.1 INTRODUCCIÓN



Para la determinación de las características de las medidas de protección contra choques eléctricos en caso de defecto (contactos indirectos) y contra sobreintensidades, así como de las especificaciones de la aparatamenta encargada de tales funciones, será preciso tener en cuenta el esquema de distribución empleado.

Los esquemas de distribución se establecen en función de las conexiones a tierra de la red de distribución o de la alimentación, por un lado, y de las masas de la instalación receptora, por otro.

Se describen a continuación aquellos aspectos más significativos que deben reunir los sistemas de protección en función de los distintos esquemas de conexión de la instalación

Esquema TT:

En los esquemas TT el neutro o compensador se conecta directamente a tierra. Las masas de la instalación receptora están conectadas a una toma de tierra separada de la toma de tierra de la alimentación. 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. Si varios dispositivos de protección van montados en serie, esta prescripción se aplica por separado a las masas protegidas por cada dispositivo.

El punto neutro de cada generador o transformador, o si no existe, un conductor de fase de cada generador o transformador, debe ponerse a tierra.

La corriente de fallo está fuertemente limitada por la impedancia de las tomas de tierra, pero puede generar una tensión de contacto peligrosa. La corriente de fallo es generalmente demasiado débil como para requerir protecciones contra sobreintensidades, por lo que se eliminará preferentemente mediante un dispositivo de corriente diferencial residual.

En caso de fallo del aislamiento de un receptor, la corriente de fallo circula por el circuito llamado bucle de fallo, constituido por la impedancia del fallo en la masa del receptor, la conexión de dicha masa al conductor de protección, el propio conductor de protección y su puesta a tierra; el bucle se cierra con las bobinas del transformador y el circuito de alimentación.

Se cumplirá la siguiente condición:

$$R_A \times I_a = U$$

donde:

R_A es la suma de las resistencias de la toma de tierra y de los conductores de protección de masas.

I_a es la corriente que asegura el funcionamiento automático del dispositivo de protección. Cuando el dispositivo de protección es un dispositivo de corriente diferencial-residual es la corriente diferencial-residual asignada.

U es la tensión de contacto límite convencional (50, 24V u otras, según los casos). En el esquema TT, se utilizan los dispositivos de protección siguientes:

- Dispositivos de protección de corriente diferencial - residual.



- Dispositivos de protección de máxima corriente, tales como fusibles, interruptores automáticos.

Esquema TN:

Los esquemas TN tienen un punto de la alimentación, generalmente el neutro o compensador, conectado directamente a tierra y las masas de la instalación receptora conectadas a dicho punto mediante conductores de protección.

Una puesta a tierra múltiple, en puntos repartidos con regularidad, puede ser necesaria para asegurarse de que el potencial del conductor de protección se mantiene, en caso de fallo, lo más próximo posible al de tierra. Por la misma razón, se recomienda conectar el conductor de protección a tierra en el punto de entrada de cada edificio o establecimiento.

Las características de los dispositivos de protección y las secciones de los conductores se eligen de manera que, si se produce en un lugar cualquiera un fallo, de impedancia despreciable, entre un conductor de fase y el conductor de protección o una masa, el corte automático se efectúe en un tiempo igual, como máximo, al valor especificado, y se cumpla la condición siguiente:

$$Z_s \times I_a \leq U_0$$

donde:

Z_s es la impedancia del bucle de detecto, incluyendo la de la fuente, la del conductor activo hasta el punto de defecto y la del conductor de protección, desde el punto de defecto hasta la fuente.

I_a es la corriente que asegura el funcionamiento del dispositivo de corte automático en un tiempo como máximo igual al definido en la tabla 1 para tensión nominal igual a U₀. En caso de utilización de un dispositivo de corriente diferencial-residual, la es la corriente diferencial asignada.

U₀ es la tensión nominal entre fase y tierra, valor eficaz en corriente alterna.

Tabla 1	
U ₀ (V)	Tiempo de interrupción (s)
230	0,4
400	0,2
> 400	0,1

Existen tres tipos diferentes de esquemas TN que se distinguen según la disposición relativa del conductor neutro y del conductor de protección:

- Esquemas TN-S: El conductor neutro y el de protección son distintos en todo el esquema.
- Esquema TN-C: Las funciones de neutro y protección están combinadas en un solo conductor en todo el esquema.



- Esquema TN-C-S: Las funciones de neutro y protección están combinadas en un solo conductor en una parte del esquema.

En estos tipos de esquema cualquier intensidad de defecto franco fase-masa es una intensidad de cortocircuito.

Esquema IT:

En el esquema IT, la alimentación de la instalación está aislada de tierra, o conectada a ella con una impedancia Z elevada. Esta conexión se lleva a cabo generalmente en el punto neutro o en un punto neutro artificial. Las masas de la instalación están interconectadas y conectadas a tierra. En caso de fallo del aislamiento, la impedancia del bucle de fallo es elevada (viene determinada por la capacidad de la instalación con respecto a tierra o por la impedancia Z).

En el primer fallo, el incremento de potencial de las masas permanece limitado y sin peligro. La interrupción no es necesaria y la continuidad está asegurada, pero debe buscarse y eliminarse el fallo para lograr un servicio competente. Con ese objeto, un controlador permanente de aislamiento (CPA) vigila el estado de aislamiento de la instalación. Si al primer fallo no eliminado se añade un segundo, se transforma en cortocircuito, el cual deberá ser eliminado por los dispositivos de protección contra sobrecorrientes.

1.3.2 ESQUEMA DE DISTRIBUCIÓN ESCOGIDO

El esquema de distribución elegido para distribuir las líneas que alimentan todas las máquinas de la nave industrial, es el esquema TT. Aunque la solución más segura sea elegir el esquema IT, debido a los problemas que presenta a la hora de realizar un cambio o ampliación de la instalación nos hace desechar esta opción. Por otro lado el esquema TN al ser tan parecido al esquema TT, y este último ser el más utilizado en este tipo de instalaciones, ha sido el motivo que nos ha decantado para elegir este esquema de distribución. Las ventajas que este esquema tiene en lo que respecta a su mantenimiento, ampliaciones futuras y seguridad contra incendios aconseja su empleo en este tipo de instalaciones.

1.4 DISTRIBUCIÓN INTERIOR DE LA INSTALACIÓN

1.4.1 INTRODUCCIÓN

La conducción eléctrica se va a realizar desde el centro de transformación a los distintos receptores de la instalación. La instalación es de baja tensión y han de emplearse



tensiones normalizadas como indica el Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión. Se empleara corriente alterna trifásica 400/230 V.

Se han de calcular los conductores utilizados para alimentar las distintas maquinas y alumbrado de la nave , de modo que tengan la resistencia mecánica suficiente para las conducciones de la línea y además no sufran calentamientos excesivos, así como una caída de tensión en el propio conductor dentro de los límites establecidos en el Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión.

1.4.2 SECCIÓN DEL CONDUCTOR

En primer lugar se ha de calcular cual va a ser la sección adecuada que a de tener el conductor a lo largo de toda la instalación. Esta sección a de cumplir lo establecido en el Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión. Los factores que influyen y que por lo tanto se han de tener en cuenta a la hora de calcular la sección de los conductores son los siguientes:

- Calentamiento de los conductores.
- Caída de tensión.

Calentamiento de los conductores:

La temperatura hace que la resistencia de un conductor varié, por ejemplo, cuanto mas caliente está, mas oposición tiene sobre el paso de la electricidad.

Los conductores se calientan por efecto de la propia corriente que por él circula, lo cual se debe a la resistencia del conductor, obviamente, cuanto más intensa es la corriente, mayor será el calentamiento y por lo tanto, mayor pérdida de energía en forma de calor.

Cuando, al mismo tiempo, la suma de las pérdidas térmicas producidas es igual a las pérdidas disipadas en el medio ambiental, se establece un estado de equilibrio y la temperatura del núcleo toma un valor constante. Éste no debe sobrepasar un valor fijado por la resistencia del aislante escogido y, eventualmente, por la resistencia de los otros materiales constitutivos, para asegurar al cable un tiempo útil de vida normal. Según la ley de Joule, la cantidad de calorías recibidas en un segundo son:

$$Q = 0.24 \times I^2 \times R \quad \text{Calorías}$$

Lo que sucede es que el calentamiento aumenta en relación con el cuadrado del cambio de corriente. Por consiguiente, si se aumenta la corriente al doble, el calentamiento será 4 veces mayor. Cuando circula mayor corriente por un conductor, no solamente se calentará el conductor, habrá también un aumento en su resistencia, como consecuencia, habrá un aumento adicional de temperatura. Se demuestra por tanto que el aumento de temperatura es directamente proporcional al cuadrado de la intensidad (considerando despreciables las variaciones de la resistencia con la temperatura)

$$\Delta T = (I/I_n)^2 \times \Delta T_n$$

Siendo:



ΔT = incremento admisible de la temperatura

ΔT_n = incremento de la temperatura en condiciones normales

I_n = intensidad nominal en condiciones normales

I = intensidad admisible

El calor producido tanto por el medio ambiente, como en los conductores por el efecto joule, como en la cubierta aislante, atraviesa las capas del cable por conducción y luego se evacua en el medio exterior. Es decir, el calor que adquiere un conductor, lo va cediendo a través del medio que le rodea (aislamiento, tubo, pared, aire, etc.), produciéndose un equilibrio entre el calor que recibe por el paso de la corriente y el que desprende hacia el exterior.

El calor que es cedido al exterior es:

$$Q = M \times C \times \Delta T$$

Esta evacuación del calor se puede producir de dos formas:

- Por convección y radiación si el conductor está colocado al aire.
- Por conducción si el conductor esta en contacto con otros elemento.

Si la corriente que atraviesa el conductor aumenta, con el correspondiente aumento de la temperatura, llegara un punto en el que el calor producido no pueda evacuarse, por lo que la temperatura seguirá aumentando. Si esta temperatura es elevada existirá peligro de que los materiales aislantes se deterioren, incluso se lleguen a quemar, pudiéndose llegar a producir cortocircuitos, incluso incendios.

Por lo tanto, para cada sección de los conductores existe un límite de carga en amperios que no debe sobrepasarse, que se corresponde con la temperatura máxima admisible que puede soportar esa sección del conductor sin que se produzcan los efectos antes reseñados.

Se denomina intensidad máxima admisible en régimen permanente de un conductor, al valor de la intensidad que provoca, para un entorno determinado, el recalentamiento del núcleo de los conductores al valor máximo permitido.

Estas intensidades máximas permitidas vienen recogidas en ITC-BT 19 del Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión. En ella se muestran las intensidades máximas admisibles de los conductores, en función de la sección, tipo de instalación, número de conductores y naturaleza del aislamiento.

Caída de tensión:

En las líneas recorridas por corrientes alternas, los conductores ofrecen una resistencia R al paso de la corriente produciéndose una caída de tensión de la misma manera que ocurre en corriente continua. Pero aparte de esto se producen otros fenómenos complejos, debidos a los efectos de la autoinducción, inducción mutua y capacidad de los conductores.

- Un primer efecto de inducción es el efecto Kelvin o efecto pelicular, debido al cual, en un conductor la corriente circula más fácilmente por las superficies



más próximas a la periferia, repartiéndose desigualmente a través de la sección del conductor, dando lugar a que la densidad de corriente en el mismo no sea constante. El efecto es el mismo que si la sección fuese más pequeña cuando el conductor está recorrido por corriente alterna y, debido a esto, la resistencia real u óhmica de dicho conductor es mayor en corriente alterna que en corriente continua, y el aumento es tanto más grande cuando más elevada sea la frecuencia de aquella y mayor la sección del conductor. Este efecto es prácticamente despreciable para las frecuencias industriales, en conductores de diámetro inferior a 15 mm y que estén contruidos por un material no magnético como Cu y Al.

- Un segundo efecto de la inducción es la de originar en cada conductor una dificultad al paso de la corriente debido a las variaciones del campo magnético de la misma, llamada reactancia de autoinducción (función del diámetro del conductor), y otra dificultad añadida a la anterior debido a las variaciones de las corrientes que circulan por los otros conductores que forman la línea llamada reactancia de inducción mutua (función de la distancias entre conductores). Estos dos fenómenos de inducción se presentan simultáneamente dando lugar a una reactancia de servicio X_L .
- Por último tenemos el efecto capacitivo. Los conductores de una línea, aislados entre sí y aislados de tierra, son desde el punto de vista eléctrico, equivalentes a las armaduras de un condensador y, cuando están a potenciales distintos, toman una carga eléctrica dependiente de los valores de dichos potenciales entre sí y respecto de tierra. En una línea de corriente alterna como estos potenciales varían constantemente, se origina una corriente transversal que se suma a la corriente de la línea y que es perjudicial. La magnitud de este efecto es significativa para líneas aéreas de gran longitud y las subterráneas por la proximidad de los conductores.

Para el cálculo de las secciones en B.T. sólo se considera el efecto resistivo, pues los otros efectos, aunque muy importantes en A.T. y líneas largas, no lo es tanto en B.T. y líneas de corta longitud.

La sección de los conductores a utilizar se determina de forma que la caída de tensión entre el origen de la instalación y cualquier punto de utilización sea menor del 3 % de la tensión nominal en el origen de la instalación para el alumbrado y del 5 % para la fuerza.

1.4.3 TIPOS DE CONDUCTORES

Un conductor eléctrico es un cuerpo capaz de conducir o transmitir electricidad. Un conductor eléctrico esta formado primeramente por el conductor propiamente tal, usualmente cobre.

Los materiales más utilizados en la fabricación de conductores eléctricos son el cobre y el aluminio. Aunque ambos metales tienen una conductividad eléctrica excelente, el cobre constituye el elemento principal en la fabricación de conductores por sus notables ventajas mecánicas y eléctricas.



El uso de uno y otro material como conductor, dependerá de sus características eléctricas (capacidad para transportar la electricidad), mecánicas (resistencia al desgaste, maleabilidad), del uso específico que se le quiera dar y del costo. Estas características llevan a preferir al cobre en la elaboración de conductores eléctricos.

El tipo de cobre que se utiliza en la fabricación de conductores es el cobre electrolítico de alta pureza, 99,99%.

Dependiendo del uso que se le vaya a dar, este tipo de cobre se presenta en los siguientes grados de dureza o temple: duro, semi duro y blando o recocido.

PARTES QUE COMPONEN UN CONDUCTOR ELÉCTRICO

Estas son tres muy diferenciadas:

- El alma o elemento conductor.
- El aislamiento.
- Las cubiertas protectoras.

Alma o elemento conductor:

Se fabrica en cobre o aluminio y su objetivo es servir de camino a la energía eléctrica desde las centrales generadoras a los centros de distribución (subestaciones, redes y empalmes), para alimentar a los diferentes centros de consumo (industriales, grupos habitacionales, etc.).

De la forma cómo esté constituida esta alma depende la clasificación de los conductores eléctricos. Así tenemos:

- Alambre: Conductor eléctrico cuya alma conductora está formada por un solo elemento o hilo conductor. Se emplea en líneas aéreas, como conductor desnudo o aislado, en instalaciones eléctricas a la intemperie, en conductos o directamente sobre aisladores.
- Cable: Conductor eléctrico cuya alma conductora está formada por una serie de hilos conductores o alambres de baja sección, lo que le otorga una gran flexibilidad.

Según el número de conductores:

- Monoconductor: Conductor eléctrico con una sola alma conductora, con aislamiento y con o sin cubierta protectora.
- Multiconductor: Conductor de dos o más almas conductoras aisladas entre sí, envueltas cada una por su respectiva capa de aislamiento y con una o más cubiertas protectoras comunes.

Aislamiento:

El objetivo del aislamiento en un conductor es evitar que la energía eléctrica que circula por él, entre en contacto con las personas o con objetos, u otros elementos que forman parte de una instalación. Del mismo modo, el aislamiento debe evitar que conductores de distinto voltaje puedan hacer contacto entre sí. Los materiales aislantes usados desde sus inicios han sido sustancias poliméricas, que en química se definen como



un material o cuerpo químico formado por la unión de muchas moléculas idénticas, para formar una nueva molécula más gruesa.

Los diferentes tipos de aislamiento de los conductores están dados por su comportamiento técnico y mecánico, considerando el medio ambiente y las condiciones de canalización a que se verán sometidos los conductores que ellos protegen, resistencia a los agentes químicos, a los rayos solares, a la humedad, a altas temperaturas, llamas, etc. Entre los materiales usados para el aislamiento de conductores podemos mencionar el PVC o cloruro de polivinilo, el polietileno o PE, el polietileno reticulado o XLPE, el caucho, la goma, el neopreno y el nylon.

Cubiertas protectoras:

El objetivo fundamental de esta parte de un conductor es proteger la integridad del aislamiento y del alma conductora contra daños mecánicos, tales como raspaduras, golpes, etc.

CONDUCTORES ACTIVOS

Son los destinados a la transmisión de la energía eléctrica. Esta consideración se aplica a los conductores de fase y al conductor neutro en corriente alterna.

Los conductores y cables que se empleen en las instalaciones serán de cobre o aluminio, y serán siempre aislados, exceptuando cuando vayan montados sobre aisladores, tal y como establece el Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión, en la ITC-BT 19.

CONDUCTORES DE PROTECCIÓN

Estos conductores sirven para unir las masas de la instalación, es decir, conductores que en condiciones normales no están bajo tensión, con la puesta a tierra.

Los conductores de protección tendrán una sección mínima, en función de la sección de los conductores de fase de la instalación como se establece a continuación:

Secciones de los conductores de fase (mm²)	Secciones mínimas de los conductores de protección (mm²)
$S \leq 16$	S
$16 \leq S \leq 35$	16
$S > 35$	S/2

Se respetará siempre un mínimo de 2,5mm² si disponen de protección mecánica y de 4 mm² si no la tienen.

Los conductores de protección irán bajo los mismos tubos que los conductores de fase y las conexiones se realizarán por medio de empalmes, y por piezas de conexión de aprieto por rosca.

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.



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

Las canalizaciones eléctricas se dispondrán de manera que en cualquier momento se pueda controlar su aislamiento, localizar y separar las partes averiadas y, llegando el caso, reemplazar fácilmente los conductores deteriorados.

CONDUCTOR NEUTRO

Para hallar la sección de los neutros en los tramos subterráneos se utiliza la tabla 7.1 de la ITC-BT-07. A cada sección de fase y tipo de conductor (aluminio o cobre) le corresponde una sección de neutro.

En el resto de la instalación, toda la parte de interior, se sigue lo establecido en la ITC-BT-19.

1.4.4 CANALIZACIONES

Las canalizaciones eléctricas son los elementos utilizados para conducir los conductores eléctricos entre las diferentes partes de la instalación eléctrica. Las instalaciones eléctricas persiguen proveer de resguardo, seguridad a los conductores a la vez de propiciar un camino adecuado por donde colocar los conductores.

En general las canalizaciones se pueden agrupar en cuatro grandes apartados:

- Canalizaciones fijas: Son aquéllas en las que es preciso desconectar la instalación para su modificación, lo que requiere trabajos de desmontaje. Estas canalizaciones alimentan aparatos fijos. Un ejemplo sería la instalación de un edificio.
- Canalizaciones semifijas: El desplazamiento de los equipos se efectuará después de dejarlos sin tensión, aunque permanezcan acoplados a la red. Es el caso de algunos equipos de extracción de minería o de obras públicas.
- Canalizaciones semimóviles: Permiten el desplazamiento ocasional de los equipos bajo tensión durante su funcionamiento. Alimentan aparatos semimóviles, tales como lámparas de pie o máquinas de oficina.
- Canalizaciones móviles: Permiten el desplazamiento de los equipos en tensión durante su funcionamiento. Alimentan aparatos móviles. Por ejemplo, grúas, ascensores, montacargas, equipos de máquinas de extracción en minería, cabezales de trabajo de equipos industriales, herramientas portátiles, etc.

Evidentemente, la naturaleza de la canalización determina el tipo de cable adecuado al servicio de que se trate.

En el presente proyecto se ha de utilizar la canalización fija. Hay muchos sistemas de instalación de los conductores para una canalización fija. Algunas de estas variantes son: conductores desnudos colocados sobre aisladores, conductores aislados colocados sobre aisladores, conductores aislados bajo molduras, conductores aislados fijados directamente sobre las paredes, etc.

Cuando las canalizaciones pasen a través de elementos de la construcción, tales como muros, tabiques y techos, se realizará de acuerdo con prescripciones tales como: las



canalizaciones estarán protegidas contra deterioros mecánicos, en toda la longitud de los pasos no habrá empalmes o derivaciones, se utilizarán tubos no obturados, etc.

La solución más empleada hoy en día es la de conductores aislados sobre bandejas o a través de tubos.

Tubos protectores:

En el mercado actual existen muchas clases de tubos. Dependiendo de las actividades que se desarrollen en cada zona y del lugar por donde vayan a ser colocados se podrán elegir algunas de estas opciones: tubos metálicos rígidos blindados, tubos metálicos rígidos blindado con aislamiento interior, tubos aislantes rígidos normales curvables, tubos aislantes flexible normal, tubo PVC rígido, etc.

A la hora de calcular el diámetro mínimo de los tubos protectores que contienen a las diversas líneas de la instalación se debe tener en cuenta el número, tipo y sección de los conductores, así como del tipo de instalación. Para ello, en la instrucción complementaria ITC-BT-21, se establecen una serie de tablas con los diámetros mínimos de los tubos protectores, en función de los factores antes citados.

Los tubos deberán soportar como mínimo sin deformación alguna, 60 grados centígrados para los tubos aislantes constituidos por PVC o polietileno y 70 grados centígrados para los tubos metálicos con forros aislantes de papel impregnado.

Canalización bajo tubos protectores:

Para la colocación de las canalizaciones bajo tubos protectores tendremos que tener en cuenta las consideraciones siguientes:

- El trazado de las canalizaciones se hará siguiendo preferentemente líneas paralelas a las verticales y horizontales 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.
- Las curvas practicadas en los tubos serán continuas y no originarán reducciones de sección admisibles.
- Será posible la fácil introducción y retirada de los conductores en los tubos después de colocados y fijados éstos y sus accesorios, disponiendo para ello los registros que se consideren convenientes.
- Las conexiones entre conductores se realizarán en el interior de cajas apropiadas de materia aislante.

Cuando los tubos se coloquen 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. La distancia entre éstas será, como máximo, de 0,50 metros.
- Es conveniente disponer los tubos normales, siempre que sea posible, a una altura mínima de 2,50 metros sobre el suelo, con objeto de protegerlos de eventuales daños mecánicos.



- En los cruces de tubos rígidos con juntas de dilatación de un edificio, deberán interrumpirse los tubos, quedando los extremos del mismo separados entre sí 5 centímetros.
- En los cambios de dirección, los tubos estarán convenientemente curvados o bien provistos de codos o “T” apropiados.

La elección definitiva de los tubos con sus diámetros correspondientes esta especificada en el documento cálculos del presente proyecto, mientras que su emplazamiento y forma de colocación está especificada en el documento planos.

1.4.5 NORMAS PARA LA ELECCIÓN DE CABLES Y TUBOS

Además de lo expuesto anteriormente para el cálculo del conductor, se harán las siguientes consideraciones a la hora de elegir el cable:

- El aislamiento del cable ha de ser tal que asegure en su parte conductora una continuidad eléctrica duradera. Normalmente el aislamiento del cable se determina con los picos de tensión que este tiene que soportar en cualquier momento.
- La sección del cable a colocar en al alumbrado normalmente la determina la caída de tensión (si la longitud no es pequeña). La sección de los conductores de fuerza la determina la corriente a transportar y el calentamiento que esta puede producir, de tal forma que nunca se superen temperaturas determinadas por encima de las cuales el cable se deteriora.
- El cable elegido, teniendo en cuenta todo lo anteriormente expuesto, será capaz de soportar los cortocircuitos que puedan producirse, mejor que cualquier otra parte de la instalación. Se preverá que la temperatura y los esfuerzos electrodinámicos producidos por el cortocircuito, no deterioren en ningún momento el cable.

Para el cálculo del diámetro y distribución de los tubos protectores utilizados para distribuir las líneas a lo largo de la nave, tendremos en cuenta todo lo expuesto anteriormente, así como, todo lo expuesto en la ITC-BT 21 del Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión.

1.4.6 IDENTIFICACIÓN DE CONDUCTORES

Los conductores de la instalación deben ser fácilmente identificables, especialmente por lo que respecta al conductor neutro y al conductor de protección. Esta identificación se realizará por los colores que presenten sus aislamientos. Al conductor de protección se la identificará por el color verde-amarillo. El conductor neutro se identificará por el color azul claro. 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 o negro.



Cuando se considere necesario identificar tres fases diferentes, se utilizará también el color gris.

1.4.7 CUADROS ELECTRICOS

1.4.7.1 INTERCONEXION DE LAS DISTINTAS PARTES DE LA INSTALACIÓN

El cuadro eléctrico es el punto de paso de la corriente eléctrica y en el que se deben instalar los dispositivos generales e individuales de mando y protección de una instalación eléctrica.

La instalación debe subdividirse convenientemente, de forma que una avería en algún punto de la misma sólo afecte a un sector limitado de ella. Este hecho se consigue mediante la colocación de dispositivos de protección coordinados y diseñados de forma que se asegure la selectividad necesaria en la instalación. En este sentido se recomienda un sistema de cuadros que incluyese:

- Un cuadro general de distribución, del que partirán las líneas que distribuyen la energía hasta los cuadros secundarios.
- Una serie de cuadros secundarios de distribución, derivados de los anteriores. De estos cuadros secundarios, si fuese necesario, podrán derivarse a su vez otros cuadros.

1.4.7.2 UBICACIÓN DE LOS CUADROS

El cuadro general de distribución deberá instalarse en una zona de servicio a la que no tenga acceso el público, a poder ser en el punto más próximo posible a la entrada de la acometida o derivación individual y se colocarán junto o sobre él, los dispositivos de mando y protección que se establecen en el apartado siguiente. Cuando no sea posible la instalación de estos cuadros en este punto próximo a la entrada de la acometida, se instalará en dicho punto, y dentro de un armario o cofre, un dispositivo de mando y protección (interruptor automático magnetotérmico) para cada una de las líneas. Estos cuadros estarán separados de los locales donde exista un peligro acusado de incendio por medio de elementos a prueba de incendios y puertas resistentes al fuego

Los cuadros secundarios, se instalarán en lugares a los que no tenga acceso el público y que estarán separados de los locales donde exista un peligro acusado de incendio o de pánico (como salas de público), por medio de elementos a prueba de incendios y puertas resistentes al fuego, preferentemente en vestíbulos y pasillos, nunca en el interior de consultas.

Todos los cuadros deberán disponer de los correspondientes cierres de seguridad que impidan que personas ajenas al equipo de mantenimiento pudieran manipular en su interior.



1.4.7.3 COMPOSICIÓN DE LOS CUADROS

Los dispositivos generales e individuales de mando y protección, cuya posición de servicio será vertical, se ubicarán en el interior de los cuadros eléctricos de donde partirán los circuitos interiores, y constarán como mínimo de los siguientes elementos:

Cuadro general de distribución

Deberán constar en el cuadro de distribución cada uno de los siguientes elementos:

- Un interruptor general automático de corte omnipolar, que permita su accionamiento y que esté dotado de elementos de protección contra sobrecargas y cortocircuitos. Este interruptor será independiente, si existe, del interruptor de control de potencia.

Este interruptor servirá de protección general con los situados aguas abajo, con los que deberá estar coordinado para que exista la correspondiente selectividad.

Este interruptor deberá llevar asociada una protección diferencial, destinada a la protección contra contactos indirectos. Con esta protección en el origen de la instalación se consigue proteger mediante diferenciales toda la instalación y al mismo tiempo conseguir una elevada continuidad de servicio, pues permite actuar ante un fallo fase-masa en los niveles superiores de distribución, o como protección de los usuarios si alguno de los diferenciales ubicados aguas abajo (en los cuadros secundarios, por ejemplo) quedara fuera de servicio de forma accidental o intencionada.

Este diferencial en el origen de la instalación, se encontrará en serie con diferenciales instalados en niveles de distribución más bajos por lo que deberá establecerse la adecuada selectividad y con retardo de tiempo.

- Las líneas que partiendo de estos cuadros alimenten otros cuadros secundarios deberán disponer de dispositivos de corte omnipolar destinados a la protección contra sobrecargas y cortocircuitos.
- Dispositivo de protección contra sobretensiones.
- Si además de estos cuadros parten líneas para la alimentación directa de algunas cargas, cada uno de los circuitos deberá contar con los siguientes dispositivos:
 - Dispositivos de corte omnipolar destinados a la protección contra sobrecargas y cortocircuitos.
 - Un interruptor diferencial, destinado a la protección contra contactos indirectos en los mencionados circuitos, que deberá establecerse con la correspondiente selectividad respecto a la protección diferencial dispuesta en la cabecera de la instalación.

Cuadros secundarios

- Un interruptor general automático de corte omnipolar, que permite su accionamiento y que esté dotado de elementos de protección contra sobrecargas y cortocircuitos.
- Interruptores diferenciales destinados a la protección contra contactos indirectos de todos los circuitos, y selectivos respecto la protección diferencial colocada en el cuadro general de distribución o cuadro general de emergencia.



- Dispositivos de corte omnipolar destinados a la protección contra sobrecargas y cortocircuitos de los diferentes circuitos.
- Dispositivos de protección contra sobretensiones.

1.4.7.4 CARACTERÍSTICAS DE LOS CUADROS DE DISTRIBUCIÓN, DIMENSIONES Y ETIQUETADO

Las dimensiones del cuadro que se elija para la ubicación de toda la aparamenta necesaria para la protección, control y maniobra de los circuitos que partirán de él, así como del nivel de segregación que se pretenda aplicar, debe ser al menos un 30% superior a las dimensiones obtenidas en su cálculo, posibilitando de esta forma posibles ampliaciones en la instalación.

Las envolventes de los cuadros se ajustarán a las normas UNE 20.451 y UNE-EN 60.493-3, con un grado de protección mínimo IP30 según UNE 20.324 y de protección mecánica mínima IK07 según UNE 50.102.

La elección de los cuadros debe realizarse de modo que se permita la sustitución de cualquiera de sus componentes en el mínimo tiempo posible, evitando siempre la necesidad de desmontar otros no implicados en la sustitución.

Cada cuadro deberá incluir además un sinóptico con el esquema unifilar correspondiente.

1.4.7.5 CARACTERÍSTICAS GENERALES

De los cuadros generales saldrán las líneas que alimentan directamente aparatos receptores o bien las líneas generales de distribución que conectarán los cuadros secundarios de distribución, de los que partirán los distintos circuitos alimentadores.

Deberán preverse circuitos distintos para las partes de la instalación que es necesario controlar separadamente, tales como alumbrado, tomas de corriente, alimentación de la maquinaria, etc., de forma que no se vean afectados dichos circuitos por el fallo de otros, o incluso por su normal funcionamiento como consecuencia de las perturbaciones que se pueden introducir en la red por parte de algunos receptores.

Todos los circuitos deben quedar identificados en sus puntos extremos, así como en las cajas mediante etiquetas donde vendrá indicado, de manera clara, indeleble y permanente, su destino, cuadro de procedencia e interruptor que le protege.

1.4.7.6 CARACTERÍSTICAS PARTICULARES

Para la distribución de los circuitos interiores se deberá seguir la pauta marcada en los siguientes puntos:

- a) Se deben instalar uno o varios interruptores diferenciales, garantizando la protección con sensibilidad máxima de 30 mA en todos los circuitos que estén al acceso de personas (en aquellos otros en los que no sea posible el contacto indirecto, por ejemplo, tramos enterrados, tramos entre cuadros inaccesibles, etc., o en aquellos en los que la continuidad del suministro sea fundamental, podrá admitirse el empleo de diferenciales de sensibilidad 300 mA o superior).
- b) En los receptores especialmente problemáticos (ya sea por el tipo de corriente que generan, por su potencia, por la probabilidad de fallos de aislamiento, por la posibilidad de fugas...) se optará por utilizar un diferencial para cada receptor, con



el objeto de que la actuación del mismo no suponga la desconexión de otras partes de la instalación.

c) En las instalaciones para alumbrado de locales o dependencias donde se reúna público en general (por ejemplo, vestíbulos, pasillos, corredores, salas de espera y salas de juntas), el número de líneas secundarias y su disposición en relación con el total de lámparas a alimentar, deberá ser tal que el corte de corriente en una cualquiera de ellas no afecte a más de la tercera parte del total de lámparas instaladas en los locales o dependencias que se iluminan alimentadas por dichas líneas. Cada una de estas líneas estarán protegidas en su origen contra sobrecargas, cortocircuitos, y contra contactos indirectos.

d) Los circuitos para el alumbrado de seguridad, en el caso que alimenten aparatos autónomos, podrán estar conectados al circuito de alumbrado normal, debiendo existir un interruptor manual que permita la desconexión del alumbrado normal sin desconectar el alumbrado de emergencia.

Por último cabe señalar, que con objeto de mantener el mayor equilibrio posible en la carga de los conductores que formen parte de una instalación, se procurará que aquella quede repartida entre sus fases o conductores polares, alcanzando con ello el máximo equilibrio de cargas posible en la instalación.

1.4.8 SOLUCIÓN ADOPTADA

1.4.8.1 CONDUCTORES

Según las características de los elementos a alimentar, así como su ubicación etc. Se han de utilizar distintos tipos de conductores. El material del conductor será en todos casos de cobre.

Acometida

La canalización de la acometida se hará enterrada a una profundidad de 0,7 metros. El conductor utilizado para la distribución de la energía desde el centro de transformación, hasta el cuadro general de distribución será el siguiente:

- Marca: Pirelli; Modelo: Retenax Flex; Ref: RV-K; Tensión nominal 0,6/1KV.

Instalación interior

- Marca: Pirelli; Modelo: Afumex 1000V; Ref: RZ1-K; Tensión nominal 0,6/1KV.

Alumbrado emergencia

- Marca: Pirelli; Modelo: Afumex Firs 1000V; Ref: SZ1-K ó RZ1-K; Tensión nominal 0,6/1KV.

Alumbrado de exterior



- Marca: Pirelli; Modelo: Polirret Feriex; Ref: RZ; Tensión nominal 0,6/1KV.

Los conductores tendrán una sección suficiente para que las caídas de tensión, conforme al Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión y contada desde el origen de la instalación no excedan del 3 % para el alumbrado y del 5 % para la fuerza., siendo las intensidades admisibles por los conductores, en todos los casos, siempre superiores a las máximas previsibles para cada circuito de la instalación.

Las secciones adoptadas, se justifican en el documento CALCULOS del presente proyecto, tanto por lo que se refiere a intensidades máximas admisibles como a caídas de tensión.

1.4.8.2 CARACTERÍSTICAS DE LOS TIPOS DE CONDUCTORES ESCOGIDOS

Todas las características relativas a los conductores elegidos se pueden obtener a través de los catálogos o paginas web de los fabricantes de los mismos.

1.4.8.3 CANALIZACIONES

Líneas generales:

La canalización de las líneas generales de la nave se realizara a través de bandeja portacables de malla de acero galvanizado. Las líneas partirán desde el cuadro general de distribución en el interior de tubos metálicos hasta llegar a la altura de la bandeja, que estará a 6 metros del suelo, y a partir de aquí las líneas se llevarán a los diferentes cuadros auxiliares de nuestra nave a través de la bandeja. Cuando las líneas lleguen a la donde están situados los cuadros auxiliares, se bajaran mediante tubos metálicos. Esta bandeja rodeará a toda la nave por el interior de la misma, a una altura de 6 metros. Habrá otra bandeja que cruzara la nave por el medio de la nave, por donde se prevé que se llevaran las líneas que alimenten los aparatos de alumbrado.

Líneas secundarias:

La canalización de las líneas que alimentan la maquinaria, se realizara partiendo desde el cuadro secundario correspondiente, subiendo los conductores en el interior de tubos metálicos grapados contra la pared hasta la altura de la bandeja, y se llevaran colgados en el interior de los tubos, hasta llegar a la altura de cada maquina, que será cuando se vuelva a bajar los conductores.

La canalización de las líneas que alimentan los aparatos de alumbrado se realizaran, de igual manera, partiendo del cuadro correspondiente, subiendo los conductores a través de tubos metálicos grapados a la pared hasta la bandeja. Se llevaran a través de la bandeja que cruza la nave por el medio de la nave y de de aquí se volverán a distribuir bajo tubo colgados del techo.

La canalización de las dos plantas de la zona de las oficinas, se realizara a través de tubos de PVC que ira a través de falso techo.

El lugar exacto por donde se han de colocar todas las líneas que van sobre la bandeja, así como en el interior de tubos protectores, vienen representados en el documento PLANOS del presente proyecto.



1.4.8.4 CONDUCCIONES DE LAS LINEAS

Las líneas que parten de cada uno de los cuadros secundarios para alimentar los diferentes receptores son las siguientes:

Cuadro 1:

- Circuito 1: Alumbrado planta baja;
- Circuito 2: Tomas de corriente oficinas;
- Circuito 3: Tomas de corriente ;
- Circuito 4: Alumbrado exterior;

Cuadro 2:

- Circuito 1: Sierras 1, 2 , 3 y 4;
- Circuito 2: Esmeriladoras 1, 2, 3 y 4;
- Circuito 3: Tomas de corriente monofásicas y trifásicas;

Cuadro 3:

- Circuito 1: Taladros 1, 2, 3, y 4;
- Circuito 2: Pulidora, Retestadora; Mortajadora y Tronzadora;
- Circuito 3: Tomas de corriente monofásicas y trifásicas;

Cuadro 4:

- Circuito 1: Cizalla 1 y 2;
- Circuito 2: Tomas de corriente monofásicas y trifásicas;

Cuadro 5:

- Circuito 1: Fresadoras 1, 2, 3 y 4;
- Circuito 2: Compresor;
- Circuito 3: Tomas de corriente monofásicas y trifásicas;

Cuadro 6:

- Circuito 1: Torno 1;
- Circuito 2: Torno 2;
- Circuito 3: Rectificadora;

Cuadro 7:

- Circuito 1: Torno 3;
- Circuito 2: Torno 4;
- Circuito 3: Rectificadora;



Cuadro 8:

- Circuito 1: Alumbrado taller zona 1;
- Circuito 2: Alumbrado taller zona 2;
- Circuito 3: Alumbrado taller zona 3;
- Circuito 4: Alumbrado taller zona4;
- Circuito 5: Alumbrado taller zona 5;

1.5 TIPOS DE RECEPTORES

1.5.1 INTRODUCCIÓN

Los aparatos receptores satisfarán los requisitos concernientes a una correcta instalación, utilización y seguridad. Durante su funcionamiento no deberán producir perturbaciones en las redes de distribución pública ni en las comunicaciones.

Los receptores se instalarán de acuerdo con su destino (clase de local, emplazamiento, utilización, etc.), con los esfuerzos mecánicos previsibles y en las condiciones de ventilación necesarias para que ninguna temperatura peligrosa, tanto para la propia instalación como para objetos próximos, pueda producirse en funcionamiento.

Los receptores podrán conectarse a las canalizaciones directamente o por intermedio de un conductor movable. Cuando esta conexión se efectúe directamente a una canalización fija, los receptores se situarán de manera que se pueda verificar su funcionamiento y controlar esa conexión.

1.5.2 MOTORES

Según indica el Reglamento Electrotécnico par Baja Tensión, en su Instrucción 047, las secciones mínimas que deben tener los conductores de conexión de los motores, con objeto de que no se produzca en ellos un calentamiento excesivo serán las siguientes:

Un solo motor:

Los conductores de conexión que alimentan a un solo motor deberán estar dimensionados para una intensidad no inferior al 125 % de la intensidad a plena carga del motor en cuestión.

Varios motores:

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



1.5.3 RECEPTORES PARA ALUMBRADO

Según la ITC-BT 44 del Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión, las lámparas de descarga deberán cumplir las siguientes condiciones:

- Los circuitos de alimentación de lámparas o tubos de descarga estarán provistos para transportar la carga debida a los propios receptores y a sus elementos asociados. La carga mínima prevista en voltiamperios será de 1.8 veces la potencia en vatios de los receptores. El conductor neutro tendrá la misma sección que los de fase.
- Será obligatoria la compensación del factor de potencia hasta un valor mínimo de 0.90

1.5.4 TOMAS DE CORRIENTE

1.5.4.1 INTRODUCCIÓN

Se han colocado tomas de corriente trifásicas y monofásicas en todos los cuadros auxiliares existentes en el taller de la nave industrial, excepto el cuadro auxiliar número 6. También se han colocado tomas de corriente monofásicas, en todas las estancias de las dos plantas de la zona de oficinas, excepto en las duchas del vestuario de hombres, la entrada, el pasillo 3 y las escaleras, de la forma más conveniente para su eventual utilización. La tomas de corriente utilizadas en el presente proyecto son de la marca Legrand.

1.5.4.2 TIPOS DE TOMAS DE CORRIENTE

Las tomas de corriente que se van a colocar en este proyecto serán tanto monofásicas como trifásicas, definiéndolas de la siguiente manera:

- Tomas de corriente monofásicas de 16 A a 230 V. (2p + T).
- Tomas de corriente monofásicas de 25 A a 230 V. (2p + T).
- Tomas de corriente trifásicas de 16 A a 400 V. (4p + T).

1.5.4.3 SITUACIÓN DE LAS TOMAS DE CORRIENTE

Las tomas irán fijadas a las paredes por sus medios convencionales y a una altura de 20 cm. en la zona de las oficinas, mientras que en el caso del taller las tomas de corriente irán a una altura de 1,6 metros, agrupadas en una caja especial para su fijación.

Tomas de corriente monofásicas:

- 2 tomas de corriente en el vestuario de mujeres.
- 2 tomas de corriente en el vestuario de hombres.
- 2 tomas de corriente en almacén.
- 3 tomas de corriente en la oficina 1.



- 7 tomas de corriente en la oficina 2.
- 1 toma de corriente en el aseo de la oficina 3.
- 3 tomas de corriente en la oficina 4.
- 1 toma de corriente en el aseo de hombres.
- 1 tomas de corriente en el ase de mujeres.
- 1 tomas de corriente en el pasillo 1.
- 2 tomas de corriente en el pasillo 2.
- 4 tomas de corriente la sala de reuniones.
- 4 tomas de corriente la sala de descanso.
- 3 tomas de corriente en el archivo.
- 6 tomas de corriente en administración y recepción.
- 20 tomas de corriente situadas en los 5 cuadros auxiliares del taller.

Tomas de corriente trifásicas:

- 5 tomas de corriente situadas en los 5 cuadros auxiliares del taller.

1.5.5 INTERRUPTORES

Los interruptores escogidos en el presente proyecto y los cuales se utilizan para el encendido y apagado del alumbrado de la zona de las oficinas, son de la marca Legrand.

1.6 PROTECCIONES EN BAJA TENSIÓN

1.6.1 INTRODUCCIÓN

Toda instalación eléctrica tiene que estar dotada de una serie de protecciones que la hagan segura, tanto desde el punto de vista de los conductores y los aparatos a ellos conectados, como de las personas que han de trabajar con ella.

Existen muchos tipos de protecciones, que pueden hacer a una instalación eléctrica completamente segura ante cualquier contingencia, pero hay tres que deben usarse en todo tipo de instalación: de alumbrado, domesticas, de fuerza, redes de distribución, circuitos auxiliares, etc., ya sea de baja o alta tensión.

En las instalaciones de baja tensión, y de acuerdo con las instrucciones del Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión en las Instrucciones ITC-BT 22, ITC-BT 23 e ITC-BT 24, debemos considerar las siguientes protecciones:

- Protección de la instalación:
 - Contra sobrecargas.
 - Contra cortocircuitos.

- Protección de las personas:



- Contra contactos directos.
- Contra contactos indirectos.

Los dispositivos utilizados en el presente proyecto son una combinación entre interruptores diferenciales e interruptores magnetotérmicos.

Un interruptor diferencial es un dispositivo electromecánico que se coloca en las instalaciones eléctricas con el fin de proteger a las personas de las derivaciones causadas por faltas de aislamiento entre los conductores y tierra o masa de los aparatos.

Se dice que un cuerpo es conductor eléctrico cuando puesto en contacto con un cuerpo cargado de electricidad transmite ésta a todos los puntos de su superficie. Generalmente suelen ser hilos de cobre.

En esencia, el interruptor diferencial consta de dos bobinas, colocadas en serie con los conductores de alimentación de corriente y que producen campos magnéticos opuestos y un núcleo o armadura que mediante un dispositivo mecánico adecuado puede accionar unos contactos.

Los interruptores diferenciales, son aparatos que provocan la apertura automática de la instalación cuando la suma vectorial de las intensidades que atraviesan los polos del aparato alcanza un valor predeterminado.

El interruptor magnetotérmico, es el elemento responsable del corte de la corriente con el fin de protegernos. Es un dispositivo electromecánico que se coloca en las instalaciones eléctricas con el fin de protegerlas frente a las intensidades excesivas, producidas como consecuencia de cortocircuitos o por el excesivo número elementos de consumo conectados a ellas.

Para su funcionamiento, los interruptores magnetotérmicos aprovechan dos de los efectos producidos por la circulación de corriente eléctrica por un circuito, el magnético y el térmico.

El dispositivo consta, por tanto, de dos partes, un electroimán y una lámina bimetalica, conectadas en serie y por las que circula la corriente que va hacia la carga.

1.6.2 PROTECCIÓN DE LA INSTALACIÓN

Los dispositivos de protección tienen por finalidad registrar de forma selectiva las averías y separar las partes de la instalación defectuosa, así como para limitar las sobreintensidades y los defectos de los arcos.

Cuando se disponen varios interruptores en serie, generalmente se requiere que estos sean selectivos. La selectividad es la coordinación de dispositivos de corte automático para que un defecto, producido en un punto cualquiera de la red, sea eliminado por el interruptor colocado inmediatamente aguas arriba del defecto, y solo por él.

La selectividad de las protecciones es un elemento esencial que debe ser tomado en cuenta desde el momento de la concepción de una instalación en baja tensión, con el fin de garantizar a los usuarios la mejor disponibilidad de la energía.



La selectividad es importante en todas las instalaciones para el confort de los usuarios, pero fundamentalmente solo se encuentra en las instalaciones que alimentan los procesos industriales de fabricación.

Una instalación no selectiva está expuesta a riesgos de diversa gravedad:

- Imperativos de producción no respetados.
- Obligación de volver a realizar los procesos de arranque para cada una de las máquinas herramientas, como consecuencia de una pérdida de alimentación general.
- Paros de motores de seguridad tales como bombas de lubricación, extractores de humos, etc.
- Roturas de fabricación con:
 - pérdida de producción o de producto terminado.
 - riesgo de avería en los útiles de producción dentro de procesos continuos.

Se entiende por tiempo de escalonamiento, el intervalo de tiempo necesario para que dispare con seguridad sólo el elemento de protección anterior al punto de defecto. Las características de disparo de los diversos elementos de protección no deben entrecruzarse.

PROTECCIÓN CONTRA SOBRECARGAS

Se denomina sobrecarga, al paso de una intensidad superior a la nominal de la instalación. Esta intensidad superior a la nominal, no producirá daños en la instalación si su duración es breve.

Se comprende que producirá grandes daños si su duración es larga, pues los aparatos receptores y conductores no están preparados para soportar este incremento de temperatura a la que se verán sometidos como consecuencia del incremento de la intensidad.

La consecuencia más directa de la sobrecarga, es una elevación de la temperatura, que por otra parte es la causa directa de los desperfectos que pueda ocasionar la sobrecarga en la instalación.

Los dispositivos de protección, deben estar previstos para interrumpir toda corriente de sobrecarga en los conductores del circuito antes de que ésta pueda provocar calentamiento que afecte el aislamiento, las conexiones, los terminales, o el medio ambiente.

Las protecciones que se utilizan contra las sobrecargas, se tratan esencialmente de una protección térmica, o sea, basada en la medición directa o indirecta de la temperatura del objeto que se ha de proteger, permitiendo además la utilización racional de la capacidad de sobrecarga de este mismo objeto.

Debe instalarse un dispositivo que asegure la protección contra las sobrecargas en los lugares en que un cambio trae consigo una reducción del valor de la corriente admisible de los conductores, por ejemplo, un cambio de sección, de naturaleza, de modo de instalación etc.

Según la ITC-BT 22 del Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión, lo dispositivos de protección contra sobrecargas serán fusibles calibrados de características de funcionamiento adecuadas o interruptores automáticos de corte omnipolar con curva térmica de corte

PROTECCIÓN CONTRA CORTOCIRCUITOS



Se produce un cortocircuito en un sistema de potencia, cuando entran en contacto, entre sí o con tierra, conductores correspondientes a distintas fases. Normalmente las corrientes de cortocircuito son muy elevadas, entre 5 y 20 veces al valor máximo de la corriente de carga en el punto de falta.

La corriente de cortocircuito es la corriente que fluye por el punto en que se ha producido el cortocircuito y mientras tenga duración este. La corriente de cortocircuito transcurre, generalmente, en un principio de forma asimétrica con respecto a la línea cero y contiene una componente alterna y otra continua. La componente de corriente alterna se amortigua hasta alcanzar el valor de la intensidad permanente de cortocircuito. La componente de corriente continua se atenúa hasta anularse completamente.

Las principales características de los cortocircuitos son:

- Su duración: auto extinguido, transitorio, permanente.
- Su origen: originados por factores mecánicos (rotura de conductores, conexión eléctrica accidental entre dos conductores producida por un objeto conductor extraño, como herramientas o animales), debidos a sobretensiones eléctricas de origen interno o atmosférico, causados por la degradación del aislamiento provocada por el calor, la humedad o un ambiente corrosivo.
- Su localización: dentro o fuera de una máquina o un tablero eléctrico.

Desde otro punto de vista, los cortocircuitos pueden ser: monofásicos: 80% de los casos, bifásicos: 15% de los casos. Los de este tipo, suelen degenerar en trifásicos, trifásicos: de origen, sólo el 5% de los casos.

El Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión, admite como dispositivo de protección contra cortocircuitos los fusibles de características de funcionamiento adecuadas o los interruptores automáticos con sistema de corte omnipolar.

En el origen de todo circuito se establecerá un dispositivo de protección contra cortocircuitos cuya capacidad de corte estará de acuerdo con la intensidad de cortocircuito que pueda presentarse en el punto de su instalación.

Se admite, no obstante que, cuando se trate de circuitos derivados de uno principal, cada uno de estos circuitos derivados disponga de protección contra sobrecarga, mientras que un solo dispositivo general, pueda asegurar la protección contra cortocircuitos para todos los circuitos derivados.

Los dispositivos de protección deben ser previstos para interrumpir toda la corriente del cortocircuito en los conductores, antes que ésta pueda causar daños como consecuencia de los efectos térmicos y mecánicos producidos en los conductores y en las conexiones.

Todo dispositivo que asegure la protección contra cortocircuito debe responder a las dos siguientes condiciones:

- 1) Su poder de ruptura debe ser por lo menos, igual a la corriente de cortocircuito presunta en el punto en que se encuentra instalado. Puede admitirse un dispositivo de poder de ruptura inferior al previsto, a condición de que por el lado de la alimentación se instale un otro dispositivo con poder de ruptura necesario.
- 2) El tiempo de ruptura de toda corriente resultante de un cortocircuito producido en un punto cualquiera del circuito, no debe ser superior al tiempo que se requiera para llevar la temperatura de los conductores al límite admisible.

Consecuencias de los cortocircuitos



Depende de la naturaleza y duración de los defectos, del punto de la instalación afectado y de la magnitud de la intensidad.

Según el lugar del defecto, la presencia de un arco puede:

- Degradar los aislantes.
- Fundir los conductores.
- Provocar un incendio o representar un peligro para las personas.

Según el circuito afectado, pueden presentarse:

- Sobreesfuerzos electrodinámicos con deformación de los juegos de barras y arrancado o desprendimiento de los cables.

Puede haber un sobrecalentamiento debido al aumento de pérdidas por efecto Joule, con riesgo de deterioro de los aislantes.

Para los otros circuitos eléctricos de la red afectada o redes próximas:

- Bajadas de tensión durante el tiempo de la eliminación del defecto, de algunos milisegundos a varias centenas de milisegundos.
- Desconexión de una parte más o menos importante de la instalación, según el esquema y la selectividad de sus protecciones.
- Inestabilidad dinámica y pérdida de sincronismo de las máquinas.
- Perturbaciones en los circuitos de mando y control.

1.6.3 CÁLCULO DE LAS CORRIENTES DE CORTOCIRCUITO

Para el diseño de una instalación y elegir adecuadamente los dispositivos de protección debemos conocer las corrientes de cortocircuito máximas y mínimas en los distintos niveles.

CORRIENTE DE CORTOCIRCUITO MÁXIMA

Estas corrientes corresponden a un cortocircuito en los bornes de salida del dispositivo de protección, considerando la configuración de la red y al tipo de cortocircuito de mayor aporte. En general, en las instalaciones de baja tensión el tipo de cortocircuito de mayor aporte es el trifásico.

Estas corrientes se utilizan para determinar:

- El poder de corte y de cierre de los interruptores.
- Los esfuerzos térmicos y electrodinámicos en los componentes.

Esta corriente se calcula mediante la siguiente expresión:

$$I_{cc_{max}} = C \times U_s / (\sqrt{3} Z_d)$$

Donde:

I_{cc} = corriente de cortocircuito eficaz en A.



C = Variación de tensión. Su valor para instalaciones de baja tensión, a 230/400 V es de 1.

U_s = tensión entre fases en vacío del secundario del transformador.

Z_d = impedancia total por fase de la red aguas arriba del defecto en Ω .

Una vez que se ha calculado la corriente de cortocircuito máximo, se obtiene el poder de corte, que deberá cumplir la siguiente condición:

$$pdc \geq I_{cc_{max}}$$

Siendo pdc el poder de corte de los interruptores magnetotérmicos.

CORRIENTE DE CORTOCIRCUITO MÍNIMA

Estas corrientes corresponden a un cortocircuito en el extremo del circuito protegido, considerando la configuración de la red y al tipo de cortocircuito de menor aporte. En las instalaciones de baja tensión los tipos de cortocircuito de menor aporte son el fase-neutro (circuitos con neutro) o entre dos fases (circuitos sin neutro).

Estas corrientes se utilizan para determinar:

- El ajuste de los dispositivos de protección para la protección de los conductores frente a cortocircuito.
- Tipo de curva del interruptor magnetotérmico.

Esta corriente se calcula mediante la siguiente expresión:

$$I_{ccmin} = C \times U_s \times \sqrt{3} / (2 Z_{dnueva} + Z_o)$$

Donde:

I_{cc} = corriente de cortocircuito eficaz en A.

C = Variación de tensión. Su valor para instalaciones de baja tensión, a 230/400 V es de 0,95.

U_s = tensión entre fases en vacío del secundario del transformador.

Z_{dnueva} = impedancia directa en Ω , teniendo en cuenta la temperatura de cortocircuito que es de 250°C.

Z_o = impedancia homopolar en Ω .

Una vez calculada la corriente de cortocircuito mínima, antes de elegir el tipo de curva del interruptor magnetotérmico es necesario calcular su calibre (intensidad nominal). Se acota del siguiente modo:

$$I_{cálculo} \leq I_{nominal} \leq I_{admisible}$$

Donde:

-I cálculo: Es la intensidad prevista partiendo de la previsión de cargas que va a ser alimentada por la línea en la que está la protección, su tensión y el factor de potencia. Por tanto se puede determinar de la siguiente manera:



$$I_{cal} = \frac{P}{\sqrt{3} \cdot V \cdot \cos \varphi}$$

-I admisible: Es la máxima intensidad que puede circular por el cable sin que sufra daños irreversibles. Se obtiene de la tabla 1 de la ITC-BT 19 del Reglamento de Baja Tensión.

Dentro el intervalo que nos ofrecen estos dos valores se escoge el que más convenga dentro de los valores normalizados.

Finalmente ya se puede conocer el tipo de curva del interruptor magnetotérmico haciendo el siguiente cociente:

$$\frac{I_{cc \min}}{\text{Calibre}}$$

Si dicho cociente da:

- Menor que 10 → La curva es de tipo B
- Entre 10 y 20 → La curva es de tipo C
- Mayor que 20 → La curva es de tipo D

CÁLCULO DE LAS IMPEDANCIAS

Cálculo de Z_d (impedancia directa):

Cada constituyente de una red de baja tensión se caracteriza por una impedancia Z compuesta de:

- un elemento resistivo puro R .
- un elemento inductivo puro X , llamado reactancia.

El método consiste en descomponer la red en trozos y en calcular para cada uno de ellos los valores de R y X ; después se suman aritméticamente por separado.

$$Z_d = Z_a + Z_T + Z_L + Z_{aut}$$

Cálculo de Z_a

Esta impedancia representa la línea de MT/AT que llega al transformador.

La potencia de cortocircuito de la red es un dato de la compañía distribuidora de energía (500MVA).

Despreciando la resistencia frente a la reactancia se puede calcular la impedancia de la red aguas arriba llevada al secundario del transformador:

$$Z_a = X = U_s^2 / S_{cc}$$

Donde:



U_s = tensión en vacío del secundario del transformador en voltios.

S_{cc} = potencia de cortocircuito en VA.

Z_a = impedancia aguas arriba del defecto en $j\Omega$. Es totalmente inductiva.

Cálculo de Z_T

Esta impedancia representa al transformador de distribución.

Para el cálculo aproximado, se puede igualmente despreciar la resistencia debida a las pérdidas en el cobre según la relación:

$$Z = X = U_s^2 \times U_{cc} / S$$

Donde:

U_s = tensión en vacío entre fases en voltios.

U_{cc} = tensión de cortocircuito en %.

S = potencia aparente en VA del transformador.

Z = impedancia o reactancia al secundario en $j\Omega$.

La resistencia del transformador se puede considerar despreciable.

La resistencia y reactancia de todo el aparellaje de alta tensión también lo podemos considerar despreciable.

Cálculo de Z_L

Esta impedancia representa a los conductores.

La resistencia de los conductores se calculará según la fórmula:

$$R = \rho \times L / S$$

Donde:

R = resistencia del conductor en Ω .

ρ = resistividad del material. La resistividad ρ de un conductor de cobre

a 20° es de $0,01724 \quad \Omega \cdot \frac{mm^2}{m}$

L = longitud del conductor.

S = sección por fase del conductor.

Para secciones iguales o inferiores a $150mm^2$ se desprecia la reactancia de la línea.

Cálculo de Z_{aut}

Esta impedancia representa los automatismos (protecciones, relés, bobinas...) de aguas arriba. El valor de la impedancia de cada automatismo es de $0,15 j\Omega$.



$$Z_{\text{aut}} = X_{\text{aut}} = n^{\circ} \text{ de automatismos} \times 0,15 \text{ jm}\Omega$$

En el N° de automatismos se incluye el que se está calculando, así como otros de otra índole, como diferenciales, etc.

Cálculo de Z_{dnueva}

Con el objetivo de determinar la curva del interruptor magnetotérmico, se procede a calcular la nueva impedancia directa. . Para ello se debe tener en cuenta la Z_d de la línea más desfavorable, es decir, también hay que tener en cuenta las impedancias aguas abajo. Otra novedad es que para calcular la nueva Z_L , hay que calcularlo a temperatura de cortocircuito (250°). Para ello se hace la siguiente transposición:

$$Zl_{250^{\circ}} = Zl_{20^{\circ}} \cdot (1 + \alpha\Delta T)$$

Donde:

$$\alpha = 4.10^{-3}$$

$$\Delta T = 250^{\circ} - 20^{\circ} = 230^{\circ}$$

Por tanto:

$$Zd_{\text{nueva}} = Za + Zt + Z_{L250^{\circ}} + Z_{\text{aut}}$$

Cálculo de Z_o (impedancia homopolar):

En este caso también se calcula la impedancia al final de la línea.

$$Z_o = Z_{a0} + Z_{T0} + Z_{L0} + Z_{\text{auto}}$$

Donde:

$$Z_{a0} = 0$$

$$Z_{T0} = Z_T$$

$$Z_{L0} = 3 \times Z_{L250^{\circ}}$$

$$Z_{\text{auto}} = 3 \times Z_{\text{aut}}$$

1.6.4 PROTECCIÓN DE LAS PERSONAS

Siempre que existan entre dos puntos una diferencia de potencial y un elemento conductor los una entre sí, se establecerá una corriente eléctrica entre ellos. La circulación de la corriente por las personas, se puede producir de dos formas posibles:



Cuando las personas se pongan en contacto directo con una parte eléctrica que normalmente estará en tensión (Contacto Directo) debido a que un conductor descubierto se ha hecho accesible por ruptura, defecto en el aislamiento, etc.

Cuando la persona se pone en contacto con una parte metálica que accidentalmente se encuentra bajo tensión (Contacto Indirecto), como puede ser la carcasa conductora de un motor o máquina, etc., que puedan quedar bajo tensión por un defecto en el aislamiento, por confusión en la conexión del conductor de protección con el de fase activa.

Se han realizado diversos estudios para determinar con exactitud, los valores peligrosos de intensidad y tiempo, trazándose de esta forma curvas límites de tiempo-corriente para diferentes grados de peligrosidad. En general, valores inferiores a 30 mA se ha comprobado que no son peligrosos para el hombre, así como tiempos inferiores a 30 mS. Como es lógico, los valores de esta intensidad dependerán de los de la tensión existente y de la resistencia eléctrica del cuerpo humano. Las distintas precauciones que se emplean tenderán a limitar la tensión de contacto.

El Reglamento Electrotécnico para Baja Tensión fija estos valores en:

Locales o emplazamientos húmedos	24 V.
En los demás casos	50V.

El grado de peligrosidad de la corriente eléctrica para la persona que pueda establecer contacto directo o indirecto, dependerá de factores fisiológicos, e incluso de su estado concreto en el momento del contacto; sin embargo, al margen de ello, a nivel general, se puede decir que depende del valor de la corriente que pasa por él y de la duración de la misma.

PROTECCION CONTRA CONTACTOS DIRECTOS

Para asegurar una protección eficaz ante los contactos directos que se puedan producir es conveniente tomar las siguientes medidas:

- Alejamiento de las partes activas de la instalación, de este modo se hace imposible un contacto fortuito con las manos.
- Interposición de obstáculos (ej. armarios eléctricos aislantes o barreras de protección), con ello se impide cualquier contacto accidental con las partes activas de la instalación. Si los obstáculos son metálicos, se deben tomar también las medidas de protección previstas contra contactos indirectos.
- Recubrimiento con material aislante (ej. aislamiento de cables, portalámparas...). No se consideran materiales aislantes apropiados la pintura, los barnices, las lacas o productos similares.

En esta instalación se adoptará principalmente el indicado en el apartado c, es decir, todos los conductores activos estarán recubiertos por aislamientos apropiados.

PROTECCION CONTRA CONTACTOS INDIRECTOS



Los sistemas de protección contra estos contactos están fundamentados en estos tres principios:

- Impedir la aparición de defectos mediante aislamientos complementarios.
- Hacer que el contacto eléctrico no sea peligroso mediante el uso de tensiones no peligrosas.
- Limitar la duración del contacto a la corriente mediante dispositivos de corte.

Las medidas de protección contra contactos indirectos, pueden ser de las siguientes clases:

- Clase A: Esta medida consiste en tomar disposiciones destinadas a suprimir el riesgo mismo, haciendo que los contactos no sean peligrosos, o bien, impidiendo los contactos simultáneos entre las masas y los elementos conductores, entre los cuales puede aparecer una diferencia de potencial peligrosa.

- Clase B: Esta medida consiste en la puesta a tierra directa o la puesta a neutro de las masas, asociándola a un dispositivo de corte automático que origine la desconexión de la instalación defectuosa.

Se adoptara una protección contra contactos indirectos de la clase B, conductores de protección puestos a tierra, asociados con interruptores diferenciales.

Las tomas de tierra tienen como objetivo evitar que cualquier equipo descargue su potencial eléctrico a tierra, a través de nuestro cuerpo. En condiciones normales, cualquier equipo puede tener en sus partes metálicas una carga eléctrica bien por electricidad estática o bien por una derivación, para evitar precisamente una descarga eléctrica cuando se toca dicho equipo se exige que éste tenga sus partes metálicas con toma de tierra.

El valor mínimo de la corriente de defecto, a partir de la cual el interruptor diferencial debe abrir automáticamente, en un tiempo conveniente, la instalación a proteger, determina la sensibilidad de funcionamiento del aparato.

La elección de la sensibilidad del interruptor diferencial que debe utilizarse en cada caso, viene determinada por la resistencia de tierra de las masas, medida en cada punto de conexión de las mismas. Debe cumplir la relación:

En locales secos: $R \leq (50 / I_s)$

En locales húmedos o mojados $R \leq (24 / I_s)$

Siendo I_s la sensibilidad en mA.

1.6.5 SOLUCIÓN ADOPTADA

En el cuadro general de distribución se han de colocar un interruptor magnetotérmico y un interruptor diferencial en la cabecera, para la protección de las diez líneas correspondientes a los diez cuadros auxiliares. Además se han de colocar diez interruptores magnetotérmicos, al principio de cada una de las diez líneas, para la protección de estas.



En los cuadros auxiliares se ha de colocar un interruptor magnetotérmico y otro diferencial para la protección de las maquinas que alimentan. Para la protección de las tomas de corriente, se ha de colocar un interruptor diferencial para proteger tanto a las tomas de corriente trifásicas, como a las monofásicas. A su vez las tres tomas de corriente monofásicas de 16 A, irán protegidas por un interruptor magnetotérmico. Mientras que la toma de corriente monofásica de 25 A y las tomas de corriente trifásicas de 16 A, irán protegidos cada una con un interruptor magnetotérmico. En el caso de los aparatos de alumbrado irán protegidos con un interruptor magnetotérmico cada una de las distintas agrupaciones de aparatos existentes.

La distribución de las distintas protecciones esta mejor representado en el plano del esquema unifilar de la instalación.

Los elementos de protección utilizados son de la marca Schneider Electric. A su elección tendremos en cuenta, aparte del calibre y del poder de corte, la selectividad y las curvas de limitación de los mismos que aparecen en los catálogos comerciales.

La protección diferencial debe ser selectiva para lo cual se debe dotar a los diferenciales situados en cabecera de línea del retraso correspondiente en función de los diferenciales colocados en dichas líneas aguas abajo. Partiendo de un retardo de 0 ms en los diferenciales situados más abajo en las líneas, dotaremos a los situados aguas arriba por encima de estos de un retraso de 30-60 ms. Se incrementará el retraso en esta misma cantidad para los diferenciales situados por encima de los anteriores y así progresivamente hasta los diferenciales de cabecera de la línea.

El diferencial de cabecera tendrá una sensibilidad de 1 A, los que protegen a las líneas que alimentan cada maquina, tendrán una sensibilidad de 300 mA, mientras que los demás, tendrán una sensibilidad de 30 mA.

Las características de las protecciones utilizadas son las siguientes:

CUADRO DE DISTRIBUCIÓN GENERAL (C.D.G.):

Entrada:

Sección del cable: 3 (4x185+TTx95)mm² Cu.

- Interruptor general automatico de la marca Schneider Electric:

Características principales:

- Calibre: 1000A.
- Poder de corte: 50kA.
- N° de polos: III + N.
- Curva: B.

- Rele y transformador :

Características principales:

- Calibre: 1000A.
- Sensibilidad: 1000mA.
- N° de polos: 4P.

Salidas:

Línea Cuadro auxiliar 1:



Sección del cable: 4 x 10 + TT 10 mm².

- Interruptor automático magnetotérmico de la marca Schneider Electric:
Características principales:
 - Calibre: 50A.
 - Poder de corte: 15kA.
 - N° de polos: III + N.
 - Curva: C.

- Interruptor automático diferencial de la marca Schneider Electric:
Características principales:
 - Calibre: 63A.
 - Sensibilidad: 600mA.
 - N° de polos: 4P.

Línea Cuadro auxiliar 2:

Sección del cable: 4 x 16 + TTx16mm² Cu.

- Interruptor general automatico de la marca Schneider Electric:
Características principales:
 - Calibre: 100A.
 - Poder de corte: 15kA.
 - N° de polos: III + N.
 - Curva: C.

- Rele y transformador :
Características principales:
 - Calibre: 100A.
 - Sensibilidad: 600mA.
 - N° de polos: 4P.

Línea Cuadro auxiliar 3:

Sección del cable: 4 x 10 + TT 10 mm².

- Interruptor automático magnetotérmico de la marca Schneider Electric:
Características principales:
 - Calibre: 50A.
 - Poder de corte: 15kA.
 - N° de polos: III + N.
 - Curva: C.

- Interruptor automático diferencial de la marca Schneider Electric:
Características principales:
 - Calibre: 63A.
 - Sensibilidad: 600mA.



- Nº de polos: 4P.

Línea Cuadro auxiliar 4:

Sección del cable: 4 x 16 + TTx16mm² Cu.

- Interruptor general automatico de la marca Schneider Electric:
Características principales:
 - Calibre: 100A.
 - Poder de corte: 15kA.
 - Nº de polos: III + N.
 - Curva: C.

- Rele y transformador :
Características principales:
 - Calibre: 100A.
 - Sensibilidad: 600mA.
 - Nº de polos: 4P.

Línea Cuadro auxiliar 5:

Sección del cable: 4 x 16 + TTx16mm² Cu.

- Interruptor general automatico de la marca Schneider Electric:
Características principales:
 - Calibre: 100A.
 - Poder de corte: 15kA.
 - Nº de polos: III + N.
 - Curva: C.

- Rele y transformador :
Características principales:
 - Calibre: 100A.
 - Sensibilidad: 600mA.
 - Nº de polos: 4P.

Línea Cuadro auxiliar 6:

Sección del cable: 4 x 16 + TTx16mm² Cu.

- Interruptor general automatico de la marca Schneider Electric:
Características principales:
 - Calibre: 100A.
 - Poder de corte: 15kA.
 - Nº de polos: III + N.
 - Curva: C.



- Rele y transformador :
 - Características principales:
 - Calibre: 100A.
 - Sensibilidad: 600mA.
 - N° de polos: 4P.

Línea Cuadro auxiliar 7:

Sección del cable: $4 \times 10 + TT \times 10 \text{mm}^2 \text{ Cu}$.

- Interruptor general automatico de la marca Schneider Electric:
 - Características principales:
 - Calibre: 100A.
 - Poder de corte: 15kA.
 - N° de polos: III + N.
 - Curva: B.

- Rele y transformador :
 - Características principales:
 - Calibre: 100A.
 - Sensibilidad: 600mA.
 - N° de polos: 4P.

Línea Cuadro auxiliar 8:

Sección del cable: $4 \times 35 + TT \times 16 \text{mm}^2 \text{ Cu}$.

- Interruptor general automatico de la marca Schneider Electric:
 - Características principales:
 - Calibre: 100A.
 - Poder de corte: 15kA.
 - N° de polos: III + N.
 - Curva: C.

- Rele y transformador :
 - Características principales:
 - Calibre: 100A.
 - Sensibilidad: 600mA.
 - N° de polos: 4P.

Línea Cuadro auxiliar 9:

Sección del cable: $4 \times 50 + TT \times 25 \text{mm}^2 \text{ Cu}$.

- Interruptor general automatico de la marca Schneider Electric:
 - Características principales:
 - Calibre: 250A.
 - Poder de corte: 15kA.
 - N° de polos: III + N.



- Curva: B.

- Rele y transformador :
Características principales:
 - Calibre: 250A.
 - Sensibilidad: 600mA.
 - Nº de polos: 4P.

Línea Cuadro auxiliar 10:

Sección del cable: $3(3 \times 185 + TT \times 95) \text{ mm}^2 \text{ Cu.}$

- Interruptor general automatico de la marca Schneider Electric:
Características principales:
 - Calibre: 1000A.
 - Poder de corte: 15kA.
 - Nº de polos: III .
 - Curva: B.
- Rele y transformador :
Características principales:
 - Calibre: 1000A.
 - Sensibilidad: 60mA.
 - Nº de polos: 3P.

CUADRO AUXILIAR 1:

Entrada:

Sección del cable: $4 \times 10 + TT \times 10 \text{ mm}^2 \text{ Cu.}$

- Interruptor automático magnetotérmico de la marca Schneider Electric:
Características principales:
 - Calibre: 50A.
 - Poder de corte: 6kA.
 - Nº de polos: III + N.
 - Curva: B.

Salidas:

Circuito 1:

Sección del cable:

- Alumbrado R: : $2 \times 4 + TT \times 4 \text{ mm}^2 \text{ Cu.}$
- Alumbrado S: : $2 \times 4 + TT \times 4 \text{ mm}^2 \text{ Cu.}$
- Alumbrado T: : $2 \times 4 + TT \times 4 \text{ mm}^2 \text{ Cu.}$
- Interruptor automático magnetotérmico de la marca Schneider Electric:
Características principales:
 - Calibre: 25A.
 - Poder de corte: 6kA.



- Nº de polos: III + N.
- Curva: B.

- Interruptor automático diferencial de la marca Schneider Electric:

Características principales:

- Calibre: 25A.
- Sensibilidad: 300mA.
- Nº de polos: 4P.

Circuito 2:

Sección del cable:

- Oficinas R : : 2 x 2.5 + TT x 2.5mm² Cu.
- Oficinas S : : 2 x 2.5 + TT x 2.5mm² Cu.
- Oficinas T : : 2 x 2.5 + TT x 2.5mm² Cu.

- Interruptor automático magnetotérmico de la marca Schneider Electric:

Características principales:

- Calibre: 10A.
- Poder de corte: 6kA.
- Nº de polos: III + N.
- Curva: B.

- Interruptor automático diferencial de la marca Schneider Electric:

Características principales:

- Calibre: 25A.
- Sensibilidad: 30mA.
- Nº de polos: 4P.

Circuito 3:

Sección del cable:

- Enchufes R : 2 x 2.5 + TT x 2.5mm² Cu.
- Enchufes S : 2 x 2.5 + TT x 2.5mm² Cu.
- Enchufes T : 2 x 2.5 + TT x 2.5mm² Cu.

- Interruptor automático magnetotérmico de la marca Schneider Electric:

Características principales:

- Calibre: 20A.
- Poder de corte: 6kA.
- Nº de polos: III + N.
- Curva: B.

- Interruptor automático diferencial de la marca Schneider Electric:

Características principales:

- Calibre: 25A.
- Sensibilidad: 30mA.
- Nº de polos: 4P.

**Circuito 4:****Sección del cable:**

- Al. Exterior R : 2 x 2.5 + TT x 2.5mm² Cu.
- Al. Exterior S : 2 x 4 + TT x 4mm² Cu.
- Al. Exterior T : 2 x 6 + TT x 6mm² Cu.

- Interruptor automático magnetotérmico de la marca Schneider Electric:

Características principales:

- Calibre: 16A.
- Poder de corte: 6kA.
- N° de polos: III + N.
- Curva: B.

- Interruptor automático diferencial de la marca Schneider Electric:

Características principales:

- Calibre: 25A.
- Sensibilidad: 300mA.
- N° de polos: 4P.

CUADRO AUXILIAR 2:**Entrada:**

Sección del cable: 4x16 + TTx16 mm² Cu.

- Interruptor automático magnetotérmico de la marca Schneider Electric:

Características principales:

- Calibre: 100A.
- Poder de corte: 4.5kA.
- N° de polos: III + N.
- Curva: B.

Salidas:**Circuito 1:****Sección del cable:**

- Sierra 1 : 4 x 2.5 + TT x 2.5mm² Cu.
- Sierra 2 : 4 x 2.5 + TT x 2.5mm² Cu
- Sierra 3 : 4 x 2.5 + TT x 2.5mm² Cu
- Sierra 4 : 4 x 2.5 + TT x 2.5mm² Cu

- Interruptor automático magnetotérmico de la marca Schneider Electric:

Características principales:

- Calibre: 32A.
- Poder de corte: 4.5kA.
- N° de polos: III + N.
- Curva: B.



- Interruptor automático diferencial de la marca Schneider Electric:
Características principales:
 - Calibre: 40A.
 - Sensibilidad: 300mA.
 - N° de polos: 4P.

- 4 Interruptores automáticos magnetotérmicos de la marca Schneider Electric:
Características principales:
 - Calibre: 16A.
 - Poder de corte: 4.5kA.
 - N° de polos: III + N.
 - Curva: B.

Circuito 2:

Sección del cable:

- Esmeriladora 1 : 4 x 2.5 + TT x 2.5mm² Cu.
- Esmeriladora 2 : 4 x 2.5 + TT x 2.5mm² Cu
- Esmeriladora 3 : 4 x 2.5 + TT x 2.5mm² Cu
- Esmeriladora 4 : 4 x 2.5 + TT x 2.5mm² Cu

- Interruptor automático magnetotérmico de la marca Schneider Electric:
Características principales:
 - Calibre: 50A.
 - Poder de corte: 4.5kA.
 - N° de polos: III + N.
 - Curva: B.

- Interruptor automático diferencial de la marca Schneider Electric:
Características principales:
 - Calibre: 63A.
 - Sensibilidad: 300mA.
 - N° de polos: 4P.

- 4 Interruptores automáticos magnetotérmicos de la marca Schneider Electric:
Características principales:
 - Calibre: 16A.
 - Poder de corte: 4.5kA.
 - N° de polos: III + N.
 - Curva: B.

Circuito 3:

Sección del cable: 4 x 4 + TT x 4 mm² Cu

- Interruptor automático magnetotérmico de la marca Schneider Electric:
Características principales:



- Calibre: 32A.
- Poder de corte: 4.5kA.
- N° de polos: III + N.
- Curva: B.

- Interruptor automático diferencial de la marca Schneider Electric:

Características principales:

- Calibre: 40A.
- Sensibilidad: 30mA.
- N° de polos: 4P.

Circuito 3A:

Sección del cable: $2 \times 2.5 + TT \times 2.5 \text{ mm}^2 \text{ Cu}$

- Interruptor automático magnetotérmico de la marca Schneider Electric:

Características principales:

- Calibre: 16A.
- Poder de corte: 4.5kA.
- N° de polos: III + N.
- Curva: B.

Circuito 3B:

Sección del cable: $2 \times 2.5 + TT \times 2.5 \text{ mm}^2 \text{ Cu}$

- Interruptor automático magnetotérmico de la marca Schneider Electric:

Características principales:

- Calibre: 25A.
- Poder de corte: 4.5kA.
- N° de polos: III + N.
- Curva: B.

Circuito 3C:

Sección del cable: $4 \times 2.5 + TT \times 2.5 \text{ mm}^2 \text{ Cu}$

- Interruptor automático magnetotérmico de la marca Schneider Electric:

Características principales:

- Calibre: 20A.
- Poder de corte: 4.5kA.
- N° de polos: III + N.
- Curva: B.

CUADRO AUXILIAR 3:

Entrada:

Sección del cable: $4 \times 10 + TT \times 10 \text{ mm}^2 \text{ Cu}$.

- Interruptor automático magnetotérmico de la marca Schneider Electric:

**Características principales:**

- Calibre: 50A.
- Poder de corte: 4.5kA.
- N° de polos: III + N.
- Curva: B.

Salidas:**Circuito 1:****Sección del cable:**

- Taladro 1 : 4 x 2.5 + TT x 2.5mm² Cu.
- Taladro 2 : 4 x 2.5 + TT x 2.5mm² Cu
- Taladro 3 : 4 x 2.5 + TT x 2.5mm² Cu
- Taladro 4 : 4 x 2.5 + TT x 2.5mm² Cu

- Interruptor automático magnetotérmico de la marca Schneider Electric:
Características principales:
 - Calibre: 16A.
 - Poder de corte: 4.5kA.
 - N° de polos: III + N.
 - Curva: B.

- Interruptor automático diferencial de la marca Schneider Electric:
Características principales:
 - Calibre: 25A.
 - Sensibilidad: 300mA.
 - N° de polos: 4P.

- 4 Interruptores automáticos magnetotérmicos de la marca Schneider Electric:
Características principales:
 - Calibre: 16A.
 - Poder de corte: 4.5kA.
 - N° de polos: III + N.
 - Curva: B.

Circuito 2:**Sección del cable:**

- Pulidora : 4 x 2.5 + TT x 2.5mm² Cu.
- Retestadora : 4 x 2.5 + TT x 2.5mm² Cu
- Mortajadora : 4 x 2.5 + TT x 2.5mm² Cu
- Tronzadora : 4 x 2.5 + TT x 2.5mm² Cu

- Interruptor automático magnetotérmico de la marca Schneider Electric:
Características principales:
 - Calibre: 20A.
 - Poder de corte: 4.5kA.



- Nº de polos: III + N.
- Curva: B.

- Interruptor automático diferencial de la marca Schneider Electric:
Características principales:
 - Calibre: 25A.
 - Sensibilidad: 300mA.
 - Nº de polos: 4P.

- 4 Interruptores automáticos magnetotérmicos de la marca Schneider Electric:
Características principales:
 - Calibre: 16A.
 - Poder de corte: 4.5kA.
 - Nº de polos: III + N.
 - Curva: B.

Circuito 3:

Sección del cable: 4 x 4 + TT x 4 mm² Cu

- Interruptor automático magnetotérmico de la marca Schneider Electric:
Características principales:
 - Calibre: 32A.
 - Poder de corte: 4.5kA.
 - Nº de polos: III + N.
 - Curva: B.

- Interruptor automático diferencial de la marca Schneider Electric:
Características principales:
 - Calibre: 40A.
 - Sensibilidad: 30mA.
 - Nº de polos: 4P.

Circuito 3A:

Sección del cable: 2 x 2.5 + TT x 2.5 mm² Cu

- Interruptor automático magnetotérmico de la marca Schneider Electric:
Características principales:
 - Calibre: 16A.
 - Poder de corte: 4.5kA.
 - Nº de polos: III + N.
 - Curva: B.

Circuito 3B:

Sección del cable: 2 x 2.5 + TT x 2.5 mm² Cu

- Interruptor automático magnetotérmico de la marca Schneider Electric:
Características principales:
 - Calibre: 25A.



- Poder de corte: 4.5kA.
- Nº de polos: III + N.
- Curva: B.

Circuito 3C:

Sección del cable: 4 x 2.5 + TT x 2.5 mm² Cu

- Interruptor automático magnetotérmico de la marca Schneider Electric:
Características principales:
 - Calibre: 20A.
 - Poder de corte: 4.5kA.
 - Nº de polos: III + N.
 - Curva: B.

CUADRO AUXILIAR 4:

Entrada:

Sección del cable: 4x16 + TTx16 mm² Cu.

- Interruptor automático magnetotérmico de la marca Schneider Electric:
Características principales:
 - Calibre: 100A.
 - Poder de corte: 4.5kA.
 - Nº de polos: III + N.
 - Curva: B.

Salidas:

Circuito 1:

Sección del cable:

- Cizalla 1 : 4 x 4 + TT x 4mm² Cu.
- Cizalla 2 : 4 x 4 + TT x 4mm² Cu
- Interruptor automático magnetotérmico de la marca Schneider Electric:
Características principales:
 - Calibre: 63A.
 - Poder de corte: 6kA.
 - Nº de polos: III + N.
 - Curva: B.
- Interruptor automático diferencial de la marca Schneider Electric:
Características principales:
 - Calibre: 63A.
 - Sensibilidad: 300mA.
 - Nº de polos: 4P.



- 2 Interruptores automáticos magnetotérmicos de la marca Schneider Electric:
Características principales:
 - Calibre: 32A.
 - Poder de corte: 6kA.
 - Nº de polos: III + N.
 - Curva: B.

Circuito 2:

Sección del cable: 4 x 4 + TT x 4 mm² Cu

- Interruptor automático magnetotérmico de la marca Schneider Electric:
Características principales:
 - Calibre: 32A.
 - Poder de corte: 4.5kA.
 - Nº de polos: III + N.
 - Curva: B.
- Interruptor automático diferencial de la marca Schneider Electric:
Características principales:
 - Calibre: 40A.
 - Sensibilidad: 30mA.
 - Nº de polos: 4P.

Circuito 2A:

Sección del cable: 2 x 2.5 + TT x 2.5 mm² Cu

- Interruptor automático magnetotérmico de la marca Schneider Electric:
Características principales:
 - Calibre: 16A.
 - Poder de corte: 4.5kA.
 - Nº de polos: III + N.
 - Curva: B.

Circuito 2B:

Sección del cable: 2 x 2.5 + TT x 2.5 mm² Cu

- Interruptor automático magnetotérmico de la marca Schneider Electric:
Características principales:
 - Calibre: 25A.
 - Poder de corte: 4.5kA.
 - Nº de polos: III + N.
 - Curva: B.

Circuito 2C:

Sección del cable: 4 x 2.5 + TT x 2.5 mm² Cu



- Interruptor automático magnetotérmico de la marca Schneider Electric:
Características principales:
 - Calibre: 20A.
 - Poder de corte: 4.5kA.
 - N° de polos: III + N.
 - Curva: B.

CUADRO AUXILIAR 5:

Entrada:

Sección del cable: 4x16 + TTx16 mm² Cu.

- Interruptor automático magnetotérmico de la marca Schneider Electric:
Características principales:
 - Calibre: 100A.
 - Poder de corte: 4.5kA.
 - N° de polos: III + N.
 - Curva: B.

Salidas:

Circuito 1:

Sección del cable:

- Fresadora 1 : 4 x 2.5 + TT x 2.5mm² Cu.
- Fresadora 2 : 4 x 2.5 + TT x 2.5mm² Cu
- Fresadora 3 : 4 x 2.5 + TT x 2.5mm² Cu
- Fresadora 4 : 4 x 2.5 + TT x 2.5mm² Cu

- Interruptor automático magnetotérmico de la marca Schneider Electric:
Características principales:
 - Calibre: 63A.
 - Poder de corte: 4.5kA.
 - N° de polos: III + N.
 - Curva: B.

- Interruptor automático diferencial de la marca Schneider Electric:
Características principales:
 - Calibre: 63A.
 - Sensibilidad: 300mA.
 - N° de polos: 4P.

- 4 Interruptores automáticos magnetotérmicos de la marca Schneider Electric:
Características principales:
 - Calibre: 16A.
 - Poder de corte: 4.5kA.
 - N° de polos: III + N.
 - Curva: B.



Circuito 2:

Sección del cable: $4 \times 2.5 + TT \times 2.5 \text{ mm}^2 \text{ Cu}$

- Interruptor automático magnetotérmico de la marca Schneider Electric:
Características principales:
 - Calibre: 16A.
 - Poder de corte: 4.5kA.
 - N° de polos: III + N.
 - Curva: B.

- Interruptor automático diferencial de la marca Schneider Electric:
Características principales:
 - Calibre: 25A.
 - Sensibilidad: 300mA.
 - N° de polos: 4P.

Circuito 3:

Sección del cable: $4 \times 4 + TT \times 4 \text{ mm}^2 \text{ Cu}$

- Interruptor automático magnetotérmico de la marca Schneider Electric:
Características principales:
 - Calibre: 32A.
 - Poder de corte: 4.5kA.
 - N° de polos: III + N.
 - Curva: B.

- Interruptor automático diferencial de la marca Schneider Electric:
Características principales:
 - Calibre: 40A.
 - Sensibilidad: 30mA.
 - N° de polos: 4P.

Circuito 3A:

Sección del cable: $2 \times 2.5 + TT \times 2.5 \text{ mm}^2 \text{ Cu}$

- Interruptor automático magnetotérmico de la marca Schneider Electric:
Características principales:
 - Calibre: 16A.
 - Poder de corte: 4.5kA.
 - N° de polos: III + N.
 - Curva: B.

Circuito 3B:

Sección del cable: $2 \times 2.5 + TT \times 2.5 \text{ mm}^2 \text{ Cu}$



- Interruptor automático magnetotérmico de la marca Schneider Electric:
Características principales:
 - Calibre: 25A.
 - Poder de corte: 4.5kA.
 - N° de polos: III + N.
 - Curva: B.

Circuito 3C:

Sección del cable: 4 x 2.5 + TT x 2.5 mm² Cu

- Interruptor automático magnetotérmico de la marca Schneider Electric:
Características principales:
 - Calibre: 20A.
 - Poder de corte: 4.5kA.
 - N° de polos: III + N.
 - Curva: B.

CUADRO AUXILIAR 6:

Entrada:

Sección del cable: 4x16 + TTx16 mm² Cu.

- Interruptor automático magnetotérmico de la marca Schneider Electric:
Características principales:
 - Calibre: 100A.
 - Poder de corte: 4.5kA.
 - N° de polos: III + N.
 - Curva: B.

Salidas:

Circuito 1:

Sección del cable: 4 x 4 + TT x 4 mm² Cu.

- Interruptor automático magnetotérmico de la marca Schneider Electric:
Características principales:
 - Calibre: 32A.
 - Poder de corte: 4.5kA.
 - N° de polos: III + N.
 - Curva: B.
- Interruptor automático diferencial de la marca Schneider Electric:
Características principales:



- Calibre: 40A.
- Sensibilidad: 300mA.
- N° de polos: 4P.

Circuito 2:

Sección del cable: 4 x 4 + TT x 4 mm² Cu.

- Interruptor automático magnetotérmico de la marca Schneider Electric:
Características principales:
 - Calibre: 32A.
 - Poder de corte: 4.5kA.
 - N° de polos: III + N.
 - Curva: B.
- Interruptor automático diferencial de la marca Schneider Electric:
Características principales:
 - Calibre: 40A.
 - Sensibilidad: 300mA.
 - N° de polos: 4P.

Circuito 3:

Sección del cable: 4 x 4 + TT x 4 mm² Cu

- Interruptor automático magnetotérmico de la marca Schneider Electric:
Características principales:
 - Calibre: 32A.
 - Poder de corte: 4.5kA.
 - N° de polos: III + N.
 - Curva: B.
- Interruptor automático diferencial de la marca Schneider Electric:
Características principales:
 - Calibre: 40A.
 - Sensibilidad: 30mA.
 - N° de polos: 4P.

Circuito 3A:

Sección del cable: 2 x 2.5 + TT x 2.5 mm² Cu

- Interruptor automático magnetotérmico de la marca Schneider Electric:
Características principales:



- Calibre: 16A.
- Poder de corte: 4.5kA.
- N° de polos: III + N.
- Curva: B.

Circuito 3B:

Sección del cable: 2 x 2.5 + TT x 2.5 mm² Cu

- Interruptor automático magnetotérmico de la marca Schneider Electric:
Características principales:
 - Calibre: 25A.
 - Poder de corte: 4.5kA.
 - N° de polos: III + N.
 - Curva: B.

Circuito 3C:

Sección del cable: 4 x 2.5 + TT x 2.5 mm² Cu

- Interruptor automático magnetotérmico de la marca Schneider Electric:
Características principales:
 - Calibre: 20A.
 - Poder de corte: 4.5kA.
 - N° de polos: III + N.
 - Curva: B.

CUADRO AUXILIAR 7:

Entrada:

Sección del cable: 4x10 + TTx10 mm² Cu.

- Interruptor automático magnetotérmico de la marca Schneider Electric:
Características principales:
 - Calibre: 100A.
 - Poder de corte: 4.5kA.
 - N° de polos: III + N.
 - Curva: B.

Salidas:

Circuito 1:

Sección del cable: 4 x 4 + TT x 4 mm² Cu.

- Interruptor automático magnetotérmico de la marca Schneider Electric:
Características principales:



- Calibre: 32A.
 - Poder de corte: 4.5kA.
 - N° de polos: III + N.
 - Curva: B.
- Interruptor automático diferencial de la marca Schneider Electric:
Características principales:
 - Calibre: 40A.
 - Sensibilidad: 300mA.
 - N° de polos: 4P.

Circuito 2:

Sección del cable: 4 x 4 + TT x 4 mm² Cu.

- Interruptor automático magnetotérmico de la marca Schneider Electric:
Características principales:
 - Calibre: 32A.
 - Poder de corte: 4.5kA.
 - N° de polos: III + N.
 - Curva: B.
- Interruptor automático diferencial de la marca Schneider Electric:
Características principales:
 - Calibre: 40A.
 - Sensibilidad: 300mA.
 - N° de polos: 4P.

Circuito 3:

Sección del cable: 4 x 4 + TT x 4 mm² Cu.

- Interruptor automático magnetotérmico de la marca Schneider Electric:
Características principales:
 - Calibre: 32A.
 - Poder de corte: 4.5kA.
 - N° de polos: III + N.
 - Curva: B.
- Interruptor automático diferencial de la marca Schneider Electric:
Características principales:
 - Calibre: 40A.
 - Sensibilidad: 300mA.



- N° de polos: 4P.

CUADRO AUXILIAR 8:

Entrada:

Sección del cable: 4x35 + TTx16 mm² Cu.

- Interruptor automático magnetotérmico de la marca Schneider Electric:
Características principales:
 - Calibre: 100A.
 - Poder de corte: 4.5kA.
 - N° de polos: III + N.
 - Curva: B.

Salidas:

Circuito 1:

Sección del cable:

- Zona 1 R : 2 x 10 + TT x 10mm² Cu.
- Zona 1 S : 2 x 6 + TT x 6mm² Cu
- Zona 1 T : 4 x 6 + TT x 6mm² Cu
- Interruptor automático magnetotérmico de la marca Schneider Electric:
Características principales:
 - Calibre: 16A.
 - Poder de corte: 4.5kA.
 - N° de polos: III + N.
 - Curva: B.
- Interruptor automático diferencial de la marca Schneider Electric:
Características principales:
 - Calibre: 25 A.
 - Sensibilidad: 30mA.
 - N° de polos: 4P.
- Contactor:
 - Calibre: 16A.
 - N° de polos: III .

Circuito 2:

Sección del cable:

- Zona 2 R : 2 x 6 + TT x 6mm² Cu.
- Zona 2 S : 2 x 6 + TT x 6mm² Cu
- Zona 2 T : 4 x 6 + TT x 6mm² Cu



- Interruptor automático magnetotérmico de la marca Schneider Electric:
Características principales:
 - Calibre: 16A.
 - Poder de corte: 4.5kA.
 - N° de polos: III + N.
 - Curva: B.

- Interruptor automático diferencial de la marca Schneider Electric:
Características principales:
 - Calibre: 25 A.
 - Sensibilidad: 30mA.
 - N° de polos: 4P.

- Contactor:
 - Calibre: 16A.
 - N° de polos: III .

Circuito 3:

Sección del cable:

- Zona 3 R : 2 x 6 + TT x 6mm² Cu.
- Zona 3 S : 2 x 6 + TT x 6mm² Cu
- Zona 3 T : 4 x 6 + TT x 6mm² Cu

- Interruptor automático magnetotérmico de la marca Schneider Electric:
Características principales:
 - Calibre: 16A.
 - Poder de corte: 4.5kA.
 - N° de polos: III + N.
 - Curva: B.

- Interruptor automático diferencial de la marca Schneider Electric:
Características principales:
 - Calibre: 25 A.
 - Sensibilidad: 30mA.
 - N° de polos: 4P.

- Contactor:
 - Calibre: 16A.
 - N° de polos: III .

Circuito 4:

Sección del cable:

- Zona 4 R : 2 x 6 + TT x 6mm² Cu.
- Zona 4 S : 2 x 6 + TT x 6mm² Cu
- Zona 4 T : 4 x 6 + TT x 16mm² Cu



- Interruptor automático magnetotérmico de la marca Schneider Electric:
Características principales:
 - Calibre: 16A.
 - Poder de corte: 4.5kA.
 - N° de polos: III + N.
 - Curva: B.

- Interruptor automático diferencial de la marca Schneider Electric:
Características principales:
 - Calibre: 25 A.
 - Sensibilidad: 30mA.
 - N° de polos: 4P.

- Contactor:
 - Calibre: 16A.
 - N° de polos: III .

Circuito 5:

Sección del cable:

- Zona 5 R : 2 x 6 + TT x 6mm² Cu.
- Zona 5 S : 2 x 4 + TT x 4mm² Cu
- Zona 5 T : 4 x 2.5 + TT x 2.5mm² Cu

- Interruptor automático magnetotérmico de la marca Schneider Electric:
Características principales:
 - Calibre: 16A.
 - Poder de corte: 4.5kA.
 - N° de polos: III + N.
 - Curva: B.

- Interruptor automático diferencial de la marca Schneider Electric:
Características principales:
 - Calibre: 25 A.
 - Sensibilidad: 30mA.
 - N° de polos: 4P.

- Contactor:
 - Calibre: 16A.
 - N° de polos: III .

CUADRO AUXILIAR 9:

Entrada:

Sección del cable: 4x50 + TTx25 mm² Cu.



- Interruptor automático magnetotérmico de la marca Schneider Electric:
Características principales:
 - Calibre: 250A.
 - Poder de corte: 15kA.
 - N° de polos: III + N.
 - Curva: B.

- Interruptor automático diferencial de la marca Schneider Electric:
Características principales:
 - Calibre: 250 A.
 - Sensibilidad: 600mA.
 - N° de polos: 4P.

CUADRO AUXILIAR 10:

Entrada:

Sección del cable: 3(3x185+TTx95) mm² Cu.

- Interruptor automático magnetotérmico de la marca Schneider Electric:
Características principales:
 - Calibre: 1000A.
 - Poder de corte: 15kA.
 - N° de polos: III + N.
 - Curva: B.

- Interruptor automático diferencial de la marca Schneider Electric:
Características principales:
 - Calibre: 1000 A.
 - Sensibilidad: 60mA.
 - N° de polos: 4P.

1.7 PUESTAS A TIERRA

1.7.1 INTRODUCCIÓN

Las puestas a tierra se establecen con el objeto principal de limitar la tensión que con respecto a tierra pueden 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 el material utilizado.



La puesta a tierra se plantea como una instalación paralela a la instalación eléctrica, como un circuito de protección, que tiene que proteger a las personas, a las instalaciones eléctricas y a los receptores conectados a ellas.

El reglamento nos define, en la instrucción 018, cual es límite de tensión admisible entre una masa cualquiera en relación a tierra, o entre masas distintas.

Locales húmedos	24 voltios
Locales secos	50 voltios

Estos valores son los máximos que se supone soporta el cuerpo humano sin alteraciones significativas.

Las tomas de tierra limitan las sobreintensidades que por diferentes causas aparecen en las instalaciones, siendo esta limitación tanto mayor en cuanto las tomas de tierra presenten menor impedancia al paso de estas corrientes.

Durante el transcurso de las perturbaciones, los equipos de una misma instalación deben quedar al mismo potencial; siendo muy importante la necesidad de corregir pequeños valores de puesta a tierra, con el fin de obtener la equipotencialidad.

1.7.2 CONCEPTOS GENERALES

Con el objetivo de entender el lenguaje de un sistema de puesta a tierra, se definen a continuación los conceptos más esenciales que se deben conocer.

Conductor de puesta a tierra

Es aquel conductor de un circuito que se conecta a tierra intencionalmente. Este conductor garantiza la conexión física entre las partes metálicas expuestas a algún fallo y la tierra. Por medio de este conductor circula la corriente no deseada hacia la tierra.

Electrodo de puesta a tierra

Es un cuerpo metálico conductor desnudo que va enterrado y su función es establecer el contacto con la tierra física.

Puente de unión

Este puente es un conductor que nos sirve para proporcionar la conductividad eléctrica entre partes de metal que requieren ser conectadas eléctricamente.

Red de tierra

Es la porción metálica subterránea que lleva hacia la tierra todo flujo de corriente no deseado. Esta red se puede componer de varias mallas interconectadas.

Resistencia de tierra



Es la resistencia que nos ofrece el terreno hacia la corriente en un sistema de puesta a tierra, esta resistencia depende de la resistividad del terreno y área de los conductores

Resistividad del terreno

Es la propiedad del terreno que se opone al paso de la corriente eléctrica, la resistividad varia de acuerdo a las características del terreno.

Sistema de tierra

Son varios conductores desnudos que se interconectan con una o varias mallas o electrodos enterrados.

Diferencia entre el neutro y tierra

La diferencia entre estos dos elementos es que el neutro se usa como regreso de la línea de alimentación, es decir, es por donde pasa la corriente de regreso a los postes de suministro eléctrico.

Por otro lado la conexión a tierra, es la conexión que se usa para que circule la corriente no deseada o descargas eléctricas hacia tierra para evitar que dañen a equipos eléctricos, electrónicos e incluso a personas, es decir, es la conexión que se utiliza para la protección personal y de los equipos contra sobretensiones o descargas eléctricas de cualquier tipo.

1.7.3 CONCEPTO Y OBJETIVO DE LA PUESTA A TIERRA

Un sistema de puesta a tierra consiste en la conexión de equipos eléctricos y electrónicos a tierra, para evitar que se dañen los equipos en caso de una corriente transitoria peligrosa, o también que por falta de aislamiento en uno de los conductores y al quedar en contacto con las placas de los contactos y ser tocados por alguna persona pudiera ocasionarle lesiones o incluso la muerte.

La denominación 'puesta a tierra', comprende toda la ligazón metálica directa, sin fusibles ni protección alguna, de sección suficiente, entre determinados elementos o partes de una instalación y un electrodo o grupos de electrodos enterrados en el suelo, con el objeto de conseguir que en el conjunto de instalaciones, edificios y superficie próxima del terreno no existan diferencias de potencial peligrosas y que al mismo tiempo permita el paso a tierra de las corrientes de falta, o la de descargas de origen atmosférico.

Por estas razones, se recomienda realizar las instalaciones de puesta a tierra por que la corriente siempre busca el camino mas fácil por donde poder pasar, y al llegar a tierra se disipa por esta, si se tiene una resistividad muy baja en el terreno donde se realizo la instalación.

El paso de estas corrientes a tierra, creara una distribución de potencial tanto en el conductor, como en el terreno, por lo que los objetivos de un sistema de puesta a tierra serán los siguientes.

- Mantener una diferencia de voltaje baja entre las diferentes estructuras metálicas con lo que se busca resguardar al personal de cualquier choque eléctrico. En el momento de una falla de un elemento energizado a una carcasa,



por ejemplo, el voltaje de dicha carcasa tiende a igualarse al del conductor energizado, por lo que si la carcasa no está debidamente conectada a tierra, constituye un serio peligro para las personas. Por supuesto, esto debe combinarse con una buena protección de falla a tierra. En conclusión se puede decir que es para brindar seguridad a las personas.

- Proteger las instalaciones, equipos y bienes en general, al facilitar y garantizar la correcta operación de los dispositivos de protección.
- Establecer la permanencia, de un potencial de referencia, al estabilizar la tensión eléctrica a tierra, bajo condiciones normales de operación.
- Evitar incendios provocados por materiales volátiles o la combustión de gases al proveer un camino efectivo y seguro para la circulación de las corrientes de falla y descargas atmosféricas y estáticas y así eliminar los arcos y elevadas temperaturas en los equipos eléctricos, que pueden provocar incendios.
- Mejorar calidad del servicio.
- Disipar la corriente asociada a descargas atmosféricas y limitar las sobretensiones generadas.
- Dispersar las cargas estáticas a tierra.

1.7.4 ELEMENTOS DE UN SISTEMA DE PUESTA A TIERRA

Todo sistema de puesta a tierra consta de las siguientes partes:

- Toma de tierra (dispersor)
- Líneas principales de tierra
- Derivaciones de las líneas principales de tierra
- Conductores de protección

El conjunto de conductores, así como sus derivaciones y empalmes, que forman las diferentes partes de las puestas a tierra, constituyen el circuito de puesta a tierra.

TOMA DE TIERRA

La toma de tierra es el elemento de unión entre el terreno y el circuito instalado en el interior del edificio.

Las tomas de tierra están constituidas por los elementos siguientes:

- **Electrodo:** Es una masa metálica, permanentemente en buen contacto con el terreno, para facilitar el paso a éste, de la corriente de defecto que pueden presentarse a la carga eléctrica que tenga o pueda tener.

Los electrodos estarán contruidos con materiales inalterables a la humedad y a la acción química del terreno. Por ello, se suelen usar materiales tales como el cobre, el acero galvanizado y el hierro zincado.

Según su estructura, los electrodos pueden ser:

- Placas: Serán placas de cobre o hierro zincado. En caso de ser necesarias varias placas, estas se colocaran separadas una distancia de 3 metros.



- Picas: Pueden estar formadas por tubos de acero zincado de 60 mm de diámetro mínimo, o de cobre de 14 mm de diámetro, y con unas longitudes nunca inferiores a los 2 metros. En el caso de ser necesarias varias picas, la distancia entre ellas será, al menos, igual a la longitud.
- Conductores enterrados: Se usaran cables de cobre desnudo de al menos 35 mm² de sección, o cables de acero galvanizado de un mínimo de 2,5 mm de diámetro. Estos electrodos deberán enterrarse horizontalmente a una profundidad no inferior a los 50 cm.
- Mallas metálicas: Formadas por electrodos simples del mismo tipo unidos entre sí y situados bajo tierra.

En todos los casos, la sección del electrodo debe ser tal que ofrezca menor resistencia que la del conductor de las líneas principales de tierra. La resistencia del electrodo depende de su forma, de sus dimensiones y de la resistividad del terreno. Las formulas que se deben utilizar para calcular estas resistencias vienen recogidas en la ITC-BT 18 del Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión.

- Línea de enlace con tierra: La línea de enlace con la tierra está formada por los conductores que unen el electrodo, conjunto de electrodos o anillo, con el punto de puesta a tierra. Los conductores de enlace con tierra desnudos en el suelo, se consideran que forman parte del electrodo y deberán de cobre u otro metal de alto punto de fusión con un mínimo de 35 mm² de sección en caso de ser de cobre o su equivalente de otros metales.
- Punto de puesta a tierra: Es una parte situada fuera del suelo, que sirve de unión entre la línea de enlace con tierra y la línea principal de tierra. Las instalaciones que lo precisen, dispondrán de un número suficiente de puntos de puesta a tierra convenientemente distribuidos, que estarán conectados al mismo electrodo o conjunto de electrodos. 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 las 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.

LÍNEA PRINCIPAL DE TIERRA

Las líneas principales de tierra estarán formadas, por conductores que partirán del punto de puesta a tierra y a las cuales estarán conectadas las derivaciones necesarias para la puesta a tierra de las masas generalmente a través de los conductores de protección.

Serán de cobre y se dimensionarán con la máxima corriente de falta que se prevé, siendo como mínimo de 16 mm² de sección.

Su tendido se hará buscando los caminos más cortos y evitando los cambios bruscos de dirección. Se evitará someterlos a desgastes mecánicos y estarán protegidos contra la corrosión y los desgastes mecánicos. La línea principal de tierra termina en el punto de puesta a tierra, teniendo especial cuidado en la conexión, asegurando una conexión efectiva.

DERIVACIONES DE LAS LINEAS PRINCIPALES DE TIERRA



Las derivaciones de las líneas de tierra estarán constituidas, por conductores que unirán la línea principal de tierra con los conductores de protección o directamente con las masas. Serán de cobre o de otro metal de elevado punto de fusión.

CONDUCTORES DE PROTECCIÓN

Son los conductores de cobre, encargados de unir eléctricamente las masas de una instalación y de los aparatos eléctricos, con las derivaciones de la línea principal de tierra, con el fin de asegurar la protección contra los contactos indirectos.

El dimensionamiento de estos conductores, viene dado en función de la sección del conductor de fase de la instalación que protege, según la ITC-BT 18.

TERRENO

Aparte de estos elementos a la hora de calcular la instalación de puesta a tierra habrá que tener en cuenta un factor muy importante como es el terreno donde se va a realizar la instalación.

El terreno, desde el punto de vista eléctrico, se considera como el elemento encargado de disipar corrientes de defecto o descargas de origen atmosférico.

Este comportamiento viene determinado por la resistividad, que es una característica de todos los materiales y que nos da una idea de la resistencia que ofrece un material al ser atravesado por una corriente eléctrica.

Los cuerpos que tienen una resistividad muy baja, dejan pasar fácilmente la corriente eléctrica, y los materiales que tienen una resistividad alta, se oponen al paso de corriente.

La resistividad depende de cada terreno y se mide en ohmios por metro.

Como los terrenos no suelen ser uniformes en cuanto a su composición, un determinado terreno tendrá una resistividad aparente que promedia los efectos de las diferentes capas que componen el terreno.

Conviene diferenciar correctamente dos términos como son la resistividad del terreno, así como la resistencia del sistema de puesta a tierra (electrodo, malla etc.) ya que son dos parámetros muy importantes a la hora de diseñar o realizar el mantenimiento de un sistema de puesta a tierra.

La medición de la resistividad es útil para los siguientes propósitos:

- Estimación de la resistencia de puesta a tierra de una estructura o un sistema.
- Estimación de gradientes de potencial incluyendo voltajes de contacto y de paso.
- Cálculo del acoplamiento inductivo entre circuitos de potencia y comunicación cercanos.
- Diseño de sistemas de protección catódica.

La medición de la resistencia o impedancia de puesta a tierra así como los gradientes de potencial en la superficie de la tierra debido a corrientes de tierra es necesaria por diferentes razones, entre ellas:

- Determinar la resistencia actual de las conexiones a tierra.
- Verificar la necesidad de un nuevo sistema de puesta a tierra.



- Determinar cambios en el sistema de puesta a tierra actual. Se verifica si es posible o no incorporar nuevos equipos o utilizar el mismo sistema de puesta a tierra para protección contra descargas atmosféricas y otros.
- Determinar los valores de voltajes de paso y contacto y su posible aumento que resulta de una corriente de falla en el sistema.
- Diseñar protecciones para el personal y los circuitos de potencia y comunicación.

En la resistividad del terreno influyen varios factores que pueden variarla, entre los más importantes se encuentran: naturaleza del terreno, humedad, temperatura, salinidad, estratigrafía, compactación y las variaciones estacionales.

- Naturaleza del terreno: Esta se refiere a que la resistividad varía según el tipo de terreno, es decir, se tiene una resistividad más elevada en un terreno rocoso que en uno donde haya arena.
- Humedad: la resistividad varía según la humedad del terreno, mientras más húmedo sea este más baja será la resistividad del terreno y mientras más seco este el terreno mayor será la resistividad de éste, es por esta razón que debe procurarse un terreno un poco más húmedo para obtener mejores valores.
- Temperatura: la temperatura afecta en las mediciones ya que el calor crea una resistencia en el terreno, ya que es como si se tuviera un terreno seco. Y por el contrario a temperaturas muy bajas la poca humedad que hay en el terreno puede congelarse (solo la superficie del agua), y como se sabe el hielo no es un buen conductor por lo que se eleva la resistividad del terreno.
- Salinidad: Como se sabe el agua por sí sola no conduce la electricidad pero con sales se convierte en un excelente conductor, es por esto que mientras más sales contenga el terreno y este húmedo más bajo serán los valores de resistividad.
- Estratigrafía: Esta afecta por el exceso de rocas y piedras de tamaño considerable en un terreno ya que las rocas y piedras provocan una mayor resistencia en el terreno.
- Compactación: Aquí la resistividad disminuye mientras más compactado este un terreno ya que cuando no está bien compacto hay pequeños espacios de aire los cuales impiden que la corriente eléctrica se pueda esparcir por el terreno.
- Variaciones estacionales: Las estaciones también intervienen en el valor de la resistividad de un terreno ya que en una estación calurosa como lo es primavera el terreno estará más seco que si se tuviera una estación con muchas lluvias y por esto los valores cambiarían según la estación del año en que nos encontremos es por esto que se recomienda hacer varias mediciones en diferentes estaciones del año para determinar la resistividad promedio.

Debido a la uniformidad del terreno, cuando se mide la resistividad del terreno en un punto, por cualquier método, el valor que se obtiene es llamado resistividad media o aparente. Por esto se recomienda hacer varias mediciones en el terreno en diferentes posiciones y después sacar un promedio de estas para obtener un valor de resistividad más exacto.



1.7.5 ELEMENTOS A CONECTAR A TIERRA

Una vez realizada la toma de tierra del edificio, deberemos conectar en los puntos de puesta a tierra todos los elementos metálicos o elementos susceptibles de ponerse en tensión, con el fin de conseguir una gran red equipotencial dentro del edificio y en contacto íntimo con tierra.

Según la norma tecnológica de la edificación, deberá conectarse a tierra:

- La instalación de pararrayos.
- La instalación de antena colectiva de TV y FM.
- Los enchufes eléctricos y las masas metálicas comprendidas en los aseos y baños.
- Las estructuras metálicas y armaduras de muros y soportes de hormigón.
- Las instalaciones de fontanería, gas y calefacción, depósitos, calderas, etc.

1.7.6 SOLUCIÓN ADOPTADA

El electrodo está formado por 4 picas de acero recubiertas de cobre de 20 mm de diámetro y 2 metros de longitud, situadas una en cada esquina de la nave, y unidas por medio de un conductor de cobre desnudo de 50 mm² de sección. Esta irá unida al mallazo metálico de cimentación a través de un conductor de cobre de 50 mm² de sección por medio de soldaduras aluminotérmicas, formando así una superficie equipotencial a lo largo de toda la nave.

Los perfiles metálicos de la nave irán unidos al conductor de cobre directamente, a través de un conductor de cobre de 50 mm². Del cuadro de distribución general se unirá al conductor principal de tierra a través de un conductor de cobre de 50 mm². Del cuadro de distribución general partirán las derivaciones a los cuadros auxiliares de distribución y de estos partirán los conductores de protección a los distintos receptores.

Los conductores de tierra se distinguirán fácilmente de los conductores activos por el color amarillo-verde.

1.8 CENTRO DE TRANSFORMACIÓN

1.8.1 OBJETO DEL PROYECTO

Este documento establece y justifica todos los datos técnicos necesarios para el diseño, cálculo y construcción del centro de transformación compacto en edificio prefabricado de superficie, cuyo fin es el de abastecer de energía eléctrica en baja tensión a una nave industrial dedicado al mecanizado de piezas.

1.8.2 REGLAMENTACIÓN



En la redacción de este proyecto se han tenido en cuenta todas las especificaciones relativas a centros de transformación contenidas en los reglamentos y disposiciones siguientes:

- Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión e Instrucciones Técnicas Complementarias.
- Reglamento sobre las Condiciones Técnicas y Garantías de Seguridad en Centrales Eléctricas, Subestaciones y Centros de Transformación e Instrucciones Técnicas Complementarias.
- Recomendaciones UNESA.
- Normas técnicas de la edificación NTE.
- Normas particulares y de normalización de la compañía suministradora de energía eléctrica, que en este caso es Iberdrola.
- Normalización nacional. Normas UNE.
- Ordenanzas municipales y los condicionados impuestos por los organismos públicos afectados.
- Método de cálculo y proyecto de instalaciones de puesta a tierra para centros de transformación conectados a redes de tercera categoría.

1.8.3 CLASIFICACIÓN DE LOS CENTROS DE TRANSFORMACIÓN MT/BT

La clasificación de los centros de transformación (CT) se puede hacer desde varios puntos de vista:

- **Por su ubicación:**

Atendiendo a su ubicación las normas tecnológicas de la edificación clasifican los centros de transformación en:

- * **Interiores:** Cuando el recinto del CT está ubicado dentro de un edificio o nave, por ejemplo en su planta baja, sótano, etc.

- * **Exteriores:** Cuando el recinto que contiene el CT está fuera del edificio, o sea no forma parte del mismo. En ese caso pueden ser:

- De superficie: Por ejemplo una caseta de obra civil o prefabricada, dedicada exclusivamente al CT, edificada sobre la superficie del terreno.
- Subterráneo: Por ejemplo en un recinto excavado debajo de una calle (habitualmente la acera).
- Semienterrado: situación intermedia, una parte que queda debajo de la cota cero del terreno y otra parte que queda por encima de dicha cota cero.

- **Por la acometida:**

Atendiendo a la acometida de alimentación de la línea de media tensión, pueden ser:

- * **Alimentados por línea aérea:** La línea llegara por el aire.



* Alimentados por cable subterráneo: Habitualmente éste entra en el recinto del CT por su parte inferior, por ejemplo por medio de una zanja, sótano o entreplanta.

● Por su emplazamiento:

Según sea el emplazamiento de los aparatos que lo constituyen, los CT pueden clasificarse también en:

* Interiores: cuando los aparatos (transformadores y equipos de MT y BT) están dentro de un recinto cerrado.

* Intemperie: cuando los aparatos quedan a la intemperie por ejemplo sobre postes o bien bajo envolventes prefabricadas, o sea transformadores y cabinas construidas para servicio intemperie.

El tipo de CT cada vez más frecuente, es el de recinto cerrado alimentado con los cables de media tensión subterráneos. Se observa también una creciente utilización del tipo de CT exterior, de superficie, a base de caseta prefabricada de obra civil también con alimentación por cable subterráneo de media tensión.

1.8.4 CENTRO DE TRANSFORMACIÓN “DE RED PÚBLICA” Y CENTRO DE TRANSFORMACIÓN “DE ABONADO”

Cuando se trata de alimentar a diversos abonados en baja tensión, la empresa distribuidora, instala un CT de potencia adecuada al consumo previsto del conjunto de abonados. Por tanto, el CT es propiedad de la empresa suministradora de electricidad la cual efectúa su explotación y mantenimiento, y se responsabiliza de su funcionamiento. Por tanto, este CT forma parte de la red de distribución también denominada “red pública”.

Ahora bien, a partir de determinada potencia y/o consumo, existe la opción de contratar el suministro de energía directamente en media tensión. En este caso, el abonado debe instalar su propio CT y realizar su explotación y mantenimiento. Se habla pues de un “CT de abonado”. Como sea que el precio de la energía en media tensión es más bajo que en baja tensión, a partir de ciertas potencias (kVA) y/o consumos (Kwh.) resulta más favorable contratar el suministro en media tensión, aún teniendo en cuenta el coste del CT y su mantenimiento (ambos a cargo del abonado). Esta opción de CT propio presenta otras ventajas adicionales:

- Independización respecto de otros abonados de baja tensión.
- Poder elegir el régimen de neutro de baja tensión más conveniente, aspecto importante para ciertas industrias, en las que la continuidad de servicio puede ser prioritaria.
- Poder construir el CT, ya previsto para futuras ampliaciones.

Puede hablarse pues de “CT de red pública” y de “CT de abonado”. Existen diferencias entre ambos tipos, en cuanto a su esquema eléctrico, tipo de aparatos, forma de



explotación, protección, etc. Los “CT de red pública” son, en general, de concepción más simple que los CT de abonado, los cuales, en muchos casos son de potencia más elevada y con un esquema eléctrico más complejo, entre otros motivos por el hecho de tener el equipo de contaje en el propio CT y en el lado de media tensión.

1.8.5 SITUACIÓN Y EMPLAZAMIENTO

El centro de transformación esta ubicado en un edificio prefabricado contiguo a la nave industrial y estará destinado exclusivamente a su uso. El acceso al centro de transformación se hará del exterior de la nave industrial.

1.8.6 CARACTERÍSTICAS GENERALES DEL CENTRO DE TRANSFORMACIÓN

El centro de transformación objeto del presente proyecto será de tipo interior, empleando para su aparellaje celdas prefabricadas bajo envolvente metálica.

La acometida al mismo será aérea, alimentando al centro mediante una red de Media Tensión, y el suministro de energía se efectuará a una tensión de servicio de 13.2 kV y una frecuencia de 50 Hz, siendo la Compañía Eléctrica suministradora IBERDROLA.

Los compartimentos diferenciados serán los siguientes:

- a) Compartimiento de aparellaje.
- b) Compartimiento del juego de barras.
- c) Compartimiento de conexión de cables.
- d) Compartimiento de mando.
- e) Compartimiento de control.

1.8.7 POTENCIA NECESARIA PARA EL CENTRO DE TRANSFORMACIÓN

La potencia del transformador tiene que ser superior a la demanda de los distintos receptores a los que alimenta, por lo tanto el centro de transformación será de 800 KVA. Así estará sobredimensionado, previendo una futura ampliación de la nave.

$$S = 630 \text{ KVA}$$

$$V = 400 \text{ V}$$

$$I = S / (\sqrt{3} * V) = 909,32 \text{ A}$$

La acometida que va desde el centro de transformación hasta el cuadro de distribución general se hará mediante una línea subterránea, enterrada a una profundidad de 0,70 metros.

$$L = 10 \text{ metros.}$$



1.8.8 DESCRIPCIÓN DE LA INSTALACIÓN

1.8.8.1 LOCAL

Será de las dimensiones necesarias para alojar las celdas correspondientes y transformadores de potencia, respetándose en todo caso las distancias mínimas entre los elementos que se detallan en el Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión. Las dimensiones que debe tener vienen recogidas concretamente en la ITC-BT 30 y en el MIE-RAT 14.

El centro de transformación estará situado en una caseta adosada a la nave industrial, y estará destinada únicamente a esta finalidad.

La caseta será de construcción prefabricada de hormigón con una puerta peatonal de la marca Ormazabal, y de dimensiones 4880mm de longitud, 2620mm de anchura y 3195mm de altura.

El acceso al CT estará restringido al personal de la compañía eléctrica suministradora y al personal de mantenimiento especialmente autorizado. El acceso se realizará únicamente por la parte exterior de la nave, no pudiendo acceder al centro desde el interior de la nave. Se dispondrá de una puerta peatonal cuyo sistema de cierre permitirá el acceso a ambos tipos de personal, teniendo en cuenta que el primero lo hará con la llave normalizada por la compañía eléctrica. La puerta además se abrirá hacia el exterior.

1.8.8.2 CARACTERÍSTICAS DEL LOCAL

Se tratará de una construcción prefabricada de hormigón formada por elementos atornillables entre sí, previa interposición de dobles juntas de neopreno, y que serán los siguientes:

- Cimentación.
- Base.
- Paredes.
- Suelos.
- Techos.
- Puertas y persianas.

CIMENTACIÓN

Para la ubicación del centro de transformación es necesaria una excavación, cuyas dimensiones dependen del modelo seleccionado, sobre cuyo fondo se extiende una capa de



arena compactada y nivelada de unos 10 cm. de espesor. Las dimensiones de la excavación serán de 5,68 m longitud, 3,42 m anchura, 0,7 m profundidad.

BASE

Será una cubeta prefabricada de hormigón armado con mallazo electrosoldado de varilla de acero y vibrado por medio de aguja.

Esta base se colocará en un foso del terreno, cuyas dimensiones serán las adecuadas para la instalación del CT y en cuyo fondo, a fin de obtener un lecho elástico, se colocará una capa nivelada de arena lavada de 15 cm. de espesor.

En la base irán dispuestos orificios para la entrada y salida de cables, tanto de baja tensión como de media tensión y, en la zona inmediata inferior de la posición del transformador, se colocará una cuba de recogida de aceite si el transformador lo requiere.

Si el edificio prefabricado consta de más de una base, éstas se atornillarán entre sí.

PAREDES

Serán placas de hormigón armado con mallazo electrosoldado de acero, todo el conjunto vibrado en mesa. La dosificación del hormigón será la adecuada para conseguir, con el menor peso y espesor posible, gran resistencia mecánica y una perfecta impermeabilización.

Unos cajetines de acero situados en los bordes permitirán el acoplamiento de las paredes entre sí mediante tornillos. Estos cajetines, una vez efectuada la unión y ofreciendo una estética suficiente, permitirán desmontar y montar el centro cuantas veces se desee.

Entre los paneles que conforman las paredes se colocarán dobles juntas de espuma de neopreno, para evitar la infiltración de humedad.

La terminación exterior de las paredes será de canto rodado visto, a fin de conseguir una superficie rugosa de una gran duración y de agradable estética.

SUELOS

Serán elementos planos, de hormigón armado y vibrado en mesa, de la composición adecuada para conseguir una gran resistencia mecánica. Colocados sobre la base, constituirán el piso del edificio prefabricado: sobre ellos se colocarán las cabinas de media tensión, cuadros de baja tensión y demás elementos del centro. En ellos existen unos orificios que permiten el acceso a las celdas y cuadros eléctricos.

En la parte central, se dispondrán trampillas, de poco peso, que permitirán el acceso a la parte inferior de la base a fin de facilitar la conexión de cables, etc.

TECHOS

Compuestos por elementos de unas características similares a las de las paredes, presentarán una pendiente mínima del 2%, para evitar la acumulación de aguas.

Dispondrán además de dobles juntas de neopreno que se sellarán posteriormente con resinas epoxy por lo que garantizarán la estanqueidad de la cubierta.

PUERTAS Y REJILLAS



Serán de chapa de acero galvanizado tipo galvamir de 2 mm, pintadas posteriormente por electroforesis con pintura epoxy que se polimeriza en horno. Esta doble protección, galvanizado más pintura, las hará muy resistentes a la corrosión causada por los agentes atmosféricos.

Las rejillas se pueden desmontar, por medio de tornillos desde el interior, de tal modo que la introducción o extracción del transformador se realice a nivel del suelo y sin necesidad de grúas de gran potencia. Unas finas mallas metálicas impedirán la penetración de insectos, sin que por ello disminuya la capacidad de ventilación.

Las puertas de acceso de peatones tendrán unas dimensiones de 900 x 2100mm y podrán abrirse 180° y se podrán mantener en la posición de 90° con un retenedor metálico. Dispondrán de un sistema de cierre con objeto de garantizar la seguridad de funcionamiento: evitar aperturas intempestivas de las mismas. Para ello se utiliza una cerradura de diseñada especialmente para este cometido. Las puertas tendrán dos puntos de anclaje: en la parte superior y en la parte inferior.

La puerta destinada para la entrada o salida del transformador tendrá unas dimensiones de 1260mm x 2100mm.

Esta serie de prefabricados se montarán enteramente en fábrica. Realizar el montaje en la propia fábrica supondrá obtener:

- calidad en origen.
- reducción del tiempo de instalación.
- posibilidad de posteriores traslados.

La innecesaria cimentación y el montaje en fábrica permitirán asegurar una cómoda y fácil instalación. Las dimensiones exteriores del centro son de 4880 x 2620 x 3195 mm. La superficie del centro es de 12.79 m². Las dimensiones interiores del centro son de 4720 x 2460 x 2285 mm. La profundidad de la excavación para el montaje del centro es de 0,7 m. Para el diseño del centro de transformación se han observado todas las normativas antes indicadas, teniendo en cuenta las distancias necesarias para pasillos, accesos, respetándose en todo caso las distancias mínimas entre los elementos que se detallan en el vigente reglamento de alta tensión, así como en la ITC-BT 30 del reglamento de baja tensión. Para ello se han tenido en cuenta las dimensiones tanto de las celdas de media tensión, como del transformador y el cuadro de baja tensión.

En la parte inferior de las paredes frontal y posterior se situarán los agujeros para los cables de media tensión y baja tensión. Estos agujeros estarán semiperforados, realizándose en obra la apertura de los que sean necesarios para cada aplicación. De igual forma, dispondrá de unos agujeros semiperforados practicables para las salidas a las tierras exteriores.

En la pared frontal se situarán las puertas de acceso de peatones y rejillas de ventilación.

EQUIPOTENCIALIDAD

El edificio prefabricado estará construido de tal manera que, una vez instalado, su interior sea una superficie equipotencial. La propia armadura de mallazo electrosoldado garantizará la perfecta equipotencialidad de todo el prefabricado. Como se indica en la RU 1303A, las puertas y rejillas de ventilación no estarán conectadas al sistema de



equipotencial. Entre la armadura equipotencial, embebida en el hormigón, y las puertas y rejillas existirá una resistencia eléctrica superior a 10.000 ohmios.

Ningún elemento metálico unido al sistema equipotencial será accesible desde el exterior.

IMPERMEABILIDAD

Los techos estarán diseñados de tal forma que se impidan las filtraciones y la acumulación de agua sobre éstos, desaguando directamente al exterior desde su perímetro.

CUBA DE RECOGIDA DE ACEITE

La cuba de recogida de aceite se integrará en el propio diseño del hormigón. Tendrá una capacidad adecuada para recoger en su interior todo el aceite del transformador sin que éste se derrame por la base.

En la parte superior irá dispuesta una bandeja apagafuegos de acero galvanizado perforada y cubierta por grava.

PINTURAS

El acabado de las superficies exteriores se efectuará con pintura acrílica, de color blanco-crema y textura rugosa en las paredes, y marrón en el perímetro de las cubiertas o techo, puertas y rejillas de ventilación.

1.8.8.3 INSTALACIÓN ELÉCTRICA

1.8.8.3.1 INTRODUCCIÓN

El centro de transformación se compone de una serie de celdas unidas eléctricamente entre si, de un transformador y de un cuadro de baja tensión.

En primer lugar habrá una celda de línea, que se utiliza para la maniobra de entrada de los cables que forman el circuito de alimentación del centro de transformación. Después se conectara una celda de protección, que se utiliza para la ejecución de maniobras para la conexión y desconexión del transformador o para su protección, realizándose esta última mediante fusibles. Seguidamente se conectara una celda de medida, justo antes del transformador de MT/BT. Para finalizar se conectara el transformador a un cuadro de baja tensión, en el que se ubicaran las distintas protecciones del alumbrado y de las tomas de corriente del centro.

1.8.8.3.2 CARACTERÍSTICAS DE LA RED DE ALIMENTACIÓN

La red de alimentación al centro de transformación será de tipo aéreo a una tensión de 13.2 kV y 50 Hz de frecuencia.



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

1.8.8.3.3 CARACTERÍSTICAS DE LA APARAMENTA EN ALTA TENSIÓN

Las celdas que componen el centro de transformación ya han sido comentadas anteriormente, por lo que a continuación se describen las características principales de ellas.

Las celdas a emplear serán de la serie SM6 de Merlin Gerin, compuestas por celdas modulares equipadas de aparellaje fijo que utiliza el hexafluoruro de azufre (SF6) como elemento de corte y extinción.

Las características del SF6 son las siguientes:

Un gas muy estable:

La elevada estabilidad del gas SF6 se debe a las 6 uniones covalentes de su molécula.

Un gas de aislamiento:

La rigidez dieléctrica del SF6 es superior a la de la mayoría de los medios conocidos: llega a ser 5 veces superior a la del aire, a una presión de unas pocas décimas de MPa.

Un gas de corte:

El SF6 ofrece una serie de ventajas como gas de corte:

- Alta capacidad de evacuación de la energía calorífica producida por el arco. El arco se enfría rápidamente por convección durante el arqueo.
- Alta conducción radial térmica y alta capacidad de captura de electrones.
- El SF6 permite un rápido intercambio de calor del centro del arco hacia el exterior.
- Los átomos de fluor, que son altamente eletro-negativos, actúan como “trampas” verdaderas de electrones; debido a que son los electrones los mayormente responsables de la conducción eléctrica en el gas, el espacio entre los contactos recupera su fuerza dieléctrica inicial a través de este fenómeno de captura de electrones con corriente cero.

Vida útil estimada: más de 30 años:

El sistema de corte está diseñado para funcionar sin mantenimiento alguno durante años, en especial:

- Sin necesidad de reposición del SF6 alguna durante su vida útil, gracias a su recombinación después del corte.
- Sin monitoreo continuo de la presión.

Seguro para el medio ambiente:



Además de las partes activas (para corte), el cierre del compartimiento contiene las partes mecánicas necesarias (transmisión de movimiento). El resultado es un sistema completamente aislado. Además, las largas distancias de fuga del compartimiento aislado contribuyen a la no contaminación del medioambiente.

Sistema de sellado a presión:

Todo tablero de Merlin Gerin es del tipo de sistema sellado a presión conforme a la definición del CEI 60056. Los compartimentos se llenan a una presión relativa baja de 0.05 a 0.35 MPa (0.5 a 3.5 bar). El sellado y la lubricación de por vida de los sellados de rotación son provistos mediante una película de aceite.

Durabilidad:

La durabilidad mecánica y eléctrica del interruptor SF de Merlin Gerin se encuentra muy por encima de la recomendada por el CEI. Este equipo se adapta a las necesidades de las redes, aún en aquellas que funcionan bajo las condiciones más exigidas.

Bajo mantenimiento:

Los contactos eléctricos, alojados en un compartimiento sellado a presión, no requieren mantenimiento especial. El mecanismo de funcionamiento solamente requiere un mantenimiento mínimo de vez en cuando dependiendo de las condiciones de uso. Bajo condiciones normales de funcionamiento, no se necesita un mantenimiento preventivo antes de las 10.000 maniobras ó 10 años de servicio.

Las características generales en común de las celdas son las siguientes:

Índice de protección:

- Celdas: IP2XC;
- Entre compartimentos: IP2X;

Resistencia al arco interno:

- 16 kA. 1 seg. (opcional);

Temperaturas: Las celdas deben ser almacenadas dentro de un local seco al resguardo del polvo, con variaciones de temperatura ilimitadas.

- Almacenamiento: de -40°C a +70°C;
- Funcionamiento: de -5°C a +40°C;

Dimensiones:

- Ancho: de 375 a 750 mm.
- Altura: 1600 mm.
- Profundidad: 840 mm.



CELDA DE LÍNEA

La referencia de la celda de línea escogida es IM 400-24-25 (375mm). Es una celda de interruptor de línea.

Equipo base:

- Interruptor seccionador (SF6);
- Juego de barras tripolar.
- Mando manual CIT;
- Seccionador de puesta a tierra (SF6) con poder de cierre.
- 3 indicadores de presencia de tensión con lámparas.
- Bornes para conexión de cable seco unipolar de sección igual o inferior a 400 mm².

Accesorios:

- Motorización.
- Contactos auxiliares.
- Compartimentos de control ampliado.
- Cajón BT adicional de 450 o 650 mm de altura.
- Enclavamiento por cerradura.
- Resistencia de calefacción 50W, 220VCA.
- Comparador de fases.
- Zócalo de elevación (350 o 550 mm).
- Cajón de 450 mm de altura para conexión superior de cables (incompatible con el cajón BT).

Características eléctricas:

- Tensión nominal: 24KV;
- Intensidad nominal: 400A
- Máxima corriente de corta duración: 25 kA / 1s;
- Nivel de aislamiento:
 - Ensayo de tensión a frecuencia industrial (50Hz) 1 min:
 - Aislamiento: 50 kV;
 - Seccionamiento: 60 kV;
 - Ensayo tipo rayo 1,2/50µs:
 - Aislamiento: 125 kV;
 - Seccionamiento: 145 kV;
- Poder de cierre de los seccionadores de puesta a tierra: 40 kA cresta;

CELDA DE PROTECCIÓN

La referencia de la celda de protección escogida es PM 400-24-25 (375mm). Es una celda de interruptor con fusibles asociados, con salida de cable.

Equipo base:

- Interruptor-seccionador 400A (SF6);
- Seccionador de puesta a tierra doble:
 - * Superior (SF6): Poder de cierre = 40 kA crestas;
 - * Inferior (aire): Poder de cierre = 5 kA cresta;
- Juego de barras tripolar (400A);
- Mando manual CIT;
- 3 indicadores de presencia de tensión con lámparas;
- Preparada para 3 fusibles, normas DIN de 24 kV;
- Bornes para conexión de cable seco unipolar de sección inferior o igual a 150 mm².

Accesorios:

- 3 fusibles normas DIN MESA-CF de 24 kV;
- Motorización;
- Contactos auxiliares;
- Compartimiento de control ampliado.
- Cajón BT adicional de 450 o 650 mm de altura;
- Enclavamiento por cerradura;
- Resistencia de calefacción de 50W, 220 VCA;
- Termostato;
- Señalización mecánica de fusión fusibles;
- Zócalo de elevación (350 o 550 mm);
- Cajón de 450 mm de altura para conexión superior de cables (incompatible con el cajón de BT);

Características eléctricas:

- Tensión nominal: 24KV;
- Intensidad nominal: 200A
- Máxima corriente de corta duración: 25 kA / 1s;
- Nivel de aislamiento:
 - Ensayo de tensión a frecuencia industrial (50Hz) 1 min:
 - Aislamiento: 50 kV;
 - Seccionamiento: 60 kV;
 - Ensayo tipo rayo 1,2/50µs:
 - Aislamiento: 125 kV;
 - Seccionamiento: 145 kV;
- Poder de cierre de los seccionadores de puesta a tierra:
 - * Spat superior: 40 kA cresta;
 - * Spat inferior: 5 kA cresta;

FUSIBLES PARA CELDA DE PROTECCIÓN

El fusible escogido para la celda de protección es de la marca Mesa, y su referencia es CF-24/40.



Características eléctricas:

- Tensión nominal: 24kV;
- Tensión de servicio: 10/24 kV;
- Intensidad nominal: 40A;
- Capacidad máxima de corte: 40kA;
- Capacidad mínima de corte: 135A;
- Resistencia en frío: 42mΩ;
- Potencia disipada: 119W;

Dimensiones:

- Longitud: 442mm;
- Diámetro: 55mm;
- Peso: 2,6 Kg;
-

CELDA DE MEDIDA

La referencia de la celda de medida escogida es GBC-D 400-24-25 (750mm). Es una celda de medida de tensión e intensidad con entrada inferior por cable y salida lateral superior por barras.

Equipo base:

- Preparado para 2 o 3 transformadores de intensidad;
- Preparada para 2 transformadores de tensión bipolares o 3 transformadores de tensión unipolares;
- Juego de barras tripolar para salida lateral superior;
- Bornes de conexión para entrada por cable seco unipolar de sección inferior a 150mm².

Accesorios:

- Transformadores de tensión e intensidad;
- Resistencia contra ferorresonancia;
- Resistencia de calefacción 50W, 220 VCA;
- Termostato;
- Cajón BT adicional de 450 o 650 mm de altura;
- Zócalo de elevación (350 o 550 mm);

Características eléctricas:

- Tensión nominal: 24KV;
- Intensidad nominal: 400A
- Máxima corriente de corta duración: 25 kA / 1s;
- Nivel de aislamiento:
Ensayo de tensión a frecuencia industrial (50Hz) 1 min:



Aislamiento: 50 kV;
Seccionamiento: 60 kV;
Ensayo tipo rayo 1,2/50 μ s:
Aislamiento: 125 kV;
Seccionamiento: 145 kV;

TRANSFORMADOR DE INTENSIDAD PARA CELDA DE MEDIDA

El transformador de intensidad escogido es de la marca Arteche, y su referencia es ACF-24.

Es un transformador de intensidad, tipo soporte, diseñado para servicio interior, encapsulado en resina. Para medida y/o protección. Construibles bajo normas UNE, CEI, VDE, IEEE.

Características eléctricas:

- Tensión nominal de aislamiento: 24kV;
- Tensión máxima de servicio: 24kV;
- Frecuencia de utilización: 50/60Hz;
- Tensión de ensayo a frecuencia industrial (durante 1 min.):
 - Entre primario y secundario, este unido a masa: 50kV;
 - Entre secundario y masa: 3kV;
- Ensayo impulso tipo rayo: 125kV cresta;
- Intensidad primaria:
 - Simple relación primaria: 2000A;
 - Doble relación primaria: 2 x 600A;
- Intensidad secundaria: 5A;
- Numero de núcleos máximos: 3;
- Sobreintensidad admisible en permanencia (In): 1,2
- Máxima corriente térmica admisible durante 1 seg.: 100kA;

Características mecánicas:

- Par apriete de la tornillería:
 - Borne / tornillo M 12: 2,6 m x kg;
 - Tornillo M6: 0,3 m x Kg;
- Peso aproximado: 27 Kg.;
- Bornes primarios de latón con tornillo de acero (cincado y bicromatado);
- Borne de tierra de acero (cincado y bicromatado);
- Cubierta bornes secundarios de policarbonato;

TRANSFORMADOR DE TENSIÓN PARA CELDA DE MEDIDA

El transformador de tensión escogido es de la marca Arteche, y su referencia es UCS-24.

Es un transformador de tensión de un polo aislado (conexión fase-tierra), tipo soporte, diseñado para servicio y encapsulado en resina. Para medida y/o protección. Construibles bajo normas UNE, CEI, VDE, IEE.



Características eléctricas:

- Tensión nominal de aislamiento: 24kV;
- Tensión máxima de servicio: 24kV;
- Frecuencia de utilización: 50/60Hz;
- Tensión de ensayo a frecuencia industrial (durante 1 min.)
 - Entre primario y secundario: 3kV;
 - Entre secundario y masa: 3kV;
- Tensión inducida a 120Hz: 50kV máximos;
- Ensayo impulso tipo rayo: 125kV cresta;
- Tensiones secundarias
 - Medida: $100/\sqrt{3}$ (V); $110/\sqrt{3}$ (V); $120/\sqrt{3}$ (V);
 - Tensión residual: $100/\sqrt{3}$ (V); $110/\sqrt{3}$ (V); $120/\sqrt{3}$ (V);
- Sobretensión admisible en permanencia (U_n): 1,2;

Características mecánicas:

- Par de apriete de la tornillería:
 - Terminales primarios M10: 1,6 m x Kg;
 - Terminales secundarios M5 o M6: 0,25/0,3 m x Kg;
- Peso aproximado: 76 Kg;
- Bornes primario y secundarios de latón;
- Cubierta de bornes secundarios de policarbonato;
- Tornillería de acero;

MEDIDA DE LA ENERGIA ELÉCTRICA

La medida de energía se realizará mediante un cuadro de contadores conectado al secundario de los transformadores de intensidad y de tensión de la celda de medida.

El cuadro de contadores estará formado por un armario de doble aislamiento de la marca Himel, y de dimensiones 750mm de alto x 500mm de ancho y 320mm de fondo, equipado de los siguientes elementos:

- Regleta de verificación normalizada por la Compañía Suministradora.
- Contador de energía activa de triple tarifa CL 1.
- Contador de energía reactiva, de simple tarifa, CL 3.
- Reloj de conmutación de tarifas.

TRANSFORMADOR DE DISTRIBUCIÓN

Será una máquina trifásica reductora de tensión, siendo la tensión entre fases a la entrada de 13.2 kV y la tensión a la salida en vacío de 420V entre fases y 242V entre fases y neutro.

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



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

Sus características mecánicas y eléctricas se ajustarán a la Norma UNE 21428 y a las normas particulares de la compañía suministradora, siendo las siguientes:

- Potencia nominal:	630 kVA.
- Tensión nominal primaria:	13.200 V.
- Regulación en el primario:	+2,5% +5% +7,5% +10%.
- Tensión nominal secundaria en vacío:	420 V.
- Tensión de cortocircuito:	6 %.
- Grupo de conexión:	Dyn11.
- Nivel de aislamiento:	
Tensión de ensayo a onda de choque 1,2/50 s	125 kV.
Tensión de ensayo a 50 Hz 1 min	50 kV.
-Rendimiento referido a 75% de carga	99 %
-Peso	2150 kg
-Temperatura ambiente	40° C
-Refrigeración por aire natural	
-Construidos según normas UNE 20-104 Y UNE 20-178, EN 60742 Y IEC 742	

1.8.8.4 CONEXIONES

INTERCONEXIÓN CELDA-TRANSFORMADOR

La interconexión entre la celda y el transformador se realizara con cable unipolar con conductor de aluminio y aislamiento seco de etileno propileno de alto modulo y cubierta de poliolefina (HEPRZ1) de 1 x 50 mm² de tensión nominal 12/20Kv, especificados en la norma de Iberdrola NI 56.43.01.

Estos cables dispondrán en sus extremos de terminales enchufables rectos o acodados de conexión sencilla de 24kV/200A.

INTERCONEXIÓN TRANSFORMADOR-CUADRO DE BAJA TENSIÓN

La interconexión entre el transformador y el cuadro de baja tensión, se realizara con cable unipolar RV, con conductor de aluminio de 1 x 240 mm² de 0,6/1kV, especificados en la norma de Iberdrola NI 56.31.21, o similar. Estos cables dispondrán en sus extremos de terminales bimetálicos tipo TBI-240/12.

El numero de cables para realizar la conexión, dependerá de la potencia del transformador.

La interconexión también se podrá realizar con cable de cobre con aislamiento reticulado, tipo RVK de 1 x 240 mm² ó 1 x 150 mm² de 0,6/1kV. En este caso se emplearan terminales de cobre de interior, de compresión hexagonal.

1.8.8.5 PUESTAS A TIERRA



El centro de transformación estará provisto de una instalación de puesta a tierra con objeto de limitar las tensiones de defecto a tierra que puedan producirse en el propio centro de transformación. Esta instalación de puesta a tierra, complementada con los dispositivos de interrupción de corriente, deberá asegurar la descarga a tierra de la intensidad de defecto y contribuir a la eliminación del riesgo eléctrico, debido a la aparición de tensiones peligrosas, en el caso de contacto con las masas que puedan ponerse en tensión. Esta instalación será independiente de la tierra de la nave industrial.

Cuando la tensión de defecto a tierra en el centro de transformación sea superior a 1000V, el circuito de puesta a tierra de protección y el de servicio deberán estar separados entre sí. Es por ese motivo que la instalación de puesta a tierra del centro de transformación objeto de este proyecto estará formada por dos circuitos: el de protección y el de servicio. A cada uno de ellos se conectarán los diferentes elementos del centro de transformación, que a continuación se detallan.

Las prescripciones que deben cumplir las instalaciones de puesta a tierra vienen reflejadas en el apartado 1 “Prescripciones generales de seguridad” del MIE-RAT 13 (Reglamento sobre condiciones técnicas y garantías de seguridad en centrales eléctricas, subestaciones y centros de transformación).

Según el MIE-RAT 13, en principio, se deben considerar dos sistemas de puesta a tierra diferentes:

PUESTA A TIERRA DE PROTECCIÓN

Se conectan a esta toma de tierra las partes metálicas interiores del centro de transformación que normalmente están sin tensión, pero que puedan estarlo a consecuencia de averías, accidentes, descargas atmosféricas o sobretensiones. Por tanto:

- Las carcasas de los transformadores;
- Los chasis y bastidores de los aparatos de maniobra;
- Las envolventes y armazones de los conjuntos de la aparamenta de media tensión (cabinas, celdas...);
- Los armarios y cofrets con aparatos y elementos de baja tensión;
- Las pantallas y/o blindajes de los cables de media tensión.

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

PUESTA A TIERRA DE SERVICIO

Se conectan a esta puesta a tierra, puntos o elementos que forman parte de los circuitos eléctricos de media tensión y de baja tensión. Concretamente:

- En los transformadores, el punto neutro del secundario BT, cuando esto proceda, o sea, directamente cuando se trata de distribuciones con régimen de neutro TN o TT, o a través de una impedancia cuando son con régimen IT;
- En los transformadores de intensidad y de tensión, uno de los bornes de cada uno de los secundarios;



- En los seccionadores de puesta a tierra, el punto de cierre en cortocircuito de las tres fases y desconexión a tierra.

Las puestas a tierra de Protección y Servicio se establecerán separadas, salvo cuando el potencial absoluto del electrodo adquiera un potencial menor o igual a 1.000 V, en cuyo caso se establecen tierras unidas.

PUESTA A TIERRA INTERIOR

Las tierras interiores del centro de transformación tendrán la misión de poner en continuidad eléctrica todos los elementos que deban estar conectados a tierra con sus correspondientes tierras exteriores.

La tierra interior de protección se realizará con cable de 50 mm² de cobre desnudo formando un anillo. Este cable conectará a tierra los elementos indicados en el apartado anterior e irá sujeto a las paredes mediante bridas de sujeción y conexión, conectando el anillo al final a una caja de seccionamiento con un grado de protección IP545.

Las cajas de seccionamiento de la tierra de servicio y protección estarán separadas por una distancia mínima de 1m.

1.8.8.6 INSTALACIONES SECUNDARIAS

ALUMBRADO

En el interior del centro de transformación se instalará 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.

Se ha decidido poner 1 luminaria, modelo Pacific y cuya referencia es TCW596 2xTL-D58W IC LW D6 TW3, de la marca Philips. Esta luminaria llevara dos lámparas de 58W, cuyo modelo y referencia es el siguiente, MASTER TL-D Super 80 58W/840 SLV. 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.

ALUMBRADO DE EMERGENCIA

Se colocara una luminaria de emergencia y señalización, justo encima del marco de la puerta de entrada y/o salida del centro de transformación. La luminaria será de la marca Legrand, cuya referencia es B65 615 61. La luminaria contiene una lámpara de 6W de potencia y cuyo flujo luminoso es de 90 lm.

TOMAS DE CORRIENTE

Se colocarán 2 tomas de corriente monofásica de 16 A.



PROTECCIÓN CONTRA INCENDIOS

De acuerdo con la instrucción MIERAT 14, se dispondrá como mínimo de un extintor de eficacia equivalente 89 B de nieve carbónica, 5 kg.

VENTILACIÓN

Para conseguir una buena ventilación en las celdas, locales de los transformadores etc., con el fin de evitar calentamientos excesivos, se dispondrán entradas de aire adecuadas por la parte inferior y salidas situadas en la parte superior, en el caso en que se emplee ventilación natural.

La ventilación podrá ser forzada, en cuyo caso la disposición de los conductos será la más conveniente según el diseño de la instalación eléctrica y dispondrán de cierres automáticos para su actuación en caso de incendio.

En este caso la ventilación del centro de transformación se realizará de modo natural mediante las 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 según se relaciona.

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.

Potencia del transformador (kVA) = 630kVA.
Superficie de la rejilla mínima (m²) = 0,96m².

Los cálculos de sección de la superficie mínima de la rejilla se encuentran en el documento CALCULOS del presente proyecto.

SEÑALIZACIÓN

Toda instalación eléctrica debe estar correctamente señalizada y deben disponerse las advertencias e instrucciones necesarias de modo que se impidan los errores de interpretación, maniobras incorrectas y contactos accidentales con los elementos en tensión, o cualquier otro tipo de accidente.

A este fin tendrá en cuenta:

- A) Todas las puertas que den acceso a los recintos en que se hallen aparatos de alta tensión estarán provistas de rótulos con indicación de la existencia de instalaciones de alta tensión.
- B) Todas las máquinas y aparatos principales, celdas, paneles de cuadros y circuitos, deben estar diferenciados entre sí con marcas claramente establecidas, señalizados mediante rótulos de dimensiones y estructura apropiadas para su fácil lectura y comprensión. Particularmente deben estar claramente señalizados todos los elementos de accionamiento de los aparatos de maniobra y los propios aparatos, incluyendo la identificación de las posiciones de apertura y cierre, salvo en el caso en que su identificación se pueda hacer claramente a simple vista.



C) Deben colocarse carteles de advertencia de peligro en todos los puntos que por las características de la instalación o su equipo, lo requieran.

MATERIAL DE SEGURIDAD Y PRIMEROS AUXILIOS

El centro de transformación dispondrá de banqueta aislante y guantes de goma para la correcta ejecución de las maniobras, y placa de instrucciones para primeros auxilios. La banqueta aislante está definida en la Norma de Iberdrola, NI 29.44.08 "Banqueta aislante para maniobra" y los guantes de goma en la Norma NI 29.20.11 "Guantes aislantes de la electricidad". Además se instalarán los carteles de identificación, señalización de riesgo y de maniobrabilidad adecuados.

Las celdas de entrada y salida serán de aislamiento integral y corte en SF₆, 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 centro de transformación llevará el lema corporativo y estará cerrada con llave.

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

En un lugar bien visible del centro de transformación 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 centro de transformación, y en lugar bien visible, habrá un cartel con las citadas instrucciones.

1.8.8.7 CUADRO DE BAJA TENSIÓN DEL C.T.

Entrada:

Sección del cable: 3 x (2x300)/300 + TT 300 mm².

- Interruptor automático magnetotérmico de la marca Merlin Gerin:

**Características principales:**

- Calibre: 1000A.
- Poder de corte: 50kA.
- N° de polos: III + N.
- Curva: B.

- Interruptor automático diferencial de la marca Merlin Gerin:

Características principales:

- Calibre: 1000A.
- Sensibilidad: 600mA.
- N° de polos: 4P.

Salidas:**Circuito C.T. 1A:**

Sección del cable: 1 x 1,5/1,5 + TT 1,5 mm².

- Interruptor automático magnetotérmico de la marca Merlin Gerin:

Características principales:

- Calibre: 10A.
- Poder de corte: 15kA.
- N° de polos: I + N.
- Curva: D.

- Interruptor automático diferencial de la marca Merlin Gerin:

Características principales:

- Calibre: 10A.
- Sensibilidad: 30mA.
- N° de polos: 2P.

Circuito C.T. 1B:

Sección del cable: 1 x 1,5/1,5 + TT 1,5 mm².

- Interruptor automático magnetotérmico de la marca Merlin Gerin:

Características principales:

- Calibre: 10A.
- Poder de corte: 15kA.
- N° de polos: I + N.
- Curva: D.

- Interruptor automático diferencial de la marca Merlin Gerin:

Características principales:

- Calibre: 10A.
- Sensibilidad: 30mA.
- N° de polos: 2P.

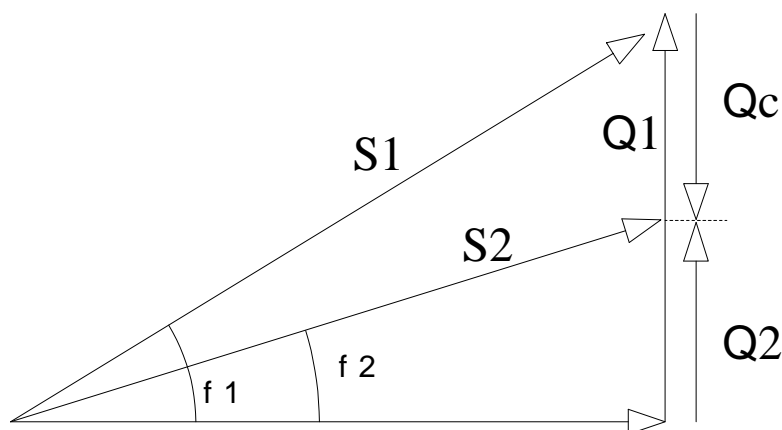
Circuito C.T. 1C:

Sección del cable: 1 x 1,5/1,5 + TT 1,5 mm².

- Interruptor automático magnetotérmico de la marca Merlin Gerin:
Características principales:
 - Calibre: 10A.
 - Poder de corte: 15kA.
 - N° de polos: I + N.
 - Curva: D.
- Interruptor automático diferencial de la marca Merlin Gerin:
Características principales:
 - Calibre: 10A.
 - Sensibilidad: 30mA.
 - N° de polos: 4P

1.9 CORRECCIÓN DEL FACTOR DE POTENCIA

El cálculo de la potencia reactiva Q_c , de una batería de condensadores para corregir el factor de potencia de de un receptor de potencia activa P , desde un valor de $\cos\varphi_1$, a otro de $\cos\varphi_2$, se hace según el triangulo de potencias representado.



La potencia reactiva inicial de la instalación es:

$$Q_1 = P \cdot \operatorname{tg}\varphi_1$$

La potencia reactiva final después de conectar los condensadores es:

$$Q_2 = P \cdot \operatorname{tg}\varphi_2$$



Por tanto, la potencia reactiva compensada por los condensadores será:

$$Q_c = Q_1 - Q_2 = P * (\operatorname{tg}\varphi_1 - \operatorname{tg}\varphi_2)$$

Los cálculos realizados para la obtención de la energía reactiva a compensar se exponen en el documento Cálculos del presente proyecto.

Xabier Guerrero Castiella



ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE INGENIEROS INDUSTRIALES Y DE TELECOMUNICACIÓN

Titulación:

INGENIERO TÉCNICO INDUSTRIAL ELÉCTRICO

Título del proyecto:

“INSTALACIÓN ELÉCTRICA EN BAJA
TENSIÓN Y C.T. DE UNA NAVE
INDUSTRIAL”

2.CÁLCULOS

Alumno: Xabier Guerrero Castiella

Tutor: José Javier Crespo Ganuza

Pamplona, Abril de 2012



ÍNDICE

2.1 Cálculos luminotécnicos	5
2.1.1 Introducción.....	5
2.1.2 Cálculos de iluminación interior.....	5
2.1.3 Cálculos de iluminación exterior.....	21
2.1.4 Cálculos de iluminación de emergencia y señalización.....	23
2.2 Cálculos de las secciones de los conductores	29
2.2.1 Introducción.....	29
2.2.2 Cálculos realizados.....	29
2.2.2.1 Demanda de potencias.....	31
2.2.2.2 Acometida.....	32
2.2.2.3 Cuadro 1.....	32
2.2.2.4 Cuadro 2.....	39
2.2.2.4.1 Subcuadro tomas de corriente 2.....	44
2.2.2.5 Cuadro 3.....	47
2.2.2.5.1 Subcuadro tomas de corriente 3.....	52
2.2.2.6 Cuadro 4.....	56
2.2.2.6.1 Subcuadro tomas de corriente 4.....	58
2.2.2.7 Cuadro 5.....	62
2.2.2.7.1 Subcuadro tomas de corriente 5.....	65
2.2.2.8 Cuadro 6.....	69
2.2.2.8.1 Subcuadro tomas de corriente 6.....	71
2.2.2.9 Cuadro 7.....	74
2.2.2.10 Cuadro 8.....	77
2.2.2.11 Climatización.....	88
2.2.3 Diámetro de los tubos protectores.....	89
2.3 Cálculo de las corrientes de cortocircuito	89
2.3.1 Introducción.....	89
2.3.2 Cálculos realizados.....	90
2.3.3 Resultados.....	90
2.4 Cálculo de puesta a tierra	90
2.4.1 Datos de partida.....	90
2.4.2 Instalación de puesta a tierra.....	91
2.5 Cálculo del centro de transformación	93
2.5.1 Intensidad de alta tensión.....	93
2.5.2 Intensidad de baja tensión.....	94
2.5.3 Cortocircuitos.....	96



2.5.3.1	Corriente de cortocircuito en el lado de alta tensión.....	94
2.5.3.2	Corriente de cortocircuito en el lado de baja tensión.....	95
2.5.4	Selección del fusible de media tensión.....	95
2.5.5	Selección de los conductores del centro de transformación.....	96
2.5.5.1	Conexión celdas-transformador.....	96
2.5.5.2	Conexión transformador-cuadro baja tensión.....	96
2.5.6	Cálculo del alumbrado.....	96
2.5.6.1	Alumbrado del centro de transformación.....	96
2.5.6.2	Alumbrado de emergencia.....	97
2.5.7	Cuadro de baja tensión del centro de transformación.....	98
2.5.8	Dimensionado de los conductores del centro de transformación.....	98
2.5.9	Dimensionado de la ventilación del centro de transformación.....	99
2.5.10	Dimensionado del pozo apagafuegos.....	99
2.5.11	Cálculo de la instalación de puesta a tierra.....	100
2.5.11.1	Método empleado en la instalación de puesta a tierra.....	101
2.5.11.2	Cálculo de la resistencia del sistema de tierras.....	103
2.5.11.3	Cálculo de las tensiones en el exterior de la instalación.....	105
2.5.11.4	Cálculo de las tensiones en el interior de la instalación.....	106
2.5.11.5	Cálculo de las tensiones aplicadas.....	106
2.5.11.6	Investigación de tensiones transferibles al exterior.....	107
2.5.11.7	Corrección y ajuste del diseño inicial estableciendo el definitivo.....	108
2.6	Cálculo de compensación del factor de potencia.....	108
2.6.1	Cálculo de la energía reactiva.....	108
2.6.2	Cálculo de la línea de alimentación de las baterías.....	109
2.6.3	Justificación de la mejora del factor de potencia.....	109
2.7	Anexo de tablas.....	110
2.7.1	Potencia de la maquinaria.....	110
2.7.2	Previsión de cargas en la maquinaria.....	111
2.7.3	Alumbrado.....	112
2.7.4	Previsión de cargas de alumbrado.....	112
2.7.5	Lamparas	113
2.7.6	Nº de luminarias mínimas	113
2.7.7	Cálculo de lámparas	114
2.7.8	Alumbrado de emergencia.....	114
2.7.9	Interruptores y tomas de corriente.....	116
2.7.9.1	Zona oficinas	116
2.7.9.1.1	Prevision de cargas de las tomas de corriente.....	117
2.7.9.2	Zona taller.....	117
2.7.9.3	Centro de transformación.....	118
2.7.10	Calculo de protecciones.....	118
2.7.10.1	Variables de la línea.....	118
2.7.10.2	Valores de C.....	118
2.7.10.3	Calculo de líneas.....	118
2.7.10.4	Calculo de las intensidades de cortocircuito.....	122
2.7.10.5	Características calculadas de las protecciones magnetotérmicas.....	122



2.7.10.6 Características calculadas de los interruptores diferenciales.....	123
2.7.10.7 Contactores.....	123



2.1 CÁLCULOS LUMINOTÉCNICOS

2.1.1 INTRODUCCIÓN

A la hora de instalar las luminarias se deben de hacer una serie de cálculos luminotécnicos que nos permitan conocer, una vez elegidas el tipo de lámparas para cada estancia, el número y la distribución de estas para lograr una iluminación óptima y eficaz para poder trabajar en condiciones.

Para la realización del proyecto de iluminación interior seguiremos el método descrito en la memoria.

2.1.2 CÁLCULOS DE ILUMINACIÓN INTERIOR

A continuación se procede a realizar los cálculos para cada estancia. Se ha dividido el edificio en zonas tal como se indica en los planos para hacer más cómodo el cálculo.

TALLER:

Dimensiones del local:

$$\begin{aligned} A \text{ (m)} &= 29.2 \text{ m} \\ L \text{ (m)} &= 59.55 \text{ m} \\ H \text{ (m)} &= 8 \text{ m} \\ S \text{ (m)} &= 1738.86 \text{ m}^2 \end{aligned}$$

Nivel de iluminación: 600 lux

Tipo de iluminación: Directa

Tipo de lámpara: Lámpara de Halogenuros Metálicos, HPI Plus de Philips, 400 W.

Tipo de luminaria: Modelo: Cabana; Ref: HPK 150

Flujo luminoso de la lámpara: 32500 lúmenes

Factor de mantenimiento: 0.68

Reflectancias efectivas: Techo 70 %, Paredes 30 %

Coefficiente de utilización: 0,73

Índice del local:

$$\begin{aligned} K &= L \cdot A / (L + A) \cdot H \\ K &= 2.45 \end{aligned}$$

Nº de lámparas necesarias:

$$\begin{aligned} N^\circ &= E \cdot S / Cu \cdot Cm \cdot \Phi \\ N^\circ &= 65 \text{ lámparas} \end{aligned}$$

d = distancia vertical de los focos al plano útil de trabajo

$$d = 4/5(h - 0,85) \Rightarrow 4/5 \cdot (8 - 0,85) = 5,7 \text{ m}$$

e = distancia horizontal entre dos focos contiguos



$$e/d \leq 1,5 \rightarrow e < 1,5 * d \Rightarrow e \leq 8,55 \text{ m}$$

e' = distancia horizontal desde los aparatos extremos de una fila al muro perpendicular a esa fila

$$e' = e/2 \Rightarrow e' = 4,27 \text{ m}$$

n = número mínimo de aparatos de alumbrado según la longitud del local

$$n = L / 1,5 * d \Rightarrow n = 7$$

n' = número mínimo de aparatos de alumbrado según la anchura del local

$$n' = A / 1,5 * d \Rightarrow n' = 4$$

Solución: 65 lámparas.
65 luminarias.

Potencia: 26000 W.

**VESTUARIO HOMBRES :****Dimensiones del local:**

$$A \text{ (m)} = 3.88 \text{ m}$$

$$L \text{ (m)} = 9.45 \text{ m}$$

$$H \text{ (m)} = 3 \text{ m}$$

$$S \text{ (m)} = 36.5 \text{ m}^2$$

Nivel de iluminación: 200 lux**Tipo de iluminación:** Directa**Tipo de lámpara:** Lámpara fluorescente; Marca Philips; MASTER TL-D Super 80 58W/840 SLV;**Tipo de luminaria:** Marca Philips; Modelo: Pacific; Ref: TCW596 2xTL-D58W IC LW D6TW3**Flujo luminoso de la lámpara:** 5200 lúmenes**Factor de mantenimiento:** 0,7**Reflectancias efectivas:** Techo 70 %, Paredes 30 %**Coefficiente de utilización:** 0,31**Índice del local:**

$$K = L * A / (L + A) * H$$

$$K = 0.91$$

Nº de lámparas necesarias:

$$N^{\circ} = E * S / Cu * Cm * \Phi$$

$$N^{\circ} = 8 \text{ lámparas}$$

d = distancia vertical de los focos al plano útil de trabajo

$$d = 3 \text{ m.}$$

e = distancia horizontal entre dos focos contiguos

$$e/d \leq 1,5 \Rightarrow e < 1,5 * d \Rightarrow e \leq 4,5 \text{ m}$$

e' = distancia horizontal desde los aparatos extremos de una fila al muro perpendicular a esa fila

$$e' = e/2 \Rightarrow e' = 2,25 \text{ m}$$

n = número mínimo de aparatos de alumbrado según la longitud del local

$$n = L / 1,5 * d \Rightarrow n = 3$$

n' = número mínimo de aparatos de alumbrado según la anchura del local

$$n' = A / 1,5 * d \Rightarrow n' = 1$$

Solución: 8 lámparas.

4 luminarias.

Potencia: 464 W.

VESTUARIO MUJERES :**Dimensiones del local:**

$$A \text{ (m)} = 3.88 \text{ m}$$

$$L \text{ (m)} = 9.45 \text{ m}$$

$$H \text{ (m)} = 3 \text{ m}$$

$$S \text{ (m)} = 36.5 \text{ m}^2$$

Nivel de iluminación: 200 lux

Tipo de iluminación: Directa

Tipo de lámpara: Lámpara fluorescente; Marca Philips; MASTER TL-D Super 80 58W/840 SLV;

Tipo de luminaria: Marca Philips; Modelo: Pacific; Ref: TCW596 2xTL-D58W IC LW D6TW3

Flujo luminoso de la lámpara: 5200 lúmenes

Factor de mantenimiento: 0,7

Reflectancias efectivas: Techo 70 %, Paredes 30 %

Coefficiente de utilización: 0,31

Índice del local:

$$K = L * A / (L + A) * H$$

$$K = 0.91$$

Nº de lámparas necesarias:

$$N^{\circ} = E * S / Cu * Cm * \Phi$$

$$N^{\circ} = 8 \text{ lámparas}$$

d = distancia vertical de los focos al plano útil de trabajo

$$d = 3 \text{ m.}$$

e = distancia horizontal entre dos focos contiguos

$$e/d \leq 1,5 \Rightarrow e < 1,5 * d \Rightarrow e \leq 4,5 \text{ m}$$

e' = distancia horizontal desde los aparatos extremos de una fila al muro perpendicular a esa fila

$$e' = e/2 \Rightarrow e' = 2,25 \text{ m}$$

n = número mínimo de aparatos de alumbrado según la longitud del local

$$n = L / 1,5 * d \Rightarrow n = 3$$

n' = número mínimo de aparatos de alumbrado según la anchura del local

$$n' = A / 1,5 * d \Rightarrow n' = 1$$

Solución: 8 lámparas.

4 luminarias.

Potencia: 464 W.

ALMACÉN:**Dimensiones del local:**

$$\begin{aligned} A \text{ (m)} &= 5.6 \text{ m} \\ L \text{ (m)} &= 8.85 \text{ m} \\ H \text{ (m)} &= 3 \text{ m} \\ S \text{ (m)} &= 49.56 \text{ m}^2 \end{aligned}$$

Nivel de iluminación: 200 lux**Tipo de iluminación:** Directa**Tipo de lámpara:** Lámpara fluorescente; Marca Philips; MASTER TL-D Super 80 58W/840 SLV;**Tipo de luminaria:** Marca Philips; Modelo: Pacific; Ref: TCW596 2xTL-D58W IC LW D6TW3**Flujo luminoso de la lámpara:** 5200 lúmenes**Factor de mantenimiento:** 0,75**Reflectancias efectivas:** Techo 70 %, Paredes 30 %**Coefficiente de utilización:** 0,44**Índice del local:**

$$\begin{aligned} K &= L * A / (L + A) * H \\ K &= 1,14 \end{aligned}$$

Nº de lámparas necesarias:

$$\begin{aligned} N^\circ &= E * S / Cu * Cm * \Phi \\ N^\circ &= 6 \text{ lámparas} \end{aligned}$$

d = distancia vertical de los focos al plano útil de trabajo

$$d = 2,5 \text{ m.}$$

e = distancia horizontal entre dos focos contiguos

$$e/d \leq 1,5 \Rightarrow e < 1,5 * d \Rightarrow e \leq 3,75 \text{ m}$$

e' = distancia horizontal desde los aparatos extremos de una fila al muro perpendicular a esa fila

$$e' = e/2 \Rightarrow e' = 1,87 \text{ m}$$

n = número mínimo de aparatos de alumbrado según la longitud del local

$$n = L / 1,5 * d \Rightarrow n = 3$$

n' = número mínimo de aparatos de alumbrado según la anchura del local

$$n' = A / 1,5 * d \Rightarrow n' = 1$$

Solución: 6 lámparas.

3 luminarias.

Potencia: 348 W.

OFICINA1:**Dimensiones del local:**

$$A \text{ (m)} = 3.45 \text{ m}$$

$$L \text{ (m)} = 4.5 \text{ m}$$

$$H \text{ (m)} = 3 \text{ m}$$

$$S \text{ (m)} = 15.5 \text{ m}^2$$

Nivel de iluminación: 750 lux

Tipo de iluminación: Directa

Tipo de lámpara: Lámpara fluorescente; Marca Philips; MASTER TL-D Super 80 58W/840 SLV;

Tipo de luminaria: Marca Philips; Modelo: Pacific; Ref: TCW596 2xTL-D58W IC LW D6 TW3;

Flujo luminoso de la lámpara: 5200 lúmenes

Factor de mantenimiento: 0,8

Reflectancias efectivas: Techo 70 %, Paredes 30 %

Coefficiente de utilización: 0,51

Índice del local:

$$K = L * A / (L + A) * H$$

$$K = 0.65$$

Nº de lámparas necesarias:

$$N^{\circ} = E * S / Cu * Cm * \Phi$$

$$N^{\circ} = 6 \text{ lámparas}$$

d = distancia vertical de los focos al plano útil de trabajo

$$d = 2,5 \text{ m.}$$

e = distancia horizontal entre dos focos contiguos

$$e/d \leq 1,5 \Rightarrow e < 1,5 * d \Rightarrow e \leq 3,75 \text{ m}$$

e' = distancia horizontal desde los aparatos extremos de una fila al muro perpendicular a esa fila

$$e' = e/2 \Rightarrow e' = 1,87 \text{ m}$$

n = número mínimo de aparatos de alumbrado según la longitud del local

$$n = L / 1,5 * d \Rightarrow n = 2$$

n' = número mínimo de aparatos de alumbrado según la anchura del local

$$n' = A / 1,5 * d \Rightarrow n' = 1$$

Solución: 6 lámparas.

3 luminarias.

Potencia: 348 W.

OFICINA2:**Dimensiones del local:**

$$\begin{aligned} A \text{ (m)} &= 3.45 \text{ m} \\ L \text{ (m)} &= 4.2 \text{ m} \\ H \text{ (m)} &= 3 \text{ m} \\ S \text{ (m)} &= 14.49 \text{ m}^2 \end{aligned}$$

Nivel de iluminación: 750 lux**Tipo de iluminación:** Directa**Tipo de lámpara:** Lámpara fluorescente; Marca Philips; MASTER TL-D Super 80 58W/840 SLV;**Tipo de luminaria:** Marca Philips; Modelo: Pacific; Ref: TCW596 2xTL-D58W IC LW D6 TW3;**Flujo luminoso de la lámpara:** 5200 lúmenes**Factor de mantenimiento:** 0,8**Reflectancias efectivas:** Techo 70 %, Paredes 30 %**Coefficiente de utilización:** 0,51**Índice del local:**

$$\begin{aligned} K &= L \cdot A / (L+A) \cdot H \\ K &= 0.63 \end{aligned}$$

Nº de lámparas necesarias:

$$\begin{aligned} N^\circ &= E \cdot S / Cu \cdot Cm \cdot \Phi \\ N^\circ &= 6 \text{ lámparas} \end{aligned}$$

d = distancia vertical de los focos al plano útil de trabajo

$$d = 2,5 \text{ m.}$$

e = distancia horizontal entre dos focos contiguos

$$e/d \leq 1,5 \Rightarrow e < 1,5 \cdot d \Rightarrow e \leq 3,75 \text{ m}$$

e' = distancia horizontal desde los aparatos extremos de una fila al muro perpendicular a esa fila

$$e' = e/2 \Rightarrow e' = 1,87 \text{ m}$$

n = número mínimo de aparatos de alumbrado según la longitud del local

$$n = L / 1,5 \cdot d \Rightarrow n = 2$$

n' = número mínimo de aparatos de alumbrado según la anchura del local

$$n' = A / 1,5 \cdot d \Rightarrow n' = 1$$

Solución: 6 lámparas.

3 luminarias.

Potencia: 348 W.

**OFICINA3:****Dimensiones del local:**

$$\begin{aligned} A \text{ (m)} &= 3.5 \text{ m} \\ L \text{ (m)} &= 4.5 \text{ m} \\ H \text{ (m)} &= 3 \text{ m} \\ S \text{ (m)} &= 15.75 \text{ m}^2 \end{aligned}$$

Nivel de iluminación: 750 lux**Tipo de iluminación:** Directa**Tipo de lámpara:** Lámpara fluorescente; Marca Philips; MASTER TL-D Super 80 58W/840 SLV;**Tipo de luminaria:** Marca Philips; Modelo: Pacific; Ref: TCW596 2xTL-D58W IC LW D6 TW3;**Flujo luminoso de la lámpara:** 5200 lúmenes**Factor de mantenimiento:** 0,8**Reflectancias efectivas:** Techo 70 %, Paredes 30 %**Coefficiente de utilización:** 0,51**Índice del local:**

$$\begin{aligned} K &= L * A / (L + A) * H \\ K &= 0.65 \end{aligned}$$

Nº de lámparas necesarias:

$$\begin{aligned} N^\circ &= E * S / Cu * Cm * \Phi \\ N^\circ &= 6 \text{ lámparas} \end{aligned}$$

d = distancia vertical de los focos al plano útil de trabajo

$$d = 2,5 \text{ m.}$$

e = distancia horizontal entre dos focos contiguos

$$e/d \leq 1,5 \Rightarrow e < 1,5 * d \Rightarrow e \leq 3,75 \text{ m}$$

e' = distancia horizontal desde los aparatos extremos de una fila al muro perpendicular a esa fila

$$e' = e/2 \Rightarrow e' = 1,87 \text{ m}$$

n = número mínimo de aparatos de alumbrado según la longitud del local

$$n = L / 1,5 * d \Rightarrow n = 2$$

n' = número mínimo de aparatos de alumbrado según la anchura del local

$$n' = A / 1,5 * d \Rightarrow n' = 1$$

Solución: 6 lámparas.

3 luminarias.

Potencia: 348 W.

**OFICINA4:****Dimensiones del local:**

$$\begin{aligned} A \text{ (m)} &= 3.5 \text{ m} \\ L \text{ (m)} &= 4.2 \text{ m} \\ H \text{ (m)} &= 3 \text{ m} \\ S \text{ (m)} &= 14.7 \text{ m}^2 \end{aligned}$$

Nivel de iluminación: 750 lux**Tipo de iluminación:** Directa**Tipo de lámpara:** Lámpara fluorescente; Marca Philips; MASTER TL-D Super 80 58W/840 SLV;**Tipo de luminaria:** Marca Philips; Modelo: Pacific; Ref: TCW596 2xTL-D58W IC LW D6 TW3;**Flujo luminoso de la lámpara:** 5200 lúmenes**Factor de mantenimiento:** 0,8**Reflectancias efectivas:** Techo 70 %, Paredes 30 %**Coefficiente de utilización:** 0,51**Índice del local:**

$$\begin{aligned} K &= L \cdot A / (L+A) \cdot H \\ K &= 0.65 \end{aligned}$$

Nº de lámparas necesarias:

$$\begin{aligned} N^\circ &= E \cdot S / Cu \cdot Cm \cdot \Phi \\ N^\circ &= 6 \text{ lámparas} \end{aligned}$$

d = distancia vertical de los focos al plano útil de trabajo

$$d = 2,5 \text{ m.}$$

e = distancia horizontal entre dos focos contiguos

$$e/d \leq 1,5 \Rightarrow e < 1,5 \cdot d \Rightarrow e \leq 3,75 \text{ m}$$

e' = distancia horizontal desde los aparatos extremos de una fila al muro perpendicular a esa fila

$$e' = e/2 \Rightarrow e' = 1,87 \text{ m}$$

n = número mínimo de aparatos de alumbrado según la longitud del local

$$n = L / 1,5 \cdot d \Rightarrow n = 2$$

n' = número mínimo de aparatos de alumbrado según la anchura del local

$$n' = A / 1,5 \cdot d \Rightarrow n' = 1$$

Solución: 6 lámparas.

3 luminarias.

Potencia: 348 W.



ASEO :

Dimensiones del local:

$$\begin{aligned} \mathbf{A (m)} &= 2.66 \text{ m} \\ \mathbf{L (m)} &= 3.85 \text{ m} \\ \mathbf{H (m)} &= 3 \text{ m} \\ \mathbf{S (m)} &= 10.24 \text{ m}^2 \end{aligned}$$

Nivel de iluminación: 200 lux

Tipo de iluminación: Directa

Tipo de lámpara: Lámpara fluorescente de bajo consumo; Marca Philips; MASTER PL-S 9W/827/2P 1CT;

Tipo de luminaria: Marca Legrand; Aplique estanco y redondo; Ref: 620 01;

Flujo luminoso de la lámpara: 600 lúmenes

Factor de mantenimiento: 0,7

Reflectancias efectivas: Techo 70 %, Paredes 30 %

Coefficiente de utilización: 0,38

Índice del local:

$$\begin{aligned} \mathbf{K} &= \mathbf{L * A / (L + A) * H} \\ \mathbf{K} &= 0,52 \end{aligned}$$

Nº de lámparas necesarias:

$$\begin{aligned} \mathbf{N^\circ} &= \mathbf{E * S / Cu * Cm * \Phi} \\ \mathbf{N^\circ} &= 12 \text{ lámparas} \end{aligned}$$

d = distancia vertical de los focos al plano útil de trabajo

$$d = 3 \text{ m.}$$

e = distancia horizontal entre dos focos contiguos

$$e/d \leq 1,5 \rightarrow e < 1,5 * d \Rightarrow e \leq 4,5 \text{ m}$$

e' = distancia horizontal desde los aparatos extremos de una fila al muro perpendicular a esa fila

$$e' = e/2 \Rightarrow e' = 2,25 \text{ m}$$

n = número mínimo de aparatos de alumbrado según la longitud del local

$$n = L / 1,5 * d \Rightarrow n = 1$$

n' = número mínimo de aparatos de alumbrado según la anchura del local

$$n' = A / 1,5 * d \Rightarrow n' = 1$$

Solución: 12 lámparas.

6 luminarias.

Potencia: 108 W.

**PASILLO 1 :****Dimensiones del local:**

$$A \text{ (m)} = 2 \text{ m}$$

$$L \text{ (m)} = 9 \text{ m}$$

$$H \text{ (m)} = 3 \text{ m}$$

$$S \text{ (m)} = 18 \text{ m}^2$$

Nivel de iluminación: 200 lux

Tipo de iluminación: Directa

Tipo de lámpara: Lámpara fluorescente compactas; Marca Osram; DULUX F 36W/840 2G10 FS1;

Tipo de luminaria: Marca Osram; Modelo: DULRONDEL FP WT 36W FS1;

Flujo luminoso de la lámpara: 2800 lúmenes

Factor de mantenimiento: 0,75

Reflectancias efectivas: Techo 70 %, Paredes 30 %

Coefficiente de utilización: 0,33

Índice del local:

$$K = L \cdot A / (L + A) \cdot H$$

$$K = 0,54$$

Nº de lámparas necesarias:

$$N^\circ = E \cdot S / Cu \cdot Cm \cdot \Phi$$

$$N^\circ = 6 \text{ lámparas}$$

d = distancia vertical de los focos al plano útil de trabajo

$$d = 3 \text{ m.}$$

e = distancia horizontal entre dos focos contiguos

$$e/d \leq 1,5 \rightarrow e < 1,5 \cdot d \Rightarrow e \leq 4,5 \text{ m}$$

e' = distancia horizontal desde los aparatos extremos de una fila al muro perpendicular a esa fila

$$e' = e/2 \Rightarrow e' = 2,25 \text{ m}$$

n = número mínimo de aparatos de alumbrado según la longitud del local

$$n = L / 1,5 \cdot d \Rightarrow n = 2$$

n' = número mínimo de aparatos de alumbrado según la anchura del local

$$n' = A / 1,5 \cdot d \Rightarrow n' = 1$$

Solución: 6 lámparas.

6 luminarias.

Potencia: 216 W.

**PASILLO 2 :****Dimensiones del local:**

$$A \text{ (m)} = 2 \text{ m}$$

$$L \text{ (m)} = 15 \text{ m}$$

$$H \text{ (m)} = 3 \text{ m}$$

$$S \text{ (m)} = 30 \text{ m}^2$$

Nivel de iluminación: 200 lux

Tipo de iluminación: Directa

Tipo de lámpara: Lámpara fluorescente compactas; Marca Osram; DULUX F 36W/840 2G10 FS1;

Tipo de luminaria: Marca Osram; Modelo: DULRONDEL FP WT 36W FS1;

Flujo luminoso de la lámpara: 2800 lúmenes

Factor de mantenimiento: 0,75

Reflectancias efectivas: Techo 70 %, Paredes 30 %

Coefficiente de utilización: 0,33

Índice del local:

$$K = L \cdot A / (L + A) \cdot H$$

$$K = 0,58$$

Nº de lámparas necesarias:

$$N^\circ = E \cdot S / C_u \cdot C_m \cdot \Phi$$

$$N^\circ = 9 \text{ lámparas}$$

d = distancia vertical de los focos al plano útil de trabajo

$$d = 3 \text{ m.}$$

e = distancia horizontal entre dos focos contiguos

$$e/d \leq 1,5 \rightarrow e < 1,5 \cdot d \Rightarrow e \leq 4,5 \text{ m}$$

e' = distancia horizontal desde los aparatos extremos de una fila al muro perpendicular a esa fila

$$e' = e/2 \Rightarrow e' = 2,25 \text{ m}$$

n = número mínimo de aparatos de alumbrado según la longitud del local

$$n = L / 1,5 \cdot d \Rightarrow n = 4$$

n' = número mínimo de aparatos de alumbrado según la anchura del local

$$n' = A / 1,5 \cdot d \Rightarrow n' = 1$$

Solución: 9 lámparas.

9 luminarias.

Potencia: 324 W.

SALA DE REUNIONES:**Dimensiones del local:**

$$A \text{ (m)} = 3.85 \text{ m}$$

$$L \text{ (m)} = 9.4 \text{ m}$$

$$H \text{ (m)} = 3 \text{ m}$$

$$S \text{ (m)} = 36.2 \text{ m}^2$$

Nivel de iluminación: 500 lux

Tipo de iluminación: Directa

Tipo de lámpara: Lámpara fluorescente; Marca Philips; MASTER TL-D Super 80 58W/840 SLV;

Tipo de luminaria: Marca Philips; Modelo: Pacific; Ref: TCW596 2xTL-D58W IC LW D6 TW3;

Flujo luminoso de la lámpara: 5200 lúmenes

Factor de mantenimiento: 0,8

Reflectancias efectivas: Techo 70 %, Paredes 30 %

Coefficiente de utilización: 0,44

Índice del local:

$$K = L * A / (L + A) * H$$

$$K = 0.91$$

Nº de lámparas necesarias:

$$N^{\circ} = E * S / Cu * Cm * \Phi$$

$$N^{\circ} = 12 \text{ lámparas}$$

d = distancia vertical de los focos al plano útil de trabajo

$$d = 2,5 \text{ m.}$$

e = distancia horizontal entre dos focos contiguos

$$e/d \leq 1,5 \Rightarrow e < 1,5 * d \Rightarrow e \leq 3,75 \text{ m}$$

e' = distancia horizontal desde los aparatos extremos de una fila al muro perpendicular a esa fila

$$e' = e/2 \Rightarrow e' = 1,87 \text{ m}$$

n = número mínimo de aparatos de alumbrado según la longitud del local

$$n = L / 1,5 * d \Rightarrow n = 2$$

n' = número mínimo de aparatos de alumbrado según la anchura del local

$$n' = A / 1,5 * d \Rightarrow n' = 2$$

Solución: 12 lámparas.

6 luminarias.

Potencia: 696 W.

**SALA DE DESCANSO:****Dimensiones del local:**

$$\begin{aligned} A \text{ (m)} &= 5.4 \text{ m} \\ L \text{ (m)} &= 7.91 \text{ m} \\ H \text{ (m)} &= 3 \text{ m} \\ S \text{ (m)} &= 42.7 \text{ m}^2 \end{aligned}$$

Nivel de iluminación: 500 lux**Tipo de iluminación:** Directa**Tipo de lámpara:** Lámpara fluorescente; Marca Philips; MASTER TL-D Super 80 58W/840 SLV;**Tipo de luminaria:** Marca Philips; Modelo: Pacific; Ref: TCW596 2xTL-D58W IC LW D6 TW3;**Flujo luminoso de la lámpara:** 5200 lúmenes**Factor de mantenimiento:** 0,8**Reflectancias efectivas:** Techo 70 %, Paredes 30 %**Coefficiente de utilización:** 0.44**Índice del local:**

$$\begin{aligned} K &= L \cdot A / (L+A) \cdot H \\ K &= 1.06 \end{aligned}$$

Nº de lámparas necesarias:

$$\begin{aligned} N^\circ &= E \cdot S / Cu \cdot Cm \cdot \Phi \\ N^\circ &= 12 \text{ lámparas} \end{aligned}$$

d = distancia vertical de los focos al plano útil de trabajo

$$d = 2,5 \text{ m.}$$

e = distancia horizontal entre dos focos contiguos

$$e/d \leq 1,5 \Rightarrow e < 1,5 \cdot d \Rightarrow e \leq 3,75 \text{ m}$$

e' = distancia horizontal desde los aparatos extremos de una fila al muro perpendicular a esa fila

$$e' = e/2 \Rightarrow e' = 1,87 \text{ m}$$

n = número mínimo de aparatos de alumbrado según la longitud del local

$$n = L / 1,5 \cdot d \Rightarrow n = 2$$

n' = número mínimo de aparatos de alumbrado según la anchura del local

$$n' = A / 1,5 \cdot d \Rightarrow n' = 2$$

Solución: 12 lámparas.

6 luminarias.

Potencia: 696 W.

ARCHIVO:**Dimensiones del local:**

$$A \text{ (m)} = 3.65 \text{ m}$$

$$L \text{ (m)} = 6 \text{ m}$$

$$H \text{ (m)} = 3 \text{ m}$$

$$S \text{ (m)} = 22 \text{ m}^2$$

Nivel de iluminación: 200 lux

Tipo de iluminación: Directa

Tipo de lámpara: Lámpara fluorescente; Marca Philips; MASTER TL-D Super 80 58W/840 SLV;

Tipo de luminaria: Marca Philips; Modelo: Pacific; Ref: TCW596 2xTL-D58W IC LW D6 TW3;

Flujo luminoso de la lámpara: 5200 lúmenes

Factor de mantenimiento: 0,75

Reflectancias efectivas: Techo 70 %, Paredes 30 %

Coefficiente de utilización: 0,5

Índice del local:

$$K = L * A / (L + A) * H$$

$$K = 0,75$$

Nº de lámparas necesarias:

$$N^{\circ} = E * S / Cu * Cm * \Phi$$

$$N^{\circ} = 2 \text{ lámparas}$$

d = distancia vertical de los focos al plano útil de trabajo

$$d = 2,5 \text{ m.}$$

e = distancia horizontal entre dos focos contiguos

$$e/d \leq 1,5 \Rightarrow e < 1,5 * d \Rightarrow e \leq 3,75 \text{ m}$$

e' = distancia horizontal desde los aparatos extremos de una fila al muro perpendicular a esa fila

$$e' = e/2 \Rightarrow e' = 1,87 \text{ m}$$

n = número mínimo de aparatos de alumbrado según la longitud del local

$$n = L / 1,5 * d \Rightarrow n = 1$$

n' = número mínimo de aparatos de alumbrado según la anchura del local

$$n' = A / 1,5 * d \Rightarrow n' = 1$$

Solución: 2 lámparas.

1 luminarias.

Potencia: 116 W.



ADMINISTRACIÓN Y RECEPCION:

Dimensiones del local:

$$\begin{aligned} A \text{ (m)} &= 6 \text{ m} \\ L \text{ (m)} &= 11.2 \text{ m} \\ H \text{ (m)} &= 3 \text{ m} \\ S \text{ (m)} &= 67.2 \text{ m}^2 \end{aligned}$$

Nivel de iluminación: 750 lux

Tipo de iluminación: Directa

Tipo de lámpara: Lámpara fluorescente; Marca Philips; MASTER TL-D Super 80 58W/840 SLV;

Tipo de luminaria: Marca Philips; Modelo: Pacific; Ref: TCW596 2xTL-D58W IC LW D6 TW3;

Flujo luminoso de la lámpara: 5200 lúmenes

Factor de mantenimiento: 0,8

Reflectancias efectivas: Techo 70 %, Paredes 30 %

Coefficiente de utilización: 0,52

Índice del local:

$$\begin{aligned} K &= L * A / (L + A) * H \\ K &= 1,42 \end{aligned}$$

Nº de lámparas necesarias:

$$\begin{aligned} N^\circ &= E * S / Cu * Cm * \Phi \\ N^\circ &= 24 \text{ lámparas} \end{aligned}$$

d = distancia vertical de los focos al plano útil de trabajo

$$d = 2,5 \text{ m.}$$

e = distancia horizontal entre dos focos contiguos

$$e/d \leq 1,5 \Rightarrow e < 1,5 * d \Rightarrow e \leq 3,75 \text{ m}$$

e' = distancia horizontal desde los aparatos extremos de una fila al muro perpendicular a esa fila

$$e' = e/2 \Rightarrow e' = 1,87 \text{ m}$$

n = número mínimo de aparatos de alumbrado según la longitud del local

$$n = L / 1,5 * d \Rightarrow n = 3$$

n' = número mínimo de aparatos de alumbrado según la anchura del local

$$n' = A / 1,5 * d \Rightarrow n' = 2$$

Solución: 24 lámparas.

12 luminarias.

Potencia: 1392



2.1.3 CÁLCULOS DE ILUMINACIÓN EXTERIOR

Para el cálculo del alumbrado exterior se ha procedido a diferenciar distintas zonas, en las dos fachadas principales de la nave industrial.

EXTERIOR (Zona 1):

Dimensiones:

$$\begin{aligned} \mathbf{A (m)} &= 8 \text{ m} \\ \mathbf{L (m)} &= 75,5 \text{ m} \\ \mathbf{H (m)} &= 5 \text{ m} \\ \mathbf{S (m)} &= 604 \text{ m}^2 \end{aligned}$$

Nivel de iluminación: 150 lux

Tipo de iluminación: Directa

Tipo de lámpara: Lámpara de halogenuros metálicos; Marca Philips; MASTER HPI-T Plus 250W/645 E40 SLV;

Tipo de luminaria: Philips; Modelo: Tempo; Ref: MWF331 HPI-TP250W K S;

Flujo luminoso de la lámpara: 20500 lm

Factor de mantenimiento: 0,60

Reflectancias efectivas: Techo 70 %, Paredes 50%

Coefficiente de utilización: 0.66

Establecimiento del ángulo de inclinación del proyector:

$$H = D / \tan \alpha$$

Datos:

$$H = 5 \text{ m}$$

$$D = 8 \text{ m}$$

$$\alpha = 58^\circ$$

Lámparas necesarias:

$$N^\circ = E \cdot S / Cu \cdot Cm \cdot \Phi$$

$$N^\circ = 12 \text{ lámparas}$$

Solución: 12 lámparas.
12 luminarias.

Potencia: 3000 W.

EXTERIOR (Zona 2):**Dimensiones:**

$$A \text{ (m)} = 6 \text{ m}$$

$$L \text{ (m)} = 30 \text{ m}$$

$$H \text{ (m)} = 5 \text{ m}$$

$$S \text{ (m)} = 180 \text{ m}^2$$

Nivel de iluminación: 150 lux**Tipo de iluminación:** Directa**Tipo de lámpara:** Lámpara de halogenuros metálicos; Marca Philips; MASTER HPI-T Plus 250W/645 E40 SLV;**Tipo de luminaria:** Philips; Modelo: Tempo; Ref: MWF331 HPI-TP250W K S;**Flujo luminoso de la lámpara:** 20500 lm**Factor de mantenimiento:** 0,60**Reflectancias efectivas:** Techo 70 %, Paredes 50%**Coefficiente de utilización:** 0.64**Establecimiento del ángulo de inclinación del proyector:**

$$H = D / \tan \alpha$$

Datos:

$$H = 5 \text{ m}$$

$$D = 6 \text{ m}$$

$$\alpha = 50,2^\circ$$

Lámparas necesarias:

$$N^\circ = E \cdot S / C_u \cdot C_m \cdot \Phi$$

$$N^\circ = 4 \text{ lámparas}$$

Solución: 4 lámparas.
4 luminarias.**Potencia:** 1000 W.



2.1.4 CÁLCULOS DE ILUMINACIÓN DE EMERGENCIA Y SEÑALIZACIÓN

TALLER

Área del local: 1738. m²

Proporción: 5 lúmenes / m²

Flujo necesario: 7394 lm

Tipo de lámpara: Lámpara de emergencia y señalización; Marca Legrand; Ref: B65 615 64 y Ref: G5 617 34; 11W;

Flujo luminoso de la lámpara: 450 y 500 lm

Lámparas necesarias:

$$N^{\circ} = \Phi_{\text{necesario}} / \Phi_{\text{lámpara}}$$

$$N^{\circ} = 17 \text{ lámparas}$$

Solución: 3 luminarias B65 615 64;

21 luminarias G5 617 34;

Lúmenes proporcionados: 11850 lm

Potencia: 264W.

VESTUARIO MUJERES

Área del local: 36.5 m²

Proporción: 5 lúmenes / m²

Flujo necesario: 183 lm

Tipo de lámpara: Lámpara de emergencia y señalización; Marca Legrand; Ref: B65 615 61; 6W;

Flujo luminoso de la lámpara: 90 lm

Lámparas necesarias:

$$N^{\circ} = \Phi_{\text{necesario}} / \Phi_{\text{lámpara}}$$

$$N^{\circ} = 3 \text{ lámparas}$$

Solución: 3 luminarias.

Lúmenes proporcionados: 270 lm

Potencia: 18 W.

VESTUARIO HOMBRES

Área del local: 36.5 m²

Proporción: 5 lúmenes / m²

Flujo necesario: 183 lm

Tipo de lámpara: Lámpara de emergencia y señalización; Marca Legrand; Ref: B65 615 61; 6W;

Flujo luminoso de la lámpara: 90 lm

Lámparas necesarias:



$$N^{\circ} = \Phi_{\text{necesario}} / \Phi_{\text{lámpara}}$$

$$N^{\circ} = 3 \text{ lámparas}$$

Solución: 3 luminarias.

Lúmenes proporcionados: 270 lm

Potencia: 18 W.

ALMACÉN:

Área del local: 49.56 m²

Proporción: 5 lúmenes / m²

Flujo necesario: 248 lm

Tipo de lámpara: Lámpara de emergencia y señalización; Marca Legrand; Ref: B65 615 61; 6W;

Flujo luminoso de la lámpara: 90 lm

Lámparas necesarias:

$$N^{\circ} = \Phi_{\text{necesario}} / \Phi_{\text{lámpara}}$$

$$N^{\circ} = 3 \text{ lámparas}$$

Solución: 3 luminarias.

Lúmenes proporcionados: 270 lm

Potencia: 18 W.

OFICINA1:

Área del local: 15.5 m²

Proporción: 5 lúmenes / m²

Flujo necesario: 78 lm

Tipo de lámpara: Lámpara de emergencia y señalización; Marca Legrand; Ref: B65 615 61; 6W;

Flujo luminoso de la lámpara: 90 lm

Lámparas necesarias:

$$N^{\circ} = \Phi_{\text{necesario}} / \Phi_{\text{lámpara}}$$

$$N^{\circ} = 1 \text{ lámparas}$$

Solución: 1 luminarias.

Lúmenes proporcionados: 90 lm

Potencia: 6 W.

OFICINA2:**Área del local:** 14.5 m²**Proporción:** 5 lúmenes / m²**Flujo necesario:** 73 lm**Tipo de lámpara:** Lámpara de emergencia y señalización; Marca Legrand; Ref: B65 615 61; 6W;**Flujo luminoso de la lámpara:** 90 lm**Lámparas necesarias:**

$$N^{\circ} = \Phi_{\text{necesario}} / \Phi_{\text{lámpara}}$$

$$N^{\circ} = 1 \text{ lámparas}$$

Solución: 1 luminarias.**Lúmenes proporcionados:** 90 lm**Potencia:** 6 W.OFICINA3:**Área del local:** 15.75 m²**Proporción:** 5 lúmenes / m²**Flujo necesario:** 79 lm**Tipo de lámpara:** Lámpara de emergencia y señalización; Marca Legrand; Ref: B65 615 61; 6W;**Flujo luminoso de la lámpara:** 90 lm**Lámparas necesarias:**

$$N^{\circ} = \Phi_{\text{necesario}} / \Phi_{\text{lámpara}}$$

$$N^{\circ} = 1 \text{ lámparas}$$

Solución: 1 luminarias.**Lúmenes proporcionados:** 90 lm**Potencia:** 6 W.OFICINA4:**Área del local:** 14.7 m²**Proporción:** 5 lúmenes / m²**Flujo necesario:** 74 lm**Tipo de lámpara:** Lámpara de emergencia y señalización; Marca Legrand; Ref: B65 615 61; 6W;**Flujo luminoso de la lámpara:** 90 lm**Lámparas necesarias:**

$$N^{\circ} = \Phi_{\text{necesario}} / \Phi_{\text{lámpara}}$$

$$N^{\circ} = 1 \text{ lámparas}$$

Solución: 1 luminarias.**Lúmenes proporcionados:** 90 lm



Potencia: 6 W.

ASEO HOMBRES:

Área del local: 10.24 m²

Proporción: 5 lúmenes / m²

Flujo necesario: 52 lm

Tipo de lámpara: Lámpara de emergencia y señalización; Marca Legrand; Ref: B65 615 61; 6W;

Flujo luminoso de la lámpara: 90 lm

Lámparas necesarias:

$$N^{\circ} = \Phi_{\text{necesario}} / \Phi_{\text{lámpara}}$$

$$N^{\circ} = 1 \text{ lámpara}$$

Solución: 1 luminaria.

Lúmenes proporcionados: 90 lm

Potencia: 6 W.

ASEO MUJERES:

Área del local: 10.24 m²

Proporción: 5 lúmenes / m²

Flujo necesario: 52 lm

Tipo de lámpara: Lámpara de emergencia y señalización; Marca Legrand; Ref: B65 615 61; 6W;

Flujo luminoso de la lámpara: 90 lm

Lámparas necesarias:

$$N^{\circ} = \Phi_{\text{necesario}} / \Phi_{\text{lámpara}}$$

$$N^{\circ} = 1 \text{ lámpara}$$

Solución: 1 luminaria.

Lúmenes proporcionados: 90 lm

Potencia: 6 W.

PASILLO 1 :

Área del local: 18 m²

Proporción: 5 lúmenes / m²

Flujo necesario: 90 lm

Tipo de lámpara: Lámpara de emergencia y señalización; Marca Legrand; Ref: C3 615 08; 6W;

Flujo luminoso de la lámpara: 70 lm

Lámparas necesarias:

$$N^{\circ} = \Phi_{\text{necesario}} / \Phi_{\text{lámpara}}$$

$$N^{\circ} = 2 \text{ lámpara}$$



Solución: 2 luminaria.
Lúmenes proporcionados: 140 lm
Potencia: 12 W.

PASILLO 2 :

Área del local: 30 m²
Proporción: 5 lúmenes / m²
Flujo necesario: 150 lm
Tipo de lámpara: Lámpara de emergencia y señalización; Marca Legrand; Ref: C3 615 08; 6W;
Flujo luminoso de la lámpara: 70 lm
Lámparas necesarias:

$$N^{\circ} = \Phi_{\text{necesario}} / \Phi_{\text{lámpara}}$$

$$N^{\circ} = 3 \text{ lámpara}$$

Solución: 3 luminaria.
Lúmenes proporcionados: 210 lm
Potencia: 18 W.

SALA DE REUNIONES:

Área del local: 36.2 m²
Proporción: 5 lúmenes / m²
Flujo necesario: 181 lm
Tipo de lámpara: Lámpara de emergencia y señalización; Marca Legrand; Ref: C3 615 12; 6W;
Flujo luminoso de la lámpara: 160 lm
Lámparas necesarias:

$$N^{\circ} = \Phi_{\text{necesario}} / \Phi_{\text{lámpara}}$$

$$N^{\circ} = 1 \text{ lámpara}$$

Solución: 1 luminaria.
Lúmenes proporcionados: 160 lm.
Potencia: 6 W.

ARCHIVO:

Área del local: 22 m²
Proporción: 5 lúmenes / m²
Flujo necesario: 110 lm



Tipo de lámpara: Lámpara de emergencia y señalización; Marca Legrand; Ref: C3 615 10; 6W;

Flujo luminoso de la lámpara: 100 lm

Lámparas necesarias:

$$N^{\circ} = \Phi_{\text{necesario}} / \Phi_{\text{lámpara}}$$

$$N^{\circ} = 2 \text{ lámpara}$$

Solución: 2 luminaria.

Lúmenes proporcionados: 200 lm.

Potencia: 12 W.

SALA DE DESCANSO:

Área del local: 42.7 m²

Proporción: 5 lúmenes / m²

Flujo necesario: 214 lm

Tipo de lámpara: Lámpara de emergencia y señalización; Marca Legrand; Ref: C3 615 12; 6W;

Flujo luminoso de la lámpara: 160 lm

Lámparas necesarias:

$$N^{\circ} = \Phi_{\text{necesario}} / \Phi_{\text{lámpara}}$$

$$N^{\circ} = 5 \text{ lámpara}$$

Solución: 5 luminaria.

Lúmenes proporcionados: 160 lm.

Potencia: 30 W.

ADMINISTRACIÓN Y RECEPCION

∴

Área del local: 67.2 m²

Proporción: 5 lúmenes / m²

Flujo necesario: 336 lm

Tipo de lámpara: Lámpara de emergencia y señalización; Marca Legrand; Ref: C3 615 08; 6W;

Flujo luminoso de la lámpara: 70 lm

Lámparas necesarias:

$$N^{\circ} = \Phi_{\text{necesario}} / \Phi_{\text{lámpara}}$$

$$N^{\circ} = 5 \text{ lámparas}$$

Solución: 5 luminarias.

Lúmenes proporcionados: 350 lm.

Potencia: 30 W.



2.2 CÁLCULO DE LAS SECCIONES DE LOS CONDUCTORES

2.2.1 INTRODUCCIÓN

En este apartado se especificarán los pasos seguidos para dimensionar los conductores de todas las líneas, siguiendo las ITC's adecuadas del Reglamento Electrotécnico para Baja Tensión.

2.2.2 CÁLCULOS REALIZADOS

Los cálculos son básicamente iguales para todas las líneas, por lo tanto se indica el proceso y posteriormente se especifica los cables seleccionados. Los pasos a seguir son los siguientes:

1- Se necesitan los siguientes datos de partida:

- Previsión de potencia de los receptores.
- Tipo de receptor (monofásico o trifásico).
- Factor de potencia de los receptores.
- Longitud de las líneas.
- Tensión de las líneas.

2- En primer lugar se calcula la intensidad de cada receptor:

Receptor monofásico

$$I = \frac{P}{V \cos \varphi}$$

Receptor trifásico

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

Donde:

I: Intensidad en A.

P: Previsión de potencia del receptor en W.

V: Tensión de la línea que le suministra en V. En este caso (230/400V).

Cosφ: Factor de potencia del receptor.

Cuando los receptores sean motores la potencia se multiplica por 1.25, ya que según la dicta el Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión en su ITC-BT 47, los conductores que alimenta a motores deben estar dimensionados para una intensidad del 125% de la intensidad a plena carga del motor. Y en el caso en que una línea alimente varios motores, la línea se dimensiona para una intensidad no inferior 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.

En los conductores que suministran corriente a lámparas de descarga se calculara para una carga total de 1.8 veces la potencia nominal.



Otro elemento a tener en cuenta será el factor de corrección, que depende de la temperatura ambiente, tipo de canalización y número de conductores que se alojan en la misma. Por tanto cuando las condiciones reales de instalación sean distintas de las condiciones tipo, la intensidad admisible se deberá corregir aplicando los factores de corrección que vienen recogidos en las ITC-s BT 06 y 07 del Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión.

Por lo tanto para calcular la intensidad definitiva, esta se multiplicara por 1,25 o por 1,8 dependiendo si los receptores son motores o lámparas de descarga, y además, se dividirá por el factor de corrección correspondiente.

3- Una vez conocida la intensidad de cada receptor se hace una elección de que línea va a alimentar a cada receptor de modo que la potencia suministrada por cada uno quede más o menos repartida por igual en todas las líneas, los receptores alimentados por la misma línea estén cercanos y el tipo de receptores a los que va a alimentar. Ya que no es conveniente alimentar por ejemplo la iluminación de la zona de las oficinas, con la misma línea que alimenta algún tipo de maquinaria que pueda provocar unos picos de corriente que harían altibajos en la intensidad de la luz de la oficina etc.

La configuración final de las líneas aparece en los planos.

4- A continuación, también hay que elegir el tipo de conductor que vamos a utilizar y por donde lo vamos a llevar, es decir, los siguientes condicionantes:

- Material del conductor (Aluminio o cobre)
- Tipo de instalación (bajo tubo, al aire, canaleta, bandeja, empotrados...).
- Material aislante (PVC, XLPE)
- Tipo de cable (unipolar, multiconductor)

5- Tras haber tomado la decisión de los puntos 3 y 4 ya se pueden calcular las secciones de los conductores aplicando los siguientes criterios:

CRITERIO TÉRMICO

Dependiendo de que opciones se hayan escogido en el punto 4 se hallará la sección necesaria a partir de las tablas que da el Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión en sus ITC-BT 06 si la línea es aérea, ITC-BT 07 si es subterránea o en la ITC-BT 19 si es una instalación interior.

En este proyecto todas las líneas escogidas tienen en común que son cables unipolares de cobre y con aislamiento de polietileno reticulado (XLPE), excepto la línea de alumbrado que tiene un aislamiento formado por una mezcla especial termoplástico, cero de halógenos, tipo Afumex. Las líneas interiores irán bajo tubo y el resto en bandeja perforada. La línea utilizada para alimentar los aparatos de alumbrado ubicados en el exterior será aérea e irá unida a la pared por el exterior.

Por tanto, mirando en la tabla 19.2 de la ITC-BT 19 se obtiene la sección de cada línea por criterio térmico en el caso de toda la instalación, exceptuando el caso de la línea de alumbrado exterior, que habrá que mirarlo en la ITC-BT 06.



CAIDA DE TENSIÓN

Teniendo en cuenta las condiciones que vienen recogidas en el Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión, las máximas caídas de tensión en líneas de fuerza será del 5%, mientras que será del 3% para líneas de alumbrado.

Por tanto habrá que ver que sección es la adecuada para que la caída de tensión en las líneas no supere esos valores.

Según sea la línea trifásica o monofásica tendremos distintas expresiones para calcular las secciones en función de las caídas de tensión.

En el caso de que la línea sea trifásica, se calculara la sección con la siguiente expresión:

$$S = \frac{\sqrt{3} \cdot I \cdot \cos \varphi \cdot L}{\gamma \cdot e}$$

Y en el caso de que la línea sea monofásica, se calculara mediante la siguiente expresión:

$$S = \frac{2 \cdot I \cdot \cos \varphi \cdot L}{\gamma \cdot e}$$

Donde:

S: Sección del conductor en mm².

I: Intensidad de la línea en (A).

L: Longitud por el conductor en (m).

γ : Conductividad del material conductor (m/Ωmm²), en este caso la del cobre que es 56 m/Ωmm².

e: Porcentaje de la máxima caída de tensión admisible.

Cosφ: Factor de potencia total por la línea

6- Una vez calculada la sección de la línea según los dos criterios se escogerá el resultado que mayor sección de ambos métodos como definitiva

7-Para finalizar obtenemos la sección del neutro y del cable de protección siguiendo la tabla 1 de la ITC-BT 07 u otras ITC's correspondientes. El tipo de instalación y los conductores se detallan, así como la tabla completa de cómo quedan los cables, se adjuntan en el anexo de tablas.

2.2.2.1 DEMANDA DE POTENCIAS

- Potencia total instalada:

CUADRO1	24356 W
CUADRO2	64011 W
CUADRO3	41780 W
CUADRO4	56835 W
CUADRO5	64335 W



CUADRO6	56835 W
CUADRO7	40450 W
CUADRO8	26000 W
CLIMATIZACION	100000 W
TOTAL....	474602 W

- Potencia Instalada Alumbrado (W): 36556
- Potencia Instalada Fuerza (W): 438046
- Potencia Máxima Admisible (W): 530684.81

2.2.2.2 ACOMETIDA

- Tensión de servicio: 400 V.
- Canalización: E-Mult.Aire Dist.Pared $\geq 0,3D$
- Longitud: 11; Cos φ : 1; $X_u(m\Omega/m)$: 0;
- Potencia a instalar: 474602 W.
- Potencia de cálculo: (Según ITC-BT-47 y ITC-BT-44):
 $15000 \times 1.25 + 443500.62 = 462250.62$ W. (Coef. de Simult.: 0.91)

$$I = 462250.62 / 1,732 \times 400 \times 1 = 667.22 \text{ A.}$$

Se eligen conductores Tetrapolares 3(4x185+TTx95)mm²Cu

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) 1173 A. según ITC-BT-19

Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 56.18

$e(\text{parcial}) = 70 \times 462250.62 / 48.66 \times 400 \times 3 \times 185 = 3$ V. = 0.75 %

$e(\text{total}) = 0.75\%$ ADMIS (4.5% MAX.)

Prot. Térmica:

I. Aut./Tet. In.: 1000 A. Térmico reg. Int.Reg.: 766 A.

Protección diferencial:

Relé y Transfor. Diferencial Sens.: 1000 mA.

2.2.2.3 CUADRO1:

Cálculo de la Línea: CUADRO1

- Tensión de servicio: 400 V.
- Canalización: E-Unip.o Mult.Bandeja Perfor
- Longitud: 6.5 m; Cos φ : 1; $X_u(m\Omega/m)$: 0;
- Potencia a instalar: 24356 W.
- Potencia de cálculo: (Según ITC-BT-44):
 32800.8 W. (Coef. de Simult.: 1)

$$I = 32800.8 / 1,732 \times 400 \times 1 = 47.35 \text{ A.}$$

Se eligen conductores Tetrapolares 4x10+TTx10mm²Cu



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) 65 A. según ITC-BT-19

Dimensiones bandeja: 75x60 mm. Sección útil: 2770 mm².

Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 66.53

$e(\text{parcial})=6.5 \times 32800.8 / 46.99 \times 400 \times 10 = 1.13 \text{ V.} = 0.28 \%$

$e(\text{total})=1.03\% \text{ ADMIS (4.5\% MAX.)}$

Protección Térmica en Principio de Línea

I. Mag. Tetrapolar Int. 50 A.

Protección Térmica en Final de Línea

I. Mag. Tetrapolar Int. 50 A.

Protección diferencial en Principio de Línea

Inter. Dif. Tetrapolar Int.: 63 A. Sens. Int.: 600 mA.

DEMANDA DE POTENCIAS

- Potencia total instalada:

ALUMBRADO_R	2108 W
ALUMBRADO_S	2108 W
ALUUMBRADO_T	2340 W
OFICINAS_R	1380 W
OFICINAS_S	1380 W
OFICINAS_T	1380 W
ENCHUFES_R	3105 W
ENCHUFES_S	3450 W
ENCHUFES_T	3105 W
AL_EXTERIOR_R	1250 W
AL_EXTERIOR_S	1500 W
AL_EXTERIOR_T	1250 W
TOTAL....	24356 W

- Potencia Instalada Alumbrado (W): 10556

- Potencia Instalada Fuerza (W): 13800

Cálculo de la Línea: ALUMBRADO R

- Tensión de servicio: 230 V.

- Canalización: E-Unip.o Mult.Bandeja Perfor

- Longitud: 34 m; Cos φ : 1; $X_u(\text{m}\Omega/\text{m})$: 0;

- Potencia a instalar: 2108 W.

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

$2108 \times 1.8 = 3794.4 \text{ W.}$



$$I=3794.4/230 \times 1=16.5 \text{ A.}$$

Se eligen conductores Bipolares 2x4+TTx4mm²Cu

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) 45 A. según ITC-BT-19

Dimensiones bandeja: 75x60 mm. Sección útil: 2770 mm².

Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 46.72

e(parcial)= $2 \times 34 \times 3794.4 / 50.29 \times 230 \times 4 = 5.58 \text{ V.} = 2.42 \%$

e(total)=3.46% ADMIS (4.5% MAX.)

Cálculo de la Línea: ALUMBRADO S

- Tensión de servicio: 230 V.
- Canalización: E-Unip.o Mult.Bandeja Perfor
- Longitud: 31 m; Cos φ: 1; Xu(mΩ/m): 0;
- Potencia a instalar: 2108 W.
- Potencia de cálculo: (Según ITC-BT-44):
2108x1.8=3794.4 W.

$$I=3794.4/230 \times 1=16.5 \text{ A.}$$

Se eligen conductores Bipolares 2x4+TTx4mm²Cu

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) 45 A. según ITC-BT-19

Dimensiones bandeja: 75x60 mm. Sección útil: 2770 mm².

Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 46.72

e(parcial)= $2 \times 31 \times 3794.4 / 50.29 \times 230 \times 4 = 5.08 \text{ V.} = 2.21 \%$

e(total)=3.24% ADMIS (4.5% MAX.)

Cálculo de la Línea: ALUUMBRADO T

- Tensión de servicio: 230 V.
- Canalización: E-Unip.o Mult.Bandeja Perfor
- Longitud: 29 m; Cos φ: 1; Xu(mΩ/m): 0;
- Potencia a instalar: 2340 W.
- Potencia de cálculo: (Según ITC-BT-44):
2340x1.8=4212 W.

$$I=4212/230 \times 1=18.31 \text{ A.}$$

Se eligen conductores Bipolares 2x4+TTx4mm²Cu

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) 45 A. según ITC-BT-19
Dimensiones bandeja: 75x60 mm. Sección útil: 2770 mm².

Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 48.28

e(parcial)= $2 \times 29 \times 4212 / 50.01 \times 230 \times 4 = 5.31$ V.=2.31 %

e(total)=3.34% ADMIS (4.5% MAX.)

Cálculo de la Línea: OFICINAS R

- Tensión de servicio: 230 V.
- Canalización: E-Unip.o Mult.Bandeja Perfor
- Longitud: 37 m; Cos ϕ : 1; Xu(m Ω /m): 0;
- Potencia a instalar: 1380 W.
- Potencia de cálculo: 1380 W.

I=1380/230x1=6 A.

Se eligen conductores Bipolares 2x2.5+TTx2.5mm²Cu

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) 33 A. según ITC-BT-19

Dimensiones bandeja: 75x60 mm. Sección útil: 2770 mm².

Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 41.65

e(parcial)= $2 \times 37 \times 1380 / 51.21 \times 230 \times 2.5 = 3.47$ V.=1.51 %

e(total)=2.54% ADMIS (6.5% MAX.)

Cálculo de la Línea: OFICINAS S

- Tensión de servicio: 230 V.
- Canalización: E-Unip.o Mult.Bandeja Perfor
- Longitud: 18 m; Cos ϕ : 1; Xu(m Ω /m): 0;
- Potencia a instalar: 1380 W.
- Potencia de cálculo: 1380 W.

I=1380/230x1=6 A.

Se eligen conductores Bipolares 2x2.5+TTx2.5mm²Cu

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) 33 A. según ITC-BT-19

Dimensiones bandeja: 75x60 mm. Sección útil: 2770 mm².

Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 41.65

e(parcial)= $2 \times 18 \times 1380 / 51.21 \times 230 \times 2.5 = 1.69$ V.=0.73 %



$e(\text{total})=1.77\%$ ADMIS (6.5% MAX.)

Cálculo de la Línea: OFICINAS T

- Tensión de servicio: 230 V.
- Canalización: E-Unip.o Mult.Bandeja Perfor
- Longitud: 21 m; Cos φ : 1; $X_u(\text{m}\Omega/\text{m})$: 0;
- Potencia a instalar: 1380 W.
- Potencia de cálculo: 1380 W.

$$I=1380/230 \times 1=6 \text{ A.}$$

Se eligen conductores Bipolares 2x2.5+TTx2.5mm²Cu

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) 33 A. según ITC-BT-19

Dimensiones bandeja: 75x60 mm. Sección útil: 2770 mm².

Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 41.65

$$e(\text{parcial})=2 \times 21 \times 1380 / 51.21 \times 230 \times 2.5 = 1.97 \text{ V.} = 0.86 \%$$

$e(\text{total})=1.89\%$ ADMIS (6.5% MAX.)

Cálculo de la Línea: ENCHUFES R

- Tensión de servicio: 230 V.
- Canalización: E-Unip.o Mult.Bandeja Perfor
- Longitud: 24 m; Cos φ : 1; $X_u(\text{m}\Omega/\text{m})$: 0;
- Potencia a instalar: 3105 W.
- Potencia de cálculo: 3105 W.

$$I=3105/230 \times 1=13.5 \text{ A.}$$

Se eligen conductores Bipolares 2x2.5+TTx2.5mm²Cu

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) 33 A. según ITC-BT-19

Dimensiones bandeja: 75x60 mm. Sección útil: 2770 mm².

Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 48.37

$$e(\text{parcial})=2 \times 24 \times 3105 / 50 \times 230 \times 2.5 = 5.18 \text{ V.} = 2.25 \%$$

$e(\text{total})=3.29\%$ ADMIS (6.5% MAX.)

Cálculo de la Línea: ENCHUFES S

- Tensión de servicio: 230 V.
- Canalización: E-Unip.o Mult.Bandeja Perfor



- Longitud: 37 m; Cos ϕ : 1; X_u (m Ω /m): 0;
- Potencia a instalar: 3450 W.
- Potencia de cálculo: 3450 W.

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

Se eligen conductores Bipolares 2x2.5+TTx2.5mm²Cu

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) 33 A. según ITC-BT-19

Dimensiones bandeja: 75x60 mm. Sección útil: 2770 mm².

Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 50.33

$e(\text{parcial})=2 \times 37 \times 3450 / 49.65 \times 230 \times 2.5 = 8.94 \text{ V.} = 3.89 \%$

$e(\text{total})=4.92\% \text{ ADMIS (6.5\% MAX.)}$

Cálculo de la Línea: ENCHUFES T

- Tensión de servicio: 230 V.
- Canalización: E-Unip.o Mult.Bandeja Perfor
- Longitud: 15 m; Cos ϕ : 1; X_u (m Ω /m): 0;
- Potencia a instalar: 3105 W.
- Potencia de cálculo: 3105 W.

$$I=3105/230 \times 1=13.5 \text{ A.}$$

Se eligen conductores Bipolares 2x2.5+TTx2.5mm²Cu

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) 33 A. según ITC-BT-19

Dimensiones bandeja: 75x60 mm. Sección útil: 2770 mm².

Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 48.37

$e(\text{parcial})=2 \times 15 \times 3105 / 50 \times 230 \times 2.5 = 3.24 \text{ V.} = 1.41 \%$

$e(\text{total})=2.44\% \text{ ADMIS (6.5\% MAX.)}$

Cálculo de la Línea: AL EXTERIOR R

- Tensión de servicio: 230 V.
- Canalización: D-Unip.o Mult.Conduct.enterrad.
- Longitud: 42 m; Cos ϕ : 1; X_u (m Ω /m): 0;
- Potencia a instalar: 1250 W.
- Potencia de cálculo: (Según ITC-BT-44):
1250x1.8=2250 W.

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



Se eligen conductores Bipolares 2x2.5+TTx2.5mm²Cu
 Nivel Aislamiento, Aislamiento: 0.6/1 kV, XLPE+Pol - No propagador incendio y
 emisión humos y opacidad reducida -. Desig. UNE: RZ1-K(AS)
 I.ad. a 25°C (Fc=1) 32.5 A. según ITC-BT-19
 Diámetro exterior tubo: 32 mm.

Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 44.53
 $e(\text{parcial})=2 \times 42 \times 2250 / 50.68 \times 230 \times 2.5 = 6.49 \text{ V.} = 2.82 \%$
 $e(\text{total})=3.85\% \text{ ADMIS (4.5\% MAX.)}$

Cálculo de la Línea: AL_EXTERIOR_S

- Tensión de servicio: 230 V.
- Canalización: D-Unip.o Mult.Conduct.enterrad.
- Longitud: 60 m; Cos φ : 1; Xu(mΩ/m): 0;
- Potencia a instalar: 1500 W.
- Potencia de cálculo: (Según ITC-BT-44):
 $1500 \times 1.8 = 2700 \text{ W.}$

$I=2700/230 \times 1 = 11.74 \text{ A.}$

Se eligen conductores Bipolares 2x4+TTx4mm²Cu
 Nivel Aislamiento, Aislamiento: 0.6/1 kV, XLPE+Pol - No propagador incendio y
 emisión humos y opacidad reducida -. Desig. UNE: RZ1-K(AS)
 I.ad. a 25°C (Fc=1) 42 A. según ITC-BT-19
 Diámetro exterior tubo: 40 mm.

Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 43.91
 $e(\text{parcial})=2 \times 60 \times 2700 / 50.8 \times 230 \times 4 = 6.93 \text{ V.} = 3.01 \%$
 $e(\text{total})=4.05\% \text{ ADMIS (4.5\% MAX.)}$

Cálculo de la Línea: AL_EXTERIOR_T

- Tensión de servicio: 230 V.
- Canalización: D-Unip.o Mult.Conduct.enterrad.
- Longitud: 85 m; Cos φ : 1; Xu(mΩ/m): 0;
- Potencia a instalar: 1250 W.
- Potencia de cálculo: (Según ITC-BT-44):
 $1250 \times 1.8 = 2250 \text{ W.}$

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

Se eligen conductores Bipolares 2x6+TTx6mm²Cu
 Nivel Aislamiento, Aislamiento: 0.6/1 kV, XLPE+Pol - No propagador incendio y
 emisión humos y opacidad reducida -. Desig. UNE: RZ1-K(AS)
 I.ad. a 25°C (Fc=1) 53 A. según ITC-BT-19
 Diámetro exterior tubo: 50 mm.



Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 41.7

$e(\text{parcial})=2 \times 85 \times 2250 / 51.2 \times 230 \times 6 = 5.41 \text{ V.} = 2.35 \%$

$e(\text{total})=3.39\% \text{ ADMIS (4.5\% MAX.)}$

2.2.2.4 CUADRO2

Cálculo de la Línea: CUADRO2

- Tensión de servicio: 400 V.
- Canalización: E-Unip.o Mult.Bandeja Perfor
- Longitud: 55 m; Cos ϕ : 1; $X_u(\text{m}\Omega/\text{m})$: 0;
- Potencia a instalar: 64011 W.
- Potencia de cálculo: (Según ITC-BT-47):
 $5294 \times 1.25 + 47195.02 = 53812.52 \text{ W. (Coef. de Simult.: 0.82)}$

$I = 53812.52 / 1,732 \times 400 \times 1 = 77.67 \text{ A.}$

Se eligen conductores Tetrapolares 4x16+TTx16mm²Cu

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) 87 A. según ITC-BT-19

Dimensiones bandeja: 75x60 mm. Sección útil: 2770 mm².

Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 79.85

$e(\text{parcial})=55 \times 53812.52 / 45 \times 400 \times 16 = 10.28 \text{ V.} = 2.57 \%$

$e(\text{total})=3.32\% \text{ ADMIS (4.5\% MAX.)}$

Protección Termica en Principio de Línea

I. Aut./Tet. In.: 100 A. Térmico reg. Int.Reg.: 82 A.

Protección Térmica en Final de Línea

I. Aut./Tet. In.: 100 A. Térmico reg. Int.Reg.: 82 A.

Protección diferencial en Principio de Línea

Relé y Transfor. Diferencial Sens.: 600 mA.

DEMANDA DE POTENCIAS

- Potencia total instalada:

SIERRA_1	4000 W
SIERRA_2	4000 W
SIERRA_3	4000 W
SIERRA_4	4000 W
ESMERILADORA_1	5294 W
ESMERILADORA_2	5294 W
ESMERILADORA_3	5294 W
ESMERILADORA_4	5294 W



TOMA DE CORRIENTES	26835 W
TOTAL....	64011 W

- Potencia Instalada Fuerza (W): 64011

Cálculo de la Línea: SIERRA 1

- Tensión de servicio: 400 V.
- Canalización: E-Unip.o Mult.Bandeja Perfor
- Longitud: 18 m; Cos φ : 0.85; $X_u(m\Omega/m)$: 0; R: 1
- Potencia a instalar: 4000 W.
- Potencia de cálculo: (Según ITC-BT-47):
 $4000 \times 1.25 = 5000$ W.

$$I = 5000 / 1,732 \times 400 \times 0.85 \times 1 = 8.49 \text{ A.}$$

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

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) 26.5 A. según ITC-BT-19

Dimensiones bandeja: 75x60 mm. Sección útil: 2770 mm².

Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 45.13

$$e(\text{parcial}) = 18 \times 5000 / 50.57 \times 400 \times 2.5 \times 1 = 1.78 \text{ V.} = 0.44 \%$$

$$e(\text{total}) = 3.76\% \text{ ADMIS (6.5\% MAX.)}$$

Prot. Térmica:

I. Mag. Tetrapolar Int. 16 A.

Cálculo de la Línea: SIERRA 2

- Tensión de servicio: 400 V.
- Canalización: E-Unip.o Mult.Bandeja Perfor
- Longitud: 10 m; Cos φ : 0.85; $X_u(m\Omega/m)$: 0; R: 1
- Potencia a instalar: 4000 W.
- Potencia de cálculo: (Según ITC-BT-47):
 $4000 \times 1.25 = 5000$ W.

$$I = 5000 / 1,732 \times 400 \times 0.85 \times 1 = 8.49 \text{ A.}$$

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

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) 26.5 A. según ITC-BT-19

Dimensiones bandeja: 75x60 mm. Sección útil: 2770 mm².

Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 45.13



$e(\text{parcial})=10 \times 5000 / 50.57 \times 400 \times 2.5 \times 1 = 0.99 \text{ V.} = 0.25 \%$
 $e(\text{total})=3.57\% \text{ ADMIS (6.5\% MAX.)}$

Prot. Térmica:

I. Mag. Tetrapolar Int. 16 A.

Cálculo de la Línea: SIERRA 3

- Tensión de servicio: 400 V.
- Canalización: E-Unip.o Mult.Bandeja Perfor
- Longitud: 10 m; Cos φ : 0.85; $X_u(\text{m}\Omega/\text{m})$: 0; R: 1
- Potencia a instalar: 4000 W.
- Potencia de cálculo: (Según ITC-BT-47):
 $4000 \times 1.25 = 5000 \text{ W.}$

$I=5000/1,732 \times 400 \times 0.85 \times 1 = 8.49 \text{ A.}$

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

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 ($F_c=1$) 26.5 A. según ITC-BT-19

Dimensiones bandeja: 75x60 mm. Sección útil: 2770 mm².

Caída de tensión:

Temperatura cable ($^\circ\text{C}$): 45.13

$e(\text{parcial})=10 \times 5000 / 50.57 \times 400 \times 2.5 \times 1 = 0.99 \text{ V.} = 0.25 \%$
 $e(\text{total})=3.57\% \text{ ADMIS (6.5\% MAX.)}$

Prot. Térmica:

I. Mag. Tetrapolar Int. 16 A.

Cálculo de la Línea: SIERRA 4

- Tensión de servicio: 400 V.
- Canalización: E-Unip.o Mult.Bandeja Perfor
- Longitud: 18 m; Cos φ : 0.85; $X_u(\text{m}\Omega/\text{m})$: 0; R: 1
- Potencia a instalar: 4000 W.
- Potencia de cálculo: (Según ITC-BT-47):
 $4000 \times 1.25 = 5000 \text{ W.}$

$I=5000/1,732 \times 400 \times 0.85 \times 1 = 8.49 \text{ A.}$

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

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 ($F_c=1$) 26.5 A. según ITC-BT-19

Dimensiones bandeja: 75x60 mm. Sección útil: 2770 mm².

Caída de tensión:

Temperatura cable ($^\circ\text{C}$): 45.13

$e(\text{parcial})=18 \times 5000 / 50.57 \times 400 \times 2.5 \times 1 = 1.78 \text{ V.} = 0.44 \%$



$e(\text{total})=3.76\%$ ADMIS (6.5% MAX.)

Prot. Térmica:

I. Mag. Tetrapolar Int. 16 A.

Cálculo de la Línea: ESMERILADORA 1

- Tensión de servicio: 400 V.
- Canalización: E-Unip.o Mult.Bandeja Perfor
- Longitud: 22 m; $\cos \varphi$: 0.87; $X_u(\text{m}\Omega/\text{m})$: 0; R: 1
- Potencia a instalar: 5294 W.
- Potencia de cálculo: (Según ITC-BT-47):
 $5294 \times 1.25 = 6617.5 \text{ W}$.

$I = 6617.5 / (1.732 \times 400 \times 0.87 \times 1) = 10.98 \text{ A}$.

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

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 ($F_c=1$) 26.5 A. según ITC-BT-19

Dimensiones bandeja: 75x60 mm. Sección útil: 2770 mm².

Caída de tensión:

Temperatura cable ($^\circ\text{C}$): 48.58

$e(\text{parcial}) = 22 \times 6617.5 / (49.96 \times 400 \times 2.5 \times 1) = 2.91 \text{ V} = 0.73 \%$

$e(\text{total}) = 4.05\%$ ADMIS (6.5% MAX.)

Prot. Térmica:

I. Mag. Tetrapolar Int. 16 A.

Cálculo de la Línea: ESMERILADORA 2

- Tensión de servicio: 400 V.
- Canalización: E-Unip.o Mult.Bandeja Perfor
- Longitud: 14.5 m; $\cos \varphi$: 0.87; $X_u(\text{m}\Omega/\text{m})$: 0; R: 1
- Potencia a instalar: 5294 W.
- Potencia de cálculo: (Según ITC-BT-47):
 $5294 \times 1.25 = 6617.5 \text{ W}$.

$I = 6617.5 / (1.732 \times 400 \times 0.87 \times 1) = 10.98 \text{ A}$.

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

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 ($F_c=1$) 26.5 A. según ITC-BT-19

Dimensiones bandeja: 75x60 mm. Sección útil: 2770 mm².

Caída de tensión:

Temperatura cable ($^\circ\text{C}$): 48.58

$e(\text{parcial}) = 14.5 \times 6617.5 / (49.96 \times 400 \times 2.5 \times 1) = 1.92 \text{ V} = 0.48 \%$

$e(\text{total}) = 3.8\%$ ADMIS (6.5% MAX.)



Prot. Térmica:

I. Mag. Tetrapolar Int. 16 A.

Cálculo de la Línea: ESMERILADORA 3

- Tensión de servicio: 400 V.
- Canalización: E-Unip.o Mult.Bandeja Perfor
- Longitud: 14.5 m; Cos φ : 0.87; $X_u(m\Omega/m)$: 0; R: 1
- Potencia a instalar: 5294 W.
- Potencia de cálculo: (Según ITC-BT-47):
 $5294 \times 1.25 = 6617.5$ W.

$$I = 6617.5 / (1.732 \times 400 \times 0.87) = 10.98 \text{ A.}$$

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

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) 26.5 A. según ITC-BT-19

Dimensiones bandeja: 75x60 mm. Sección útil: 2770 mm².

Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 48.58

$$e(\text{parcial}) = 14.5 \times 6617.5 / (49.96 \times 400 \times 2.5) = 1.92 \text{ V.} = 0.48 \%$$

$$e(\text{total}) = 3.8\% \text{ ADMIS (6.5\% MAX.)}$$

Prot. Térmica:

I. Mag. Tetrapolar Int. 16 A.

Cálculo de la Línea: ESMERILADORA 4

- Tensión de servicio: 400 V.
- Canalización: E-Unip.o Mult.Bandeja Perfor
- Longitud: 22 m; Cos φ : 0.87; $X_u(m\Omega/m)$: 0; R: 1
- Potencia a instalar: 5294 W.
- Potencia de cálculo: (Según ITC-BT-47):
 $5294 \times 1.25 = 6617.5$ W.

$$I = 6617.5 / (1.732 \times 400 \times 0.87) = 10.98 \text{ A.}$$

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

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) 26.5 A. según ITC-BT-19

Dimensiones bandeja: 75x60 mm. Sección útil: 2770 mm².

Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 48.58

$$e(\text{parcial}) = 22 \times 6617.5 / (49.96 \times 400 \times 2.5) = 2.91 \text{ V.} = 0.73 \%$$

$$e(\text{total}) = 4.05\% \text{ ADMIS (6.5\% MAX.)}$$



Prot. Térmica:

I. Mag. Tetrapolar Int. 16 A.

2.2.2.4.1 SUBCUADRO TOMA DE CORRIENTES

Cálculo de la Línea: TOMA DE CORRIENTES

- Tensión de servicio: 400 V.
- Canalización: E-Unip.o Mult.Bandeja Perfor
- Longitud: 1 m; Cos ϕ : 0.8; $X_u(m\Omega/m)$: 0;
- Potencia a instalar: 26835 W.
- Potencia de cálculo:
16101 W.(Coef. de Simult.: 0.6)

$$I=16101/1,732 \times 400 \times 0.8=29.05 \text{ A.}$$

Se eligen conductores Tetrapolares 4x4+TTx4mm²Cu

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) 36 A. según ITC-BT-19

Dimensiones bandeja: 75x60 mm. Sección útil: 2770 mm².

Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 72.56

$$e(\text{parcial})=1 \times 16101 / 46.06 \times 400 \times 4 = 0.22 \text{ V.} = 0.05 \%$$

$$e(\text{total})=3.37\% \text{ ADMIS (4.5\% MAX.)}$$

Protección Térmica en Principio de Línea

I. Mag. Tetrapolar Int. 32 A.

Protección Térmica en Final de Línea

I. Mag. Tetrapolar Int. 32 A.

Protección diferencial en Principio de Línea

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

Protección diferencial en Final de Línea

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

DEMANDA DE POTENCIAS

- Potencia total instalada:

T.CORRIENTE 16A	3450 W
T.CORRIENTE 16A	3450 W
T.CORRIENTE 16A	3450 W
T.CORRIENTE 25A	5400 W
T.CORRIENTE 16A	11085 W
TOTAL....	26835 W

- Potencia Instalada Fuerza (W): 26835



Cálculo de la Línea:

- Tensión de servicio: 400 V.
- Canalización: E-Unip.o Mult.Bandeja Perfor
- Longitud: 0.3 m; Cos φ : 0.8; $X_u(m\Omega/m)$: 0;
- Potencia a instalar: 10350 W.
- Potencia de cálculo:
5175 W.(Coef. de Simult.: 0.5)

$$I=5175/1,732 \times 400 \times 0.8=9.34 \text{ A.}$$

Se eligen conductores Tetrapolares 4x2.5mm²Cu

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) 26.5 A. según ITC-BT-19

Dimensiones bandeja: 75x60 mm. Sección útil: 2770 mm².

Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 46.21

$$e(\text{parcial})=0.3 \times 5175 / 50.38 \times 400 \times 2.5=0.03 \text{ V.}=0.01 \%$$

$$e(\text{total})=3.38\% \text{ ADMIS (4.5\% MAX.)}$$

Prot. Térmica:

I. Mag. Tetrapolar Int. 16 A.

Cálculo de la Línea: T.CORRIENTE 16A

- Tensión de servicio: 230 V.
- Canalización: E-Unip.o Mult.Bandeja Perfor
- Longitud: 0.1 m; Cos φ : 1; $X_u(m\Omega/m)$: 0;
- Potencia a instalar: 3450 W.
- Potencia de cálculo: 3450 W.

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

Se eligen conductores Bipolares 2x2.5+TTx2.5mm²Cu

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) 33 A. según ITC-BT-19

Dimensiones bandeja: 75x60 mm. Sección útil: 2770 mm².

Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 50.33

$$e(\text{parcial})=2 \times 0.1 \times 3450 / 49.65 \times 230 \times 2.5=0.02 \text{ V.}=0.01 \%$$

$$e(\text{total})=3.39\% \text{ ADMIS (6.5\% MAX.)}$$

Cálculo de la Línea: T.CORRIENTE 16A

- Tensión de servicio: 230 V.



- Canalización: E-Unip.o Mult.Bandeja Perfor
- Longitud: 0.1 m; Cos φ : 1; $X_u(m\Omega/m)$: 0;
- Potencia a instalar: 3450 W.
- Potencia de cálculo: 3450 W.

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

Se eligen conductores Bipolares 2x2.5+TTx2.5mm²Cu

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) 33 A. según ITC-BT-19

Dimensiones bandeja: 75x60 mm. Sección útil: 2770 mm².

Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 50.33

$$e(\text{parcial})=2 \times 0.1 \times 3450 / 49.65 \times 230 \times 2.5 = 0.02 \text{ V.} = 0.01 \%$$

$$e(\text{total})=3.39\% \text{ ADMIS (6.5\% MAX.)}$$

Cálculo de la Línea: T.CORRIENTE 16A

- Tensión de servicio: 230 V.
- Canalización: E-Unip.o Mult.Bandeja Perfor
- Longitud: 0.1 m; Cos φ : 1; $X_u(m\Omega/m)$: 0;
- Potencia a instalar: 3450 W.
- Potencia de cálculo: 3450 W.

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

Se eligen conductores Bipolares 2x2.5+TTx2.5mm²Cu

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) 33 A. según ITC-BT-19

Dimensiones bandeja: 75x60 mm. Sección útil: 2770 mm².

Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 50.33

$$e(\text{parcial})=2 \times 0.1 \times 3450 / 49.65 \times 230 \times 2.5 = 0.02 \text{ V.} = 0.01 \%$$

$$e(\text{total})=3.39\% \text{ ADMIS (6.5\% MAX.)}$$

Cálculo de la Línea: T.CORRIENTE 25A

- Tensión de servicio: 230 V.
- Canalización: E-Unip.o Mult.Bandeja Perfor
- Longitud: 0.1 m; Cos φ : 1; $X_u(m\Omega/m)$: 0;
- Potencia a instalar: 5400 W.
- Potencia de cálculo: 5400 W.

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



Se eligen conductores Bipolares 2x2.5+TTx2.5mm²Cu
 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) 33 A. según ITC-BT-19
 Dimensiones bandeja: 75x60 mm. Sección útil: 2770 mm².

Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 65.31

$e(\text{parcial})=2 \times 0.1 \times 5400 / 47.18 \times 230 \times 2.5 = 0.04 \text{ V.} = 0.02 \%$

$e(\text{total})=3.39\% \text{ ADMIS (6.5\% MAX.)}$

Prot. Térmica:

I. Mag. Bipolar Int. 25 A.

Cálculo de la Línea: T.CORRIENTE 16A

- Tensión de servicio: 400 V.
- Canalización: E-Unip.o Mult.Bandeja Perfor
- Longitud: 0.1 m; Cos φ : 1; $X_u(\text{m}\Omega/\text{m})$: 0;
- Potencia a instalar: 11085 W.
- Potencia de cálculo: 11085 W.

$I=11085/1,732 \times 400 \times 1=16 \text{ A.}$

Se eligen conductores Tetrapolares 4x2.5+TTx2.5mm²Cu
 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) 26.5 A. según ITC-BT-19
 Dimensiones bandeja: 75x60 mm. Sección útil: 2770 mm².

Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 58.23

$e(\text{parcial})=0.1 \times 11085 / 48.32 \times 400 \times 2.5 = 0.02 \text{ V.} = 0.01 \%$

$e(\text{total})=3.38\% \text{ ADMIS (6.5\% MAX.)}$

Prot. Térmica:

I. Mag. Tetrapolar Int. 20 A.

2.2.2.5 CUADRO 3

Cálculo de la Línea: CUADRO_3

- Tensión de servicio: 400 V.
- Canalización: E-Unip.o Mult.Bandeja Perfor
- Longitud: 41.6 m; Cos φ : 1; $X_u(\text{m}\Omega/\text{m})$: 0;
- Potencia a instalar: 41780 W.
- Potencia de cálculo: (Según ITC-BT-47):
 $3000 \times 1.25 + 27499.4 = 31249.4 \text{ W. (Coef. de Simult.: 0.73)}$



$$I=31249.4/1,732 \times 400 \times 1=45.11 \text{ A.}$$

Se eligen conductores Tetrapolares 4x10+TTx10mm²Cu

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) 65 A. según ITC-BT-19

Dimensiones bandeja: 75x60 mm. Sección útil: 2770 mm².

Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 64.08

$$e(\text{parcial})=41.6 \times 31249.4 / 47.37 \times 400 \times 10=6.86 \text{ V.}=1.72 \%$$

$$e(\text{total})=2.46\% \text{ ADMIS (4.5\% MAX.)}$$

Protección Térmica en Principio de Línea

I. Mag. Tetrapolar Int. 50 A.

Protección Térmica en Final de Línea

I. Mag. Tetrapolar Int. 50 A.

Protección diferencial en Principio de Línea

Inter. Dif. Tetrapolar Int.: 63 A. Sens. Int.: 600 mA.

DEMANDA DE POTENCIAS

- Potencia total instalada:

TALADRO_1	1500 W
TALADRO_2	1500 W
TALADRO_3	1500 W
TALADRO_4	1500 W
PULIDORA	3000 W
RETESTADORA	1471 W
MORTAJADORA	2237 W
TRONZADORA	2237 W
TOMA DE CORRIENTES	26835 W
TOTAL....	41780 W

- Potencia Instalada Fuerza (W): 41780

Cálculo de la Línea: TALADRO_1

- Tensión de servicio: 400 V.

- Canalización: E-Unip.o Mult.Bandeja Perfor

- Longitud: 7.5 m; Cos φ: 0.87; Xu(mΩ/m): 0; R: 1

- Potencia a instalar: 1500 W.

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

$$1500 \times 1.25=1875 \text{ W.}$$

$$I=1875/1,732 \times 400 \times 0.87 \times 1=3.11 \text{ A.}$$

Se eligen conductores Tetrapolares 4x2.5+TTx2.5mm²Cu



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) 26.5 A. según ITC-BT-19

Dimensiones bandeja: 75x60 mm. Sección útil: 2770 mm².

Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 40.69

e(parcial)= $7.5 \times 1875 / 51.39 \times 400 \times 2.5 \times 1 = 0.27$ V.=0.07 %

e(total)=2.53% ADMIS (6.5% MAX.)

Prot. Térmica:

I. Mag. Tetrapolar Int. 16 A.

Cálculo de la Línea: TALADRO 2

- Tensión de servicio: 400 V.
- Canalización: E-Unip.o Mult.Bandeja Perfor
- Longitud: 10 m; Cos ϕ : 0.87; Xu(m Ω /m): 0; R: 1
- Potencia a instalar: 1500 W.
- Potencia de cálculo: (Según ITC-BT-47):
 $1500 \times 1.25 = 1875$ W.

$I = 1875 / 1,732 \times 400 \times 0.87 \times 1 = 3.11$ A.

Se eligen conductores Tetrapolares 4x2.5+TTx2.5mm²Cu

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) 26.5 A. según ITC-BT-19

Dimensiones bandeja: 75x60 mm. Sección útil: 2770 mm².

Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 40.69

e(parcial)= $10 \times 1875 / 51.39 \times 400 \times 2.5 \times 1 = 0.36$ V.=0.09 %

e(total)=2.56% ADMIS (6.5% MAX.)

Prot. Térmica:

I. Mag. Tetrapolar Int. 16 A.

Cálculo de la Línea: TALADRO 3

- Tensión de servicio: 400 V.
- Canalización: E-Unip.o Mult.Bandeja Perfor
- Longitud: 12.5 m; Cos ϕ : 0.87; Xu(m Ω /m): 0; R: 1
- Potencia a instalar: 1500 W.
- Potencia de cálculo: (Según ITC-BT-47):
 $1500 \times 1.25 = 1875$ W.

$I = 1875 / 1,732 \times 400 \times 0.87 \times 1 = 3.11$ A.

Se eligen conductores Tetrapolares 4x2.5+TTx2.5mm²Cu

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) 26.5 A. según ITC-BT-19

Dimensiones bandeja: 75x60 mm. Sección útil: 2770 mm².

Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 40.69

$e(\text{parcial})=12.5 \times 1875 / 51.39 \times 400 \times 2.5 \times 1 = 0.46 \text{ V.} = 0.11 \%$

$e(\text{total})=2.58\% \text{ ADMIS (6.5\% MAX.)}$

Prot. Térmica:

I. Mag. Tetrapolar Int. 16 A.

Cálculo de la Línea: TALADRO_4

- Tensión de servicio: 400 V.
- Canalización: E-Unip.o Mult.Bandeja Perfor
- Longitud: 17 m; Cos φ : 0.87; Xu(m Ω /m): 0; R: 1
- Potencia a instalar: 1500 W.
- Potencia de cálculo: (Según ITC-BT-47):
 $1500 \times 1.25 = 1875 \text{ W.}$

$I=1875/1,732 \times 400 \times 0.87 \times 1 = 3.11 \text{ A.}$

Se eligen conductores Tetrapolares 4x2.5+TTx2.5mm²Cu

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) 26.5 A. según ITC-BT-19

Dimensiones bandeja: 75x60 mm. Sección útil: 2770 mm².

Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 40.69

$e(\text{parcial})=17 \times 1875 / 51.39 \times 400 \times 2.5 \times 1 = 0.62 \text{ V.} = 0.16 \%$

$e(\text{total})=2.62\% \text{ ADMIS (6.5\% MAX.)}$

Prot. Térmica:

I. Mag. Tetrapolar Int. 16 A.

Cálculo de la Línea: PULIDORA

- Tensión de servicio: 400 V.
- Canalización: E-Unip.o Mult.Bandeja Perfor
- Longitud: 7 m; Cos φ : 0.8; Xu(m Ω /m): 0; R: 1
- Potencia a instalar: 3000 W.
- Potencia de cálculo: (Según ITC-BT-47):
 $3000 \times 1.25 = 3750 \text{ W.}$

$I=3750/1,732 \times 400 \times 0.8 \times 1 = 6.77 \text{ A.}$

Se eligen conductores Tetrapolares 4x2.5+TTx2.5mm²Cu

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) 26.5 A. según ITC-BT-19

Dimensiones bandeja: 75x60 mm. Sección útil: 2770 mm².

Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 43.26

e(parcial)= $7 \times 3750 / 50.91 \times 400 \times 2.5 \times 1 = 0.52$ V.=0.13 %

e(total)=2.59% ADMIS (6.5% MAX.)

Prot. Térmica:

I. Mag. Tetrapolar Int. 16 A.

Cálculo de la Línea: RETESTADORA

- Tensión de servicio: 400 V.

- Canalización: E-Unip.o Mult.Bandeja Perfor

- Longitud: 10.7 m; Cos ϕ : 0.9; Xu(m Ω /m): 0; R: 1

- Potencia a instalar: 1471 W.

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

$$1471 \times 1.25 = 1838.75 \text{ W.}$$

$$I = 1838.75 / 1,732 \times 400 \times 0.9 \times 1 = 2.95 \text{ A.}$$

Se eligen conductores Tetrapolares 4x2.5+TTx2.5mm²Cu

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) 26.5 A. según ITC-BT-19

Dimensiones bandeja: 75x60 mm. Sección útil: 2770 mm².

Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 40.62

e(parcial)= $10.7 \times 1838.75 / 51.4 \times 400 \times 2.5 \times 1 = 0.38$ V.=0.1 %

e(total)=2.56% ADMIS (6.5% MAX.)

Prot. Térmica:

I. Mag. Tetrapolar Int. 16 A.

Cálculo de la Línea: MORTAJADORA

- Tensión de servicio: 400 V.

- Canalización: E-Unip.o Mult.Bandeja Perfor

- Longitud: 16.5 m; Cos ϕ : 0.9; Xu(m Ω /m): 0; R: 1

- Potencia a instalar: 2237 W.

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

$$2237 \times 1.25 = 2796.25 \text{ W.}$$

$$I = 2796.25 / 1,732 \times 400 \times 0.9 \times 1 = 4.48 \text{ A.}$$

Se eligen conductores Tetrapolares 4x2.5+TTx2.5mm²Cu

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) 26.5 A. según ITC-BT-19
Dimensiones bandeja: 75x60 mm. Sección útil: 2770 mm².

Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 41.43

e(parcial)= $16.5 \times 2796.25 / 51.25 \times 400 \times 2.5 \times 1 = 0.9$ V.=0.23 %

e(total)=2.69% ADMIS (6.5% MAX.)

Prot. Térmica:

I. Mag. Tetrapolar Int. 16 A.

Cálculo de la Línea: TRONZADORA

- Tensión de servicio: 400 V.
- Canalización: E-Unip.o Mult.Bandeja Perfor
- Longitud: 21.1 m; Cos φ : 0.86; Xu(m Ω /m): 0; R: 1
- Potencia a instalar: 2237 W.
- Potencia de cálculo: (Según ITC-BT-47):
 $2237 \times 1.25 = 2796.25$ W.

$I = 2796.25 / 1,732 \times 400 \times 0.86 \times 1 = 4.69$ A.

Se eligen conductores Tetrapolares 4x2.5+TTx2.5mm²Cu

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) 26.5 A. según ITC-BT-19

Dimensiones bandeja: 75x60 mm. Sección útil: 2770 mm².

Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 41.57

e(parcial)= $21.1 \times 2796.25 / 51.22 \times 400 \times 2.5 \times 1 = 1.15$ V.=0.29 %

e(total)=2.75% ADMIS (6.5% MAX.)

Prot. Térmica:

I. Mag. Tetrapolar Int. 16 A.

2.2.2.5.1 SUBCUADRO TOMA DE CORRIENTES

Cálculo de la Línea: TOMA DE CORRIENTES

- Tensión de servicio: 400 V.
- Canalización: E-Unip.o Mult.Bandeja Perfor
- Longitud: 1 m; Cos φ : 0.8; Xu(m Ω /m): 0;
- Potencia a instalar: 26835 W.
- Potencia de cálculo:
16101 W.(Coef. de Simult.: 0.6)

$I = 16101 / 1,732 \times 400 \times 0.8 = 29.05$ A.

Se eligen conductores Tetrapolares 4x4+TTx4mm²Cu

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) 36 A. según ITC-BT-19

Dimensiones bandeja: 75x60 mm. Sección útil: 2770 mm².

Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 72.56

e(parcial)= $1 \times 16101 / 46.06 \times 400 \times 4 = 0.22$ V.=0.05 %

e(total)=2.52% ADMIS (4.5% MAX.)

Protección Termica en Principio de Línea

I. Mag. Tetrapolar Int. 32 A.

Protección Térmica en Final de Línea

I. Mag. Tetrapolar Int. 32 A.

Protección diferencial en Principio de Línea

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

Protección diferencial en Final de Línea

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

DEMANDA DE POTENCIAS

- Potencia total instalada:

T.CORRIENTE 16A	3450 W
T.CORRIENTE 16A	3450 W
T.CORRIENTE 16A	3450 W
T.CORRIENTE 25A	5400 W
T.CORRIENTE 16A	11085 W
TOTAL....	26835 W

- Potencia Instalada Fuerza (W): 26835

Cálculo de la Línea:

- Tensión de servicio: 400 V.

- Canalización: E-Unip.o Mult.Bandeja Perfor

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

- Potencia a instalar: 10350 W.

- Potencia de cálculo:

5175 W.(Coef. de Simult.: 0.5)

I=5175/1,732x400x0.8=9.34 A.

Se eligen conductores Tetrapolares 4x2.5mm²Cu

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) 26.5 A. según ITC-BT-19

Dimensiones bandeja: 75x60 mm. Sección útil: 2770 mm².



Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 46.21

$e(\text{parcial})=0.3 \times 5175 / 50.38 \times 400 \times 2.5 = 0.03 \text{ V.} = 0.01 \%$

$e(\text{total})=2.53\% \text{ ADMIS (4.5\% MAX.)}$

Prot. Térmica:

I. Mag. Tetrapolar Int. 16 A.

Cálculo de la Línea: T.CORRIENTE 16A

- Tensión de servicio: 230 V.
- Canalización: E-Unip.o Mult.Bandeja Perfor
- Longitud: 0.1 m; Cos ϕ : 1; $X_u(\text{m}\Omega/\text{m})$: 0;
- Potencia a instalar: 3450 W.
- Potencia de cálculo: 3450 W.

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

Se eligen conductores Bipolares 2x2.5+TTx2.5mm²Cu

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) 33 A. según ITC-BT-19

Dimensiones bandeja: 75x60 mm. Sección útil: 2770 mm².

Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 50.33

$e(\text{parcial})=2 \times 0.1 \times 3450 / 49.65 \times 230 \times 2.5 = 0.02 \text{ V.} = 0.01 \%$

$e(\text{total})=2.54\% \text{ ADMIS (6.5\% MAX.)}$

Cálculo de la Línea: T.CORRIENTE 16A

- Tensión de servicio: 230 V.
- Canalización: E-Unip.o Mult.Bandeja Perfor
- Longitud: 0.1 m; Cos ϕ : 1; $X_u(\text{m}\Omega/\text{m})$: 0;
- Potencia a instalar: 3450 W.
- Potencia de cálculo: 3450 W.

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

Se eligen conductores Bipolares 2x2.5+TTx2.5mm²Cu

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) 33 A. según ITC-BT-19

Dimensiones bandeja: 75x60 mm. Sección útil: 2770 mm².

Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 50.33

$e(\text{parcial})=2 \times 0.1 \times 3450 / 49.65 \times 230 \times 2.5 = 0.02 \text{ V.} = 0.01 \%$

$e(\text{total})=2.54\% \text{ ADMIS (6.5\% MAX.)}$



Cálculo de la Línea: T.CORRIENTE 16A

- Tensión de servicio: 230 V.
- Canalización: E-Unip.o Mult.Bandeja Perfor
- Longitud: 0.1 m; Cos φ : 1; $X_u(m\Omega/m)$: 0;
- Potencia a instalar: 3450 W.
- Potencia de cálculo: 3450 W.

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

Se eligen conductores Bipolares 2x2.5+TTx2.5mm²Cu

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) 33 A. según ITC-BT-19

Dimensiones bandeja: 75x60 mm. Sección útil: 2770 mm².

Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 50.33

$$e(\text{parcial})=2 \times 0.1 \times 3450 / 49.65 \times 230 \times 2.5 = 0.02 \text{ V.} = 0.01 \%$$

$$e(\text{total})=2.54\% \text{ ADMIS (6.5\% MAX.)}$$

Cálculo de la Línea: T.CORRIENTE 25A

- Tensión de servicio: 230 V.
- Canalización: E-Unip.o Mult.Bandeja Perfor
- Longitud: 0.1 m; Cos φ : 1; $X_u(m\Omega/m)$: 0;
- Potencia a instalar: 5400 W.
- Potencia de cálculo: 5400 W.

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

Se eligen conductores Bipolares 2x2.5+TTx2.5mm²Cu

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) 33 A. según ITC-BT-19

Dimensiones bandeja: 75x60 mm. Sección útil: 2770 mm².

Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 65.31

$$e(\text{parcial})=2 \times 0.1 \times 5400 / 47.18 \times 230 \times 2.5 = 0.04 \text{ V.} = 0.02 \%$$

$$e(\text{total})=2.54\% \text{ ADMIS (6.5\% MAX.)}$$

Prot. Térmica:

I. Mag. Bipolar Int. 25 A.

Cálculo de la Línea: T.CORRIENTE 16A

- Tensión de servicio: 400 V.



- Canalización: E-Unip.o Mult.Bandeja Perfor
- Longitud: 0.1 m; Cos φ : 1; $X_u(m\Omega/m)$: 0;
- Potencia a instalar: 11085 W.
- Potencia de cálculo: 11085 W.

$$I=11085/1,732 \times 400 \times 1=16 \text{ A.}$$

Se eligen conductores Tetrapolares 4x2.5+TTx2.5mm²Cu

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) 26.5 A. según ITC-BT-19

Dimensiones bandeja: 75x60 mm. Sección útil: 2770 mm².

Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 58.23

e(parcial)=0.1x11085/48.32x400x2.5=0.02 V.=0.01 %

e(total)=2.52% ADMIS (6.5% MAX.)

Prot. Térmica:

I. Mag. Tetrapolar Int. 20 A.

2.2.2.6 CUADRO4

Cálculo de la Línea: CUADRO4

- Tensión de servicio: 400 V.
- Canalización: E-Unip.o Mult.Bandeja Perfor
- Longitud: 16.5 m; Cos φ : 1; $X_u(m\Omega/m)$: 0;
- Potencia a instalar: 56835 W.
- Potencia de cálculo: (Según ITC-BT-47):
15000x1.25+28194.6=46944.6 W.(Coef. de Simult.: 0.76)

$$I=46944.6/1,732 \times 400 \times 1=67.76 \text{ A.}$$

Se eligen conductores Tetrapolares 4x16+TTx16mm²Cu

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) 87 A. según ITC-BT-19

Dimensiones bandeja: 75x60 mm. Sección útil: 2770 mm².

Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 70.33

e(parcial)=16.5x46944.6/46.4x400x16=2.61 V.=0.65 %

e(total)=1.4% ADMIS (4.5% MAX.)

Protección Térmica en Principio de Línea

I. Aut./Tet. In.: 100 A. Térmico reg. Int.Reg.: 77 A.

Protección Térmica en Final de Línea

I. Aut./Tet. In.: 100 A. Térmico reg. Int.Reg.: 77 A.

Protección diferencial en Principio de Línea



Relé y Transfor. Diferencial Sens.: 600 mA.

DEMANDA DE POTENCIAS

- Potencia total instalada:

CIZALLA_1	15000 W
CIZALLA_2	15000 W
TOMA DE CORRIENTES	26835 W
TOTAL....	56835 W

- Potencia Instalada Fuerza (W): 56835

Cálculo de la Línea: CIZALLA_1

- Tensión de servicio: 400 V.
- Canalización: E-Unip.o Mult.Bandeja Perfor
- Longitud: 23.8 m; Cos ϕ : 0.85; Xu(m Ω /m): 0; R: 1
- Potencia a instalar: 15000 W.
- Potencia de cálculo: (Según ITC-BT-47):
15000x1.25=18750 W.

$$I=18750/1,732 \times 400 \times 0.85 \times 1 = 31.84 \text{ A.}$$

Se eligen conductores Tetrapolares 4x4+TTx4mm²Cu

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) 36 A. según ITC-BT-19

Dimensiones bandeja: 75x60 mm. Sección útil: 2770 mm².

Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 79.11

e(parcial)=23.8x18750/45.1x400x4x1=6.18 V.=1.55 %

e(total)=2.95% ADMIS (6.5% MAX.)

Prot. Térmica:

I. Mag. Tetrapolar Int. 32 A.

Cálculo de la Línea: CIZALLA_2

- Tensión de servicio: 400 V.
- Canalización: E-Unip.o Mult.Bandeja Perfor
- Longitud: 30 m; Cos ϕ : 0.85; Xu(m Ω /m): 0; R: 1
- Potencia a instalar: 15000 W.
- Potencia de cálculo: (Según ITC-BT-47):
15000x1.25=18750 W.



$$I=18750/1,732 \times 400 \times 0.85 \times 1 = 31.84 \text{ A.}$$

Se eligen conductores Tetrapolares 4x4+TTx4mm²Cu

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) 36 A. según ITC-BT-19

Dimensiones bandeja: 75x60 mm. Sección útil: 2770 mm².

Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 79.11

e(parcial)= $30 \times 18750 / 45.1 \times 400 \times 4 \times 1 = 7.79 \text{ V.} = 1.95 \%$

e(total)=3.35% ADMIS (6.5% MAX.)

Prot. Térmica:

I. Mag. Tetrapolar Int. 32 A.

2.2.2.6.1 SUBCUADRO TOMA DE CORRIENTES

Cálculo de la Línea: TOMA DE CORRIENTES

- Tensión de servicio: 400 V.
- Canalización: E-Unip.o Mult.Bandeja Perfor
- Longitud: 1 m; Cos φ: 0.8; Xu(mΩ/m): 0;
- Potencia a instalar: 26835 W.
- Potencia de cálculo:
16101 W.(Coef. de Simult.: 0.6)

$$I=16101/1,732 \times 400 \times 0.8 = 29.05 \text{ A.}$$

Se eligen conductores Tetrapolares 4x6+TTx6mm²Cu

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) 46 A. según ITC-BT-19

Dimensiones bandeja: 75x60 mm. Sección útil: 2770 mm².

Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 59.94

e(parcial)= $1 \times 16101 / 48.03 \times 400 \times 6 = 0.14 \text{ V.} = 0.03 \%$

e(total)=1.44% ADMIS (4.5% MAX.)

Protección Térmica en Principio de Línea

I. Mag. Tetrapolar Int. 32 A.

Protección Térmica en Final de Línea

I. Mag. Tetrapolar Int. 32 A.

Protección diferencial en Principio de Línea

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

Protección diferencial en Final de Línea

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



DEMANDA DE POTENCIAS

- Potencia total instalada:

T.CORRIENTE 16A	3450 W
T.CORRIENTE 16A	3450 W
T.CORRIENTE 16A	3450 W
T.CORRIENTE 25A	5400 W
T.CORRIENTE 16A	11085 W
TOTAL....	26835 W

- Potencia Instalada Fuerza (W): 26835

Cálculo de la Línea:

- Tensión de servicio: 400 V.
- Canalización: E-Unip.o Mult.Bandeja Perfor
- Longitud: 0.3 m; Cos φ : 0.8; $X_u(m\Omega/m)$: 0;
- Potencia a instalar: 10350 W.
- Potencia de cálculo:
5175 W.(Coef. de Simult.: 0.5)

$$I=5175/1,732 \times 400 \times 0.8=9.34 \text{ A.}$$

Se eligen conductores Tetrapolares 4x6mm²Cu

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) 46 A. según ITC-BT-19

Dimensiones bandeja: 75x60 mm. Sección útil: 2770 mm².

Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 42.06

e(parcial)= $0.3 \times 5175 / 51.13 \times 400 \times 6 = 0.01 \text{ V.} = 0 \%$

e(total)=1.44% ADMIS (4.5% MAX.)

Prot. Térmica:

I. Mag. Tetrapolar Int. 16 A.

Cálculo de la Línea: T.CORRIENTE 16A

- Tensión de servicio: 230 V.
- Canalización: E-Unip.o Mult.Bandeja Perfor
- Longitud: 0.1 m; Cos φ : 1; $X_u(m\Omega/m)$: 0;
- Potencia a instalar: 3450 W.
- Potencia de cálculo: 3450 W.

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

Se eligen conductores Bipolares 2x6+TTx6mm²Cu

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) 57 A. según ITC-BT-19

Dimensiones bandeja: 75x60 mm. Sección útil: 2770 mm².

Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 43.46

e(parcial)= $2 \times 0.1 \times 3450 / 50.88 \times 230 \times 6 = 0.01$ V.=0 %

e(total)=1.44% ADMIS (6.5% MAX.)

Cálculo de la Línea: T.CORRIENTE 16A

- Tensión de servicio: 230 V.
- Canalización: E-Unip.o Mult.Bandeja Perfor
- Longitud: 0.1 m; Cos φ : 1; Xu(m Ω /m): 0;
- Potencia a instalar: 3450 W.
- Potencia de cálculo: 3450 W.

I=3450/230x1=15 A.

Se eligen conductores Bipolares 2x6+TTx6mm²Cu

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) 57 A. según ITC-BT-19

Dimensiones bandeja: 75x60 mm. Sección útil: 2770 mm².

Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 43.46

e(parcial)= $2 \times 0.1 \times 3450 / 50.88 \times 230 \times 6 = 0.01$ V.=0 %

e(total)=1.44% ADMIS (6.5% MAX.)

Cálculo de la Línea: T.CORRIENTE 16A

- Tensión de servicio: 230 V.
- Canalización: E-Unip.o Mult.Bandeja Perfor
- Longitud: 0.1 m; Cos φ : 1; Xu(m Ω /m): 0;
- Potencia a instalar: 3450 W.
- Potencia de cálculo: 3450 W.

I=3450/230x1=15 A.

Se eligen conductores Bipolares 2x6+TTx6mm²Cu

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) 57 A. según ITC-BT-19

Dimensiones bandeja: 75x60 mm. Sección útil: 2770 mm².

Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 43.46

e(parcial)= $2 \times 0.1 \times 3450 / 50.88 \times 230 \times 6 = 0.01$ V.=0 %



$e(\text{total})=1.44\%$ ADMIS (6.5% MAX.)

Cálculo de la Línea: T.CORRIENTE 25A

- Tensión de servicio: 230 V.
- Canalización: E-Unip.o Mult.Bandeja Perfor
- Longitud: 0.1 m; Cos φ : 1; $X_u(\text{m}\Omega/\text{m})$: 0;
- Potencia a instalar: 5400 W.
- Potencia de cálculo: 5400 W.

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

Se eligen conductores Bipolares 2x6+TTx6mm²Cu

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) 57 A. según ITC-BT-19

Dimensiones bandeja: 75x60 mm. Sección útil: 2770 mm².

Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 48.48

$$e(\text{parcial})=2 \times 0.1 \times 5400 / 49.98 \times 230 \times 6 = 0.02 \text{ V.} = 0.01 \%$$

$e(\text{total})=1.44\%$ ADMIS (6.5% MAX.)

Prot. Térmica:

I. Mag. Bipolar Int. 25 A.

Cálculo de la Línea: T.CORRIENTE 16A

- Tensión de servicio: 400 V.
- Canalización: E-Unip.o Mult.Bandeja Perfor
- Longitud: 0.1 m; Cos φ : 1; $X_u(\text{m}\Omega/\text{m})$: 0;
- Potencia a instalar: 11085 W.
- Potencia de cálculo: 11085 W.

$$I=11085/400 \times 1=27.71 \text{ A.}$$

Se eligen conductores Tetrapolares 4x6+TTx6mm²Cu

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) 46 A. según ITC-BT-19

Dimensiones bandeja: 75x60 mm. Sección útil: 2770 mm².

Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 46.05

$$e(\text{parcial})=0.1 \times 11085 / 50.41 \times 400 \times 6 = 0.01 \text{ V.} = 0 \%$$

$e(\text{total})=1.44\%$ ADMIS (6.5% MAX.)

Prot. Térmica:

I. Mag. Tetrapolar Int. 20 A.



2.2.2.7 CUADROS

Cálculo de la Línea: CUADROS

- Tensión de servicio: 400 V.
- Canalización: E-Unip.o Mult.Bandeja Perfor
- Longitud: 47 m; Cos ϕ : 1; $X_u(m\Omega/m)$: 0;
- Potencia a instalar: 64335 W.
- Potencia de cálculo: (Según ITC-BT-47):
 $7500 \times 1.25 + 44611.35 = 53986.35$ W. (Coef. de Simult.: 0.81)

$$I = 53986.35 / 1,732 \times 400 \times 1 = 77.92 \text{ A.}$$

Se eligen conductores Tetrapolares 4x16+TTx16mm²Cu
 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) 87 A. según ITC-BT-19
 Dimensiones bandeja: 75x60 mm. Sección útil: 2770 mm².

Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 80.11

$$e(\text{parcial}) = 47 \times 53986.35 / 44.96 \times 400 \times 16 = 8.82 \text{ V.} = 2.2 \%$$

$$e(\text{total}) = 2.95\% \text{ ADMIS (4.5\% MAX.)}$$

Protección Térmica en Principio de Línea

I. Aut./Tet. In.: 100 A. Térmico reg. Int.Reg.: 82 A.

Protección Térmica en Final de Línea

I. Aut./Tet. In.: 100 A. Térmico reg. Int.Reg.: 82 A.

Protección diferencial en Principio de Línea

Relé y Transfor. Diferencial Sens.: 600 mA.

DEMANDA DE POTENCIAS

- Potencia total instalada:

FRESADORA_1	7500 W
FRESADORA_2	7500 W
FRESADORA_3	7500 W
FRESADORA_4	7500 W
COMPRESOR	7500 W
TOMA DE CORRIENTES	26835 W
TOTAL....	64335 W

- Potencia Instalada Fuerza (W): 64335

Cálculo de la Línea: FRESADORA 1



- Tensión de servicio: 400 V.
- Canalización: E-Unip.o Mult.Bandeja Perfor
- Longitud: 17.7 m; Cos ϕ : 0.87; $X_u(m\Omega/m)$: 0; R: 1
- Potencia a instalar: 7500 W.
- Potencia de cálculo: (Según ITC-BT-47):
 $7500 \times 1.25 = 9375$ W.

$$I = 9375 / (1.732 \times 400 \times 0.87 \times 1) = 15.55 \text{ A.}$$

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

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 ($F_c=1$) 26.5 A. según ITC-BT-19

Dimensiones bandeja: 75x60 mm. Sección útil: 2770 mm^2 .

Caída de tensión:

Temperatura cable ($^\circ\text{C}$): 57.23

$e(\text{parcial}) = 17.7 \times 9375 / (48.48 \times 400 \times 2.5 \times 1) = 3.42 \text{ V.} = 0.86 \%$

$e(\text{total}) = 3.81\% \text{ ADMIS (6.5\% MAX.)}$

Prot. Térmica:

I. Mag. Tetrapolar Int. 16 A.

Cálculo de la Línea: FRESADORA 2

- Tensión de servicio: 400 V.
- Canalización: E-Unip.o Mult.Bandeja Perfor
- Longitud: 13 m; Cos ϕ : 0.87; $X_u(m\Omega/m)$: 0; R: 1
- Potencia a instalar: 7500 W.
- Potencia de cálculo: (Según ITC-BT-47):
 $7500 \times 1.25 = 9375$ W.

$$I = 9375 / (1.732 \times 400 \times 0.87 \times 1) = 15.55 \text{ A.}$$

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

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 ($F_c=1$) 26.5 A. según ITC-BT-19

Dimensiones bandeja: 75x60 mm. Sección útil: 2770 mm^2 .

Caída de tensión:

Temperatura cable ($^\circ\text{C}$): 57.23

$e(\text{parcial}) = 13 \times 9375 / (48.48 \times 400 \times 2.5 \times 1) = 2.51 \text{ V.} = 0.63 \%$

$e(\text{total}) = 3.58\% \text{ ADMIS (6.5\% MAX.)}$

Prot. Térmica:

I. Mag. Tetrapolar Int. 16 A.

Cálculo de la Línea: FRESADORA 3

- Tensión de servicio: 400 V.



- Canalización: E-Unip.o Mult.Bandeja Perfor
- Longitud: 8.5 m; Cos φ : 0.87; X_u (m Ω /m): 0; R: 1
- Potencia a instalar: 7500 W.
- Potencia de cálculo: (Según ITC-BT-47):
 $7500 \times 1.25 = 9375$ W.

$$I = 9375 / 1,732 \times 400 \times 0.87 \times 1 = 15.55 \text{ A.}$$

Se eligen conductores Tetrapolares 4x2.5+TTx2.5mm²Cu

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) 26.5 A. según ITC-BT-19

Dimensiones bandeja: 75x60 mm. Sección útil: 2770 mm².

Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 57.23

$$e(\text{parcial}) = 8.5 \times 9375 / 48.48 \times 400 \times 2.5 \times 1 = 1.64 \text{ V.} = 0.41 \%$$

$$e(\text{total}) = 3.36\% \text{ ADMIS (6.5\% MAX.)}$$

Prot. Térmica:

I. Mag. Tetrapolar Int. 16 A.

Cálculo de la Línea: FRESADORA 4

- Tensión de servicio: 400 V.
- Canalización: E-Unip.o Mult.Bandeja Perfor
- Longitud: 7.8 m; Cos φ : 0.87; X_u (m Ω /m): 0; R: 1
- Potencia a instalar: 7500 W.
- Potencia de cálculo: (Según ITC-BT-47):
 $7500 \times 1.25 = 9375$ W.

$$I = 9375 / 1,732 \times 400 \times 0.87 \times 1 = 15.55 \text{ A.}$$

Se eligen conductores Tetrapolares 4x2.5+TTx2.5mm²Cu

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) 26.5 A. según ITC-BT-19

Dimensiones bandeja: 75x60 mm. Sección útil: 2770 mm².

Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 57.23

$$e(\text{parcial}) = 7.8 \times 9375 / 48.48 \times 400 \times 2.5 \times 1 = 1.51 \text{ V.} = 0.38 \%$$

$$e(\text{total}) = 3.33\% \text{ ADMIS (6.5\% MAX.)}$$

Prot. Térmica:

I. Mag. Tetrapolar Int. 16 A.

Cálculo de la Línea: COMPRESOR

- Tensión de servicio: 400 V.
- Canalización: E-Unip.o Mult.Bandeja Perfor



- Longitud: 19.3 m; Cos φ : 0.9; X_u (m Ω /m): 0; R: 1
- Potencia a instalar: 7500 W.
- Potencia de cálculo: (Según ITC-BT-47):
7500x1.25=9375 W.

$$I=9375/1,732 \times 400 \times 0.9 \times 1=15.04 \text{ A.}$$

Se eligen conductores Tetrapolares 4x2.5+TTx2.5mm²Cu

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) 26.5 A. según ITC-BT-19

Dimensiones bandeja: 75x60 mm. Sección útil: 2770 mm².

Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 56.1

$$e(\text{parcial})=19.3 \times 9375 / 48.67 \times 400 \times 2.5 \times 1=3.72 \text{ V.}=0.93 \%$$

$$e(\text{total})=3.88\% \text{ ADMIS (6.5\% MAX.)}$$

Prot. Térmica:

I. Mag. Tetrapolar Int. 16 A.

Protección diferencial:

Inter. Dif. Tetrapolar Int.: 25 A. Sens. Int.: 300 mA.

2.2.2.7.1 SUBCUADRO TOMA DE CORRIENTES

Cálculo de la Línea: TOMA DE CORRIENTES

- Tensión de servicio: 400 V.
- Canalización: E-Unip.o Mult.Bandeja Perfor
- Longitud: 1 m; Cos φ : 0.8; X_u (m Ω /m): 0;
- Potencia a instalar: 26835 W.
- Potencia de cálculo:
16101 W.(Coef. de Simult.: 0.6)

$$I=16101/1,732 \times 400 \times 0.8=29.05 \text{ A.}$$

Se eligen conductores Tetrapolares 4x4+TTx4mm²Cu

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) 36 A. según ITC-BT-19

Dimensiones bandeja: 75x60 mm. Sección útil: 2770 mm².

Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 72.56

$$e(\text{parcial})=1 \times 16101 / 46.06 \times 400 \times 4=0.22 \text{ V.}=0.05 \%$$

$$e(\text{total})=3.01\% \text{ ADMIS (4.5\% MAX.)}$$

Protección Térmica en Principio de Línea

I. Mag. Tetrapolar Int. 32 A.

Protección Térmica en Final de Línea

I. Mag. Tetrapolar Int. 32 A.



Protección diferencial en Principio de Línea
 Inter. Dif. Tetrapolar Int.: 40 A. Sens. Int.: 30 mA.
 Protección diferencial en Final de Línea
 Inter. Dif. Tetrapolar Int.: 40 A. Sens. Int.: 30 mA.

DEMANDA DE POTENCIAS

- Potencia total instalada:

T.CORRIENTE 16A	3450 W
T.CORRIENTE 16A	3450 W
T.CORRIENTE 16A	3450 W
T.CORRIENTE 25A	5400 W
T.CORRIENTE 16A	11085 W
TOTAL....	26835 W

- Potencia Instalada Fuerza (W): 26835

Cálculo de la Línea:

- Tensión de servicio: 400 V.
- Canalización: E-Unip.o Mult.Bandeja Perfor
- Longitud: 0.3 m; Cos φ : 0.8; $X_u(m\Omega/m)$: 0;
- Potencia a instalar: 10350 W.
- Potencia de cálculo:
5175 W.(Coef. de Simult.: 0.5)

$$I=5175/1,732 \times 400 \times 0.8=9.34 \text{ A.}$$

Se eligen conductores Tetrapolares 4x2.5mm²Cu

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) 26.5 A. según ITC-BT-19

Dimensiones bandeja: 75x60 mm. Sección útil: 2770 mm².

Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 46.21

$$e(\text{parcial})=0.3 \times 5175 / 50.38 \times 400 \times 2.5=0.03 \text{ V.}=0.01 \%$$

$$e(\text{total})=3.02\% \text{ ADMIS (4.5\% MAX.)}$$

Prot. Térmica:

I. Mag. Tetrapolar Int. 16 A.

Cálculo de la Línea: T.CORRIENTE 16A

- Tensión de servicio: 230 V.
- Canalización: E-Unip.o Mult.Bandeja Perfor
- Longitud: 0.1 m; Cos φ : 1; $X_u(m\Omega/m)$: 0;



- Potencia a instalar: 3450 W.
- Potencia de cálculo: 3450 W.

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

Se eligen conductores Bipolares 2x2.5+TTx2.5mm²Cu

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) 33 A. según ITC-BT-19

Dimensiones bandeja: 75x60 mm. Sección útil: 2770 mm².

Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 50.33

$$e(\text{parcial})=2 \times 0.1 \times 3450 / 49.65 \times 230 \times 2.5 = 0.02 \text{ V.} = 0.01 \%$$

$$e(\text{total})=3.03\% \text{ ADMIS (6.5\% MAX.)}$$

Cálculo de la Línea: T.CORRIENTE 16A

- Tensión de servicio: 230 V.
- Canalización: E-Unip.o Mult.Bandeja Perfor
- Longitud: 0.1 m; Cos φ: 1; Xu(mΩ/m): 0;
- Potencia a instalar: 3450 W.
- Potencia de cálculo: 3450 W.

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

Se eligen conductores Bipolares 2x2.5+TTx2.5mm²Cu

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) 33 A. según ITC-BT-19

Dimensiones bandeja: 75x60 mm. Sección útil: 2770 mm².

Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 50.33

$$e(\text{parcial})=2 \times 0.1 \times 3450 / 49.65 \times 230 \times 2.5 = 0.02 \text{ V.} = 0.01 \%$$

$$e(\text{total})=3.03\% \text{ ADMIS (6.5\% MAX.)}$$

Cálculo de la Línea: T.CORRIENTE 16A

- Tensión de servicio: 230 V.
- Canalización: E-Unip.o Mult.Bandeja Perfor
- Longitud: 0.1 m; Cos φ: 1; Xu(mΩ/m): 0;
- Potencia a instalar: 3450 W.
- Potencia de cálculo: 3450 W.

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

Se eligen conductores Bipolares 2x2.5+TTx2.5mm²Cu

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) 33 A. según ITC-BT-19
Dimensiones bandeja: 75x60 mm. Sección útil: 2770 mm².

Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 50.33

e(parcial)= $2 \times 0.1 \times 3450 / 49.65 \times 230 \times 2.5 = 0.02$ V.=0.01 %

e(total)=3.03% ADMIS (6.5% MAX.)

Cálculo de la Línea: T.CORRIENTE 25A

- Tensión de servicio: 230 V.
- Canalización: E-Unip.o Mult.Bandeja Perfor
- Longitud: 0.1 m; Cos ϕ : 1; Xu(m Ω /m): 0;
- Potencia a instalar: 5400 W.
- Potencia de cálculo: 5400 W.

I=5400/230x1=23.48 A.

Se eligen conductores Bipolares 2x2.5+TTx2.5mm²Cu

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) 33 A. según ITC-BT-19

Dimensiones bandeja: 75x60 mm. Sección útil: 2770 mm².

Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 65.31

e(parcial)= $2 \times 0.1 \times 5400 / 47.18 \times 230 \times 2.5 = 0.04$ V.=0.02 %

e(total)=3.03% ADMIS (6.5% MAX.)

Prot. Térmica:

I. Mag. Bipolar Int. 25 A.

Cálculo de la Línea: T.CORRIENTE 16A

- Tensión de servicio: 400 V.
- Canalización: E-Unip.o Mult.Bandeja Perfor
- Longitud: 0.1 m; Cos ϕ : 1; Xu(m Ω /m): 0;
- Potencia a instalar: 11085 W.
- Potencia de cálculo: 11085 W.

I=11085/1,732x400x1=16 A.

Se eligen conductores Tetrapolares 4x2.5+TTx2.5mm²Cu

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) 26.5 A. según ITC-BT-19

Dimensiones bandeja: 75x60 mm. Sección útil: 2770 mm².

Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 58.23



$e(\text{parcial})=0.1 \times 11085/48.32 \times 400 \times 2.5=0.02 \text{ V.}=0.01 \%$
 $e(\text{total})=3.01\% \text{ ADMIS (6.5\% MAX.)}$

Prot. Térmica:

I. Mag. Tetrapolar Int. 20 A.

2.2.2.8 CUADRO6

Cálculo de la Línea: CUADRO6

- Tensión de servicio: 400 V.
- Canalización: E-Unip.o Mult.Bandeja Perfor
- Longitud: 38.1 m; Cos ϕ : 1; $X_u(m\Omega/m)$: 0;
- Potencia a instalar: 56835 W.
- Potencia de cálculo: (Según ITC-BT-47):
 $15000 \times 1.25 + 28194.6 = 46944.6 \text{ W. (Coef. de Simult.: 0.76)}$

$I=46944.6/1,732 \times 400 \times 1=67.76 \text{ A.}$

Se eligen conductores Tetrapolares 4x16+TTx16mm²Cu

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) 87 A. según ITC-BT-19

Dimensiones bandeja: 75x60 mm. Sección útil: 2770 mm².

Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 70.33

$e(\text{parcial})=38.1 \times 46944.6/46.4 \times 400 \times 16=6.02 \text{ V.}=1.51 \%$

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

Protección Térmica en Principio de Línea

I. Aut./Tet. In.: 100 A. Térmico reg. Int.Reg.: 77 A.

Protección Térmica en Final de Línea

I. Aut./Tet. In.: 100 A. Térmico reg. Int.Reg.: 77 A.

Protección diferencial en Principio de Línea

Relé y Transfor. Diferencial Sens.: 600 mA.

DEMANDA DE POTENCIAS

- Potencia total instalada:

TORNO_1	15000 W
TORNO_2	15000 W
TOMA DE CORRIENTES	26835 W
TOTAL....	56835 W

- Potencia Instalada Fuerza (W): 56835



Cálculo de la Línea: TORNO 1

- Tensión de servicio: 400 V.
- Canalización: E-Unip.o Mult.Bandeja Perfor
- Longitud: 15 m; Cos φ : 0.89; X_u (m Ω /m): 0; R: 1
- Potencia a instalar: 15000 W.
- Potencia de cálculo: (Según ITC-BT-47):
15000x1.25=18750 W.

$$I=18750/1,732 \times 400 \times 0.89 \times 1=30.41 \text{ A.}$$

Se eligen conductores Tetrapolares 4x4+TTx4mm²Cu

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) 36 A. según ITC-BT-19

Dimensiones bandeja: 75x60 mm. Sección útil: 2770 mm².

Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 75.68

$$e(\text{parcial})=15 \times 18750 / 45.6 \times 400 \times 4 \times 1=3.85 \text{ V.}=0.96 \%$$

$$e(\text{total})=3.22\% \text{ ADMIS (6.5\% MAX.)}$$

Prot. Térmica:

I. Mag. Tetrapolar Int. 32 A.

Protección diferencial:

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

Cálculo de la Línea: TORNO 2

- Tensión de servicio: 400 V.
- Canalización: E-Unip.o Mult.Bandeja Perfor
- Longitud: 23 m; Cos φ : 0.89; X_u (m Ω /m): 0; R: 1
- Potencia a instalar: 15000 W.
- Potencia de cálculo: (Según ITC-BT-47):
15000x1.25=18750 W.

$$I=18750/1,732 \times 400 \times 0.89 \times 1=30.41 \text{ A.}$$

Se eligen conductores Tetrapolares 4x4+TTx4mm²Cu

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) 36 A. según ITC-BT-19

Dimensiones bandeja: 75x60 mm. Sección útil: 2770 mm².

Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 75.68

$$e(\text{parcial})=23 \times 18750 / 45.6 \times 400 \times 4 \times 1=5.91 \text{ V.}=1.48 \%$$

$$e(\text{total})=3.73\% \text{ ADMIS (6.5\% MAX.)}$$

Prot. Térmica:

I. Mag. Tetrapolar Int. 32 A.



Protección diferencial:

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

2.2.2.8.1 SUBCUADRO TOMA DE CORRIENTES

Cálculo de la Línea: TOMA DE CORRIENTES

- Tensión de servicio: 400 V.
- Canalización: E-Unip.o Mult.Bandeja Perfor
- Longitud: 1 m; Cos ϕ : 0.8; $X_u(m\Omega/m)$: 0;
- Potencia a instalar: 26835 W.
- Potencia de cálculo:
16101 W.(Coef. de Simult.: 0.6)

$$I=16101/1,732 \times 400 \times 0.8=29.05 \text{ A.}$$

Se eligen conductores Tetrapolares 4x4+TTx4mm²Cu

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) 36 A. según ITC-BT-19

Dimensiones bandeja: 75x60 mm. Sección útil: 2770 mm².

Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 72.56

$$e(\text{parcial})=1 \times 16101 / 46.06 \times 400 \times 4 = 0.22 \text{ V.} = 0.05 \%$$

$$e(\text{total})=2.31\% \text{ ADMIS (4.5\% MAX.)}$$

Protección Termica en Principio de Línea

I. Mag. Tetrapolar Int. 32 A.

Protección Térmica en Final de Línea

I. Mag. Tetrapolar Int. 32 A.

Protección diferencial en Principio de Línea

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

Protección diferencial en Final de Línea

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

DEMANDA DE POTENCIAS

- Potencia total instalada:

T.CORRIENTE 16A	3450 W
T.CORRIENTE 16A	3450 W
T.CORRIENTE 16A	3450 W
T.CORRIENTE 25A	5400 W
T.CORRIENTE 16A	11085 W
TOTAL....	26835 W

- Potencia Instalada Fuerza (W): 26835



Cálculo de la Línea:

- Tensión de servicio: 400 V.
- Canalización: E-Unip.o Mult.Bandeja Perfor
- Longitud: 0.3 m; Cos ϕ : 0.8; $X_u(m\Omega/m)$: 0;
- Potencia a instalar: 10350 W.
- Potencia de cálculo:
5175 W.(Coef. de Simult.: 0.5)

$$I=5175/1,732 \times 400 \times 0.8=9.34 \text{ A.}$$

Se eligen conductores Tetrapolares 4x4mm²Cu

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) 36 A. según ITC-BT-19

Dimensiones bandeja: 75x60 mm. Sección útil: 2770 mm².

Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 43.36

$$e(\text{parcial})=0.3 \times 5175 / 50.89 \times 400 \times 4 = 0.02 \text{ V.} = 0 \%$$

$$e(\text{total})=2.31\% \text{ ADMIS (4.5\% MAX.)}$$

Prot. Térmica:

I. Mag. Tetrapolar Int. 16 A.

Cálculo de la Línea: T.CORRIENTE 16A

- Tensión de servicio: 230 V.
- Canalización: E-Unip.o Mult.Bandeja Perfor
- Longitud: 0.1 m; Cos ϕ : 1; $X_u(m\Omega/m)$: 0;
- Potencia a instalar: 3450 W.
- Potencia de cálculo: 3450 W.

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

Se eligen conductores Bipolares 2x4+TTx4mm²Cu

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) 45 A. según ITC-BT-19

Dimensiones bandeja: 75x60 mm. Sección útil: 2770 mm².

Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 45.56

$$e(\text{parcial})=2 \times 0.1 \times 3450 / 50.5 \times 230 \times 4 = 0.01 \text{ V.} = 0.01 \%$$

$$e(\text{total})=2.32\% \text{ ADMIS (6.5\% MAX.)}$$

Cálculo de la Línea: T.CORRIENTE 16A

- Tensión de servicio: 230 V.
- Canalización: E-Unip.o Mult.Bandeja Perfor



- Longitud: 0.1 m; Cos φ : 1; $X_u(m\Omega/m)$: 0;
- Potencia a instalar: 3450 W.
- Potencia de cálculo: 3450 W.

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

Se eligen conductores Bipolares 2x4+TTx4mm²Cu

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) 45 A. según ITC-BT-19

Dimensiones bandeja: 75x60 mm. Sección útil: 2770 mm².

Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 45.56

$e(\text{parcial})=2 \times 0.1 \times 3450 / 50.5 \times 230 \times 4 = 0.01 \text{ V.} = 0.01 \%$

$e(\text{total})=2.32\% \text{ ADMIS (6.5\% MAX.)}$

Cálculo de la Línea: T.CORRIENTE 16A

- Tensión de servicio: 230 V.
- Canalización: E-Unip.o Mult.Bandeja Perfor
- Longitud: 0.1 m; Cos φ : 1; $X_u(m\Omega/m)$: 0;
- Potencia a instalar: 3450 W.
- Potencia de cálculo: 3450 W.

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

Se eligen conductores Bipolares 2x4+TTx4mm²Cu

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) 45 A. según ITC-BT-19

Dimensiones bandeja: 75x60 mm. Sección útil: 2770 mm².

Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 45.56

$e(\text{parcial})=2 \times 0.1 \times 3450 / 50.5 \times 230 \times 4 = 0.01 \text{ V.} = 0.01 \%$

$e(\text{total})=2.32\% \text{ ADMIS (6.5\% MAX.)}$

Cálculo de la Línea: T.CORRIENTE 25A

- Tensión de servicio: 230 V.
- Canalización: E-Unip.o Mult.Bandeja Perfor
- Longitud: 0.1 m; Cos φ : 1; $X_u(m\Omega/m)$: 0;
- Potencia a instalar: 5400 W.
- Potencia de cálculo: 5400 W.

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

Se eligen conductores Bipolares 2x4+TTx4mm²Cu



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) 45 A. según ITC-BT-19

Dimensiones bandeja: 75x60 mm. Sección útil: 2770 mm².

Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 53.61

e(parcial)= $2 \times 0.1 \times 5400 / 49.09 \times 230 \times 4 = 0.02$ V.=0.01 %

e(total)=2.32% ADMIS (6.5% MAX.)

Prot. Térmica:

I. Mag. Bipolar Int. 25 A.

Cálculo de la Línea: T.CORRIENTE 16A

- Tensión de servicio: 400 V.
- Canalización: E-Unip.o Mult.Bandeja Perfor
- Longitud: 0.1 m; Cos ϕ : 1; Xu(m Ω /m): 0;
- Potencia a instalar: 11085 W.
- Potencia de cálculo: 11085 W.

$I = 11085 / 1,732 \times 400 \times 1 = 16$ A.

Se eligen conductores Tetrapolares 4x4+TTx4mm²Cu

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) 36 A. según ITC-BT-19

Dimensiones bandeja: 75x60 mm. Sección útil: 2770 mm².

Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 49.88

e(parcial)= $0.1 \times 11085 / 49.73 \times 400 \times 4 = 0.01$ V.=0 %

e(total)=2.31% ADMIS (6.5% MAX.)

Prot. Térmica:

I. Mag. Tetrapolar Int. 20 A.

2.2.2.9 CUADRO7

Cálculo de la Línea: CUADRO7

- Tensión de servicio: 400 V.
- Canalización: E-Unip.o Mult.Bandeja Perfor
- Longitud: 38.8 m; Cos ϕ : 1; Xu(m Ω /m): 0;
- Potencia a instalar: 40450 W.
- Potencia de cálculo: (Según ITC-BT-47):
 $15000 \times 1.25 + 25450 = 44200$ W.(Coef. de Simult.: 1)

$I = 44200 / 1,732 \times 400 \times 1 = 63.8$ A.



Se eligen conductores Tetrapolares 4x10+TTx10mm²Cu
 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) 65 A. según ITC-BT-19
 Dimensiones bandeja: 75x60 mm. Sección útil: 2770 mm².

Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 88.17
 $e(\text{parcial})=38.8 \times 44200 / 43.84 \times 400 \times 10 = 9.78 \text{ V.} = 2.44 \%$
 $e(\text{total})=3.19\% \text{ ADMIS (4.5\% MAX.)}$

Protección Térmica en Principio de Línea

I. Aut./Tet. In.: 100 A. Térmico reg. Int.Reg.: 64 A.

Protección Térmica en Final de Línea

I. Aut./Tet. In.: 100 A. Térmico reg. Int.Reg.: 64 A.

Protección diferencial en Principio de Línea

Relé y Transfor. Diferencial Sens.: 600 mA.

DEMANDA DE POTENCIAS

- Potencia total instalada:

TORNO_3	15000 W
TORNO_4	15000 W
RECTIFICADOR	10450 W
TOTAL....	40450 W

- Potencia Instalada Fuerza (W): 40450

Cálculo de la Línea: TORNO 3

- Tensión de servicio: 400 V.
- Canalización: E-Unip.o Mult.Bandeja Perfor
- Longitud: 15 m; Cos ϕ : 0.89; Xu(m Ω /m): 0; R: 1
- Potencia a instalar: 15000 W.
- Potencia de cálculo: (Según ITC-BT-47):
 $15000 \times 1.25 = 18750 \text{ W.}$

$I=18750 / 1,732 \times 400 \times 0.89 \times 1 = 30.41 \text{ A.}$

Se eligen conductores Tetrapolares 4x4+TTx4mm²Cu
 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) 36 A. según ITC-BT-19
 Dimensiones bandeja: 75x60 mm. Sección útil: 2770 mm².

Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 75.68
 $e(\text{parcial})=15 \times 18750 / 45.6 \times 400 \times 4 \times 1 = 3.85 \text{ V.} = 0.96 \%$



$e(\text{total})=4.16\%$ ADMIS (6.5% MAX.)

Prot. Térmica:

I. Mag. Tetrapolar Int. 32 A.

Protección diferencial:

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

Cálculo de la Línea: TORNO 4

- Tensión de servicio: 400 V.
- Canalización: E-Unip.o Mult.Bandeja Perfor
- Longitud: 23 m; $\text{Cos } \varphi$: 0.89; $X_u(\text{m}\Omega/\text{m})$: 0; R: 1
- Potencia a instalar: 15000 W.
- Potencia de cálculo: (Según ITC-BT-47):
 $15000 \times 1.25 = 18750 \text{ W}$.

$I=18750/1,732 \times 400 \times 0.89 \times 1 = 30.41 \text{ A}$.

Se eligen conductores Tetrapolares 4x4+TTx4mm²Cu

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) 36 A. según ITC-BT-19

Dimensiones bandeja: 75x60 mm. Sección útil: 2770 mm².

Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 75.68

$e(\text{parcial})=23 \times 18750 / 45.6 \times 400 \times 4 \times 1 = 5.91 \text{ V.} = 1.48 \%$

$e(\text{total})=4.67\%$ ADMIS (6.5% MAX.)

Prot. Térmica:

I. Mag. Tetrapolar Int. 32 A.

Protección diferencial:

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

Cálculo de la Línea: RECTIFICADOR

- Tensión de servicio: 400 V.
- Canalización: E-Unip.o Mult.Bandeja Perfor
- Longitud: 12.5 m; $\text{Cos } \varphi$: 0.86; $X_u(\text{m}\Omega/\text{m})$: 0; R: 1
- Potencia a instalar: 10450 W.
- Potencia de cálculo: (Según ITC-BT-47):
 $10450 \times 1.25 = 13062.5 \text{ W}$.

$I=13062.5/1,732 \times 400 \times 0.86 \times 1 = 21.92 \text{ A}$.

Se eligen conductores Tetrapolares 4x2.5+TTx2.5mm²Cu

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) 26.5 A. según ITC-BT-19

Dimensiones bandeja: 75x60 mm. Sección útil: 2770 mm².



Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 74.22

$e(\text{parcial})=12.5 \times 13062.5 / 45.82 \times 400 \times 2.5 \times 1 = 3.56 \text{ V.} = 0.89 \%$

$e(\text{total})=4.08\% \text{ ADMIS (6.5\% MAX.)}$

Prot. Térmica:

I. Mag. Tetrapolar Int. 25 A.

Protección diferencial:

Inter. Dif. Tetrapolar Int.: 25 A. Sens. Int.: 300 mA

2.2.2.10 CUADRO8

Cálculo de la Línea: CUADRO8

- Tensión de servicio: 400 V.
- Canalización: E-Unip.o Mult.Bandeja Perfor
- Longitud: 45 m; Cos ϕ : 1; $X_u(\text{m}\Omega/\text{m})$: 0;
- Potencia a instalar: 26000 W.
- Potencia de cálculo: (Según ITC-BT-44):
46800 W.(Coef. de Simult.: 1)

$I=46800/1,732 \times 400 \times 1 = 67.55 \text{ A.}$

Se eligen conductores Tetrapolares 4x35+TTx16mm²Cu

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) 137 A. según ITC-BT-19

Dimensiones bandeja: 75x60 mm. Sección útil: 2770 mm².

Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 52.16

$e(\text{parcial})=45 \times 46800 / 49.34 \times 400 \times 35 = 3.05 \text{ V.} = 0.76 \%$

$e(\text{total})=1.51\% \text{ ADMIS (4.5\% MAX.)}$

Protección Térmica en Principio de Línea

I. Aut./Tet. In.: 100 A. Térmico reg. Int.Reg.: 77 A.

Protección Térmica en Final de Línea

I. Aut./Tet. In.: 100 A. Térmico reg. Int.Reg.: 77 A.

Protección diferencial en Principio de Línea

Relé y Transfor. Diferencial Sens.: 600 mA.

DEMANDA DE POTENCIAS

- Potencia total instalada:

ZONA 1_R	1600 W
ZONA 1_S	1600 W
ZONA 1_T	1600 W



ZONA 2_R	1600 W
ZONA 2_S	2000 W
ZONA 2_T	2000 W
ZONA 3_R	1600 W
ZONA 3_S	1600 W
ZONA 3_T	1600 W
ZONA 4_R	2000 W
ZONA 4_S	2000 W
ZONA 4_T	1600 W
ZONA 5_R	2000 W
ZONA 5_S	1600 W
ZONA 5_T	1600 W
TOTAL....	26000 W

- Potencia Instalada Alumbrado (W): 26000

Cálculo de la Línea: TALLER ZONA 1

- Tensión de servicio: 400 V.
- Canalización: E-Unip.o Mult.Bandeja Perfor
- Longitud: 0.1 m; Cos ϕ : 1; $X_u(m\Omega/m)$: 0;
- Potencia a instalar: 4800 W.
- Potencia de cálculo: (Según ITC-BT-44):
8640 W.(Coef. de Simult.: 1)

$$I=8640/1,732 \times 400 \times 1=12.47 \text{ A.}$$

Se eligen conductores Tetrapolares 4x10mm²Cu

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) 65 A. según ITC-BT-19

Dimensiones bandeja: 75x60 mm. Sección útil: 2770 mm².

Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 41.84

$e(\text{parcial})=0.1 \times 8640 / 51.17 \times 400 \times 10=0 \text{ V.}=0 \%$

$e(\text{total})=1.51\% \text{ ADMIS (4.5\% MAX.)}$

Prot. Térmica:

I. Mag. Tetrapolar Int. 16 A.

Protección diferencial:

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

Contactador:

Contactador Tripolar In: 16 A.

Cálculo de la Línea: ZONA 1_R

- Tensión de servicio: 230 V.
- Canalización: E-Unip.o Mult.Bandeja Perfor



- Longitud: 74 m; Cos ϕ : 1; X_u (m Ω /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 Bipolares 2x10+TTx10mm²Cu

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) 76 A. según ITC-BT-19

Dimensiones bandeja: 75x60 mm. Sección útil: 2770 mm².

Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 41.36

$$e(\text{parcial})=2 \times 74 \times 2880 / 51.26 \times 230 \times 10=3.62 \text{ V.}=1.57 \%$$

$$e(\text{total})=3.08\% \text{ ADMIS (4.5\% MAX.)}$$

Cálculo de la Línea: ZONA 1_S

- Tensión de servicio: 230 V.
- Canalización: E-Unip.o Mult.Bandeja Perfor
- Longitud: 70 m; Cos ϕ : 1; X_u (m Ω /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 Bipolares 2x6+TTx6mm²Cu

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) 57 A. según ITC-BT-19

Dimensiones bandeja: 75x60 mm. Sección útil: 2770 mm².

Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 42.41

$$e(\text{parcial})=2 \times 70 \times 2880 / 51.07 \times 230 \times 6=5.72 \text{ V.}=2.49 \%$$

$$e(\text{total})=4\% \text{ ADMIS (4.5\% MAX.)}$$

Cálculo de la Línea: ZONA 1_T

- Tensión de servicio: 230 V.
- Canalización: E-Unip.o Mult.Bandeja Perfor
- Longitud: 61 m; Cos ϕ : 1; X_u (m Ω /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 Bipolares 2x6+TTx6mm²Cu

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) 57 A. según ITC-BT-19

Dimensiones bandeja: 75x60 mm. Sección útil: 2770 mm².

Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 42.41

$$e(\text{parcial})=2 \times 61 \times 2880 / 51.07 \times 230 \times 6=4.99 \text{ V.}=2.17 \%$$

$$e(\text{total})=3.68\% \text{ ADMIS (4.5\% MAX.)}$$

Cálculo de la Línea: TALLER ZONA 2

- Tensión de servicio: 400 V.
- Canalización: E-Unip.o Mult.Bandeja Perfor
- Longitud: 0.1 m; Cos φ: 1; Xu(mΩ/m): 0;
- Potencia a instalar: 5600 W.
- Potencia de cálculo: (Según ITC-BT-44):
10080 W.(Coef. de Simult.: 1)

$$I=10080/1,732 \times 400 \times 1=14.55 \text{ A.}$$

Se eligen conductores Tetrapolares 4x6mm²Cu

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) 46 A. según ITC-BT-19

Dimensiones bandeja: 75x60 mm. Sección útil: 2770 mm².

Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 45

$$e(\text{parcial})=0.1 \times 10080 / 50.6 \times 400 \times 6=0.01 \text{ V.}=0 \%$$

$$e(\text{total})=1.51\% \text{ ADMIS (4.5\% MAX.)}$$

Prot. Térmica:

I. Mag. Tetrapolar Int. 16 A.

Protección diferencial:

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

Contactor:

Contactor Tripolar In: 16 A.

Cálculo de la Línea: ZONA 2 R

- Tensión de servicio: 230 V.
- Canalización: E-Unip.o Mult.Bandeja Perfor
- Longitud: 49 m; Cos φ: 1; Xu(mΩ/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 Bipolares 2x6+TTx6mm²Cu

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) 57 A. según ITC-BT-19

Dimensiones bandeja: 75x60 mm. Sección útil: 2770 mm².

Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 42.41

$$e(\text{parcial}) = 2 \times 49 \times 2880 / 51.07 \times 230 \times 6 = 4 \text{ V.} = 1.74 \%$$

$$e(\text{total}) = 3.25\% \text{ ADMIS (4.5\% MAX.)}$$

Cálculo de la Línea: ZONA 2 S

- Tensión de servicio: 230 V.

- Canalización: E-Unip.o Mult.Bandeja Perfor

- Longitud: 45 m; Cos φ: 1; Xu(mΩ/m): 0;

- Potencia a instalar: 2000 W.

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

$$2000 \times 1.8 = 3600 \text{ W.}$$

$$I = 3600 / 230 \times 1 = 15.65 \text{ A.}$$

Se eligen conductores Bipolares 2x6+TTx6mm²Cu

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) 57 A. según ITC-BT-19

Dimensiones bandeja: 75x60 mm. Sección útil: 2770 mm².

Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 43.77

$$e(\text{parcial}) = 2 \times 45 \times 3600 / 50.82 \times 230 \times 6 = 4.62 \text{ V.} = 2.01 \%$$

$$e(\text{total}) = 3.52\% \text{ ADMIS (4.5\% MAX.)}$$

Cálculo de la Línea: ZONA 2 T

- Tensión de servicio: 230 V.

- Canalización: E-Unip.o Mult.Bandeja Perfor

- Longitud: 41 m; Cos φ: 1; Xu(mΩ/m): 0;

- Potencia a instalar: 2000 W.

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

$$2000 \times 1.8 = 3600 \text{ W.}$$

$$I = 3600 / 230 \times 1 = 15.65 \text{ A.}$$

Se eligen conductores Bipolares 2x6+TTx6mm²Cu

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) 57 A. según ITC-BT-19

Dimensiones bandeja: 75x60 mm. Sección útil: 2770 mm².

Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 43.77

e(parcial)= $2 \times 41 \times 3600 / 50.82 \times 230 \times 6 = 4.21$ V.=1.83 %

e(total)=3.34% ADMIS (4.5% MAX.)

Cálculo de la Línea: TALLER ZONA 3

- Tensión de servicio: 400 V.
- Canalización: E-Unip.o Mult.Bandeja Perfor
- Longitud: 0.1 m; Cos φ : 1; Xu(m Ω /m): 0;
- Potencia a instalar: 4800 W.
- Potencia de cálculo: (Según ITC-BT-44):
8640 W.(Coef. de Simult.: 1)

$I = 8640 / 1,732 \times 400 \times 1 = 12.47$ A.

Se eligen conductores Tetrapolares 4x6mm²Cu

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) 46 A. según ITC-BT-19

Dimensiones bandeja: 75x60 mm. Sección útil: 2770 mm².

Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 43.68

e(parcial)= $0.1 \times 8640 / 50.84 \times 400 \times 6 = 0.01$ V.=0 %

e(total)=1.51% ADMIS (4.5% MAX.)

Prot. Térmica:

I. Mag. Tetrapolar Int. 16 A.

Protección diferencial:

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

Contactor:

Contactor Tripolar In: 16 A.

Cálculo de la Línea: ZONA 3 R

- Tensión de servicio: 230 V.
- Canalización: E-Unip.o Mult.Bandeja Perfor
- Longitud: 64 m; Cos φ : 1; Xu(m Ω /m): 0;
- Potencia a instalar: 1600 W.
- Potencia de cálculo: (Según ITC-BT-44):
 $1600 \times 1.8 = 2880$ W.

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

Se eligen conductores Bipolares 2x6+TTx6mm²Cu



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) 57 A. según ITC-BT-19

Dimensiones bandeja: 75x60 mm. Sección útil: 2770 mm².

Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 42.41

$e(\text{parcial})=2 \times 64 \times 2880 / 51.07 \times 230 \times 6 = 5.23 \text{ V.} = 2.27 \%$

$e(\text{total})=3.79\% \text{ ADMIS (4.5\% MAX.)}$

Cálculo de la Línea: ZONA 3 S

- Tensión de servicio: 230 V.
- Canalización: E-Unip.o Mult.Bandeja Perfor
- Longitud: 60 m; Cos φ : 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 Bipolares 2x6+TTx6mm²Cu

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) 57 A. según ITC-BT-19

Dimensiones bandeja: 75x60 mm. Sección útil: 2770 mm².

Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 42.41

$e(\text{parcial})=2 \times 60 \times 2880 / 51.07 \times 230 \times 6 = 4.9 \text{ V.} = 2.13 \%$

$e(\text{total})=3.65\% \text{ ADMIS (4.5\% MAX.)}$

Cálculo de la Línea: ZONA 3 T

- Tensión de servicio: 230 V.
- Canalización: E-Unip.o Mult.Bandeja Perfor
- Longitud: 51 m; Cos φ : 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 Bipolares 2x6+TTx6mm²Cu

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) 57 A. según ITC-BT-19

Dimensiones bandeja: 75x60 mm. Sección útil: 2770 mm².



Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 42.41

$e(\text{parcial})=2 \times 51 \times 2880 / 51.07 \times 230 \times 6 = 4.17 \text{ V.} = 1.81 \%$

$e(\text{total})=3.33\% \text{ ADMIS (4.5\% MAX.)}$

Cálculo de la Línea: TALLER ZONA 4

- Tensión de servicio: 400 V.
- Canalización: E-Unip.o Mult.Bandeja Perfor
- Longitud: 0.1 m; Cos φ : 1; $X_u(\text{m}\Omega/\text{m})$: 0;
- Potencia a instalar: 5600 W.
- Potencia de cálculo: (Según ITC-BT-44):
10080 W.(Coef. de Simult.: 1)

$I=10080/1,732 \times 400 \times 1 = 14.55 \text{ A.}$

Se eligen conductores Tetrapolares 4x16mm²Cu

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) 87 A. según ITC-BT-19

Dimensiones bandeja: 75x60 mm. Sección útil: 2770 mm².

Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 41.4

$e(\text{parcial})=0.1 \times 10080 / 51.26 \times 400 \times 16 = 0 \text{ V.} = 0 \%$

$e(\text{total})=1.51\% \text{ ADMIS (4.5\% MAX.)}$

Prot. Térmica:

I. Mag. Tetrapolar Int. 16 A.

Protección diferencial:

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

Contactor:

Contactor Tripolar In: 16 A.

Cálculo de la Línea: ZONA 4 R

- Tensión de servicio: 230 V.
- Canalización: E-Unip.o Mult.Bandeja Perfor
- Longitud: 39 m; Cos φ : 1; $X_u(\text{m}\Omega/\text{m})$: 0;
- Potencia a instalar: 2000 W.
- Potencia de cálculo: (Según ITC-BT-44):
2000x1.8=3600 W.

$I=3600/230 \times 1 = 15.65 \text{ A.}$

Se eligen conductores Bipolares 2x6+TTx6mm²Cu

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) 57 A. según ITC-BT-19

Dimensiones bandeja: 75x60 mm. Sección útil: 2770 mm².



Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 43.77

$e(\text{parcial})=2 \times 39 \times 3600 / 50.82 \times 230 \times 6 = 4 \text{ V.} = 1.74 \%$

$e(\text{total})=3.25\% \text{ ADMIS (4.5\% MAX.)}$

Cálculo de la Línea: ZONA 4 S

- Tensión de servicio: 230 V.
- Canalización: E-Unip.o Mult.Bandeja Perfor
- Longitud: 44 m; Cos ϕ : 1; $X_u(\text{m}\Omega/\text{m})$: 0;
- Potencia a instalar: 2000 W.
- Potencia de cálculo: (Según ITC-BT-44):
 $2000 \times 1.8 = 3600 \text{ W.}$

$I=3600/230 \times 1=15.65 \text{ A.}$

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

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) 57 A. según ITC-BT-19

Dimensiones bandeja: 75x60 mm. Sección útil: 2770 mm².

Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 43.77

$e(\text{parcial})=2 \times 44 \times 3600 / 50.82 \times 230 \times 6 = 4.52 \text{ V.} = 1.96 \%$

$e(\text{total})=3.48\% \text{ ADMIS (4.5\% MAX.)}$

Cálculo de la Línea: ZONA 4 T

- Tensión de servicio: 230 V.
- Canalización: E-Unip.o Mult.Bandeja Perfor
- Longitud: 30 m; Cos ϕ : 1; $X_u(\text{m}\Omega/\text{m})$: 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 Bipolares $2 \times 16 + \text{TT} \times 16 \text{ mm}^2 \text{ Cu}$

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) 105 A. según ITC-BT-19

Dimensiones bandeja: 75x60 mm. Sección útil: 2770 mm².

Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 40.71

$e(\text{parcial})=2 \times 30 \times 2880 / 51.38 \times 230 \times 16 = 0.91 \text{ V.} = 0.4 \%$

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



Cálculo de la Línea: TALLER ZONA 5

- Tensión de servicio: 400 V.
- Canalización: E-Unip.o Mult.Bandeja Perfor
- Longitud: 0.1 m; Cos φ : 1; $X_u(m\Omega/m)$: 0;
- Potencia a instalar: 5200 W.
- Potencia de cálculo: (Según ITC-BT-44):
9360 W.(Coef. de Simult.: 1)

$$I=9360/1,732 \times 400 \times 1=13.51 \text{ A.}$$

Se eligen conductores Tetrapolares 4x6mm²Cu

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) 46 A. según ITC-BT-19

Dimensiones bandeja: 75x60 mm. Sección útil: 2770 mm².

Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 44.31

e(parcial)=0.1x9360/50.72x400x6=0.01 V.=0 %

e(total)=1.51% ADMIS (4.5% MAX.)

Prot. Térmica:

I. Mag. Tetrapolar Int. 16 A.

Protección diferencial:

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

Contactor:

Contactor Tripolar In: 16 A.

Cálculo de la Línea: ZONA 5 R

- Tensión de servicio: 230 V.
- Canalización: E-Unip.o Mult.Bandeja Perfor
- Longitud: 54 m; Cos φ : 1; $X_u(m\Omega/m)$: 0;
- Potencia a instalar: 2000 W.
- Potencia de cálculo: (Según ITC-BT-44):
2000x1.8=3600 W.

$$I=3600/230 \times 1=15.65 \text{ A.}$$

Se eligen conductores Bipolares 2x6+TTx6mm²Cu

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) 57 A. según ITC-BT-19

Dimensiones bandeja: 75x60 mm. Sección útil: 2770 mm².

Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 43.77

e(parcial)=2x54x3600/50.82x230x6=5.54 V.=2.41 %



$e(\text{total})=3.92\%$ ADMIS (4.5% MAX.)

Cálculo de la Línea: ZONA 5 S

- Tensión de servicio: 230 V.
- Canalización: E-Unip.o Mult.Bandeja Perfor
- Longitud: 34 m; Cos ϕ : 1; $X_u(\text{m}\Omega/\text{m})$: 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 Bipolares $2 \times 4 + \text{TT} \times 4 \text{ mm}^2 \text{ Cu}$

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 ($F_c=1$) 45 A. según ITC-BT-19

Dimensiones bandeja: 75x60 mm. Sección útil: 2770 mm².

Caída de tensión:

Temperatura cable ($^\circ\text{C}$): 43.87

$$e(\text{parcial}) = 2 \times 34 \times 2880 / 50.8 \times 230 \times 4 = 4.19 \text{ V} = 1.82 \%$$

$e(\text{total})=3.33\%$ ADMIS (4.5% MAX.)

Cálculo de la Línea: ZONA 5 T

- Tensión de servicio: 230 V.
- Canalización: E-Unip.o Mult.Bandeja Perfor
- Longitud: 25 m; Cos ϕ : 1; $X_u(\text{m}\Omega/\text{m})$: 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 Bipolares $2 \times 2.5 + \text{TT} \times 2.5 \text{ mm}^2 \text{ Cu}$

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 ($F_c=1$) 33 A. según ITC-BT-19

Dimensiones bandeja: 75x60 mm. Sección útil: 2770 mm².

Caída de tensión:

Temperatura cable ($^\circ\text{C}$): 47.2

$$e(\text{parcial}) = 2 \times 25 \times 2880 / 50.2 \times 230 \times 2.5 = 4.99 \text{ V} = 2.17 \%$$

$e(\text{total})=3.68\%$ ADMIS (4.5% MAX.)

2.2.2.11 CLIMATIZACION



Cálculo de la Línea: CLIMATIZACION

- Tensión de servicio: 400 V.
- Canalización: E-Unip.o Mult.Bandeja Perfor
- Longitud: 50 m; Cos ϕ : 0.9; $X_u(m\Omega/m)$: 0;
- Potencia a instalar: 100000 W.
- Potencia de cálculo: 100000 W.

$$I=100000/1,732 \times 400 \times 0.9=160.38 \text{ A.}$$

Se eligen conductores Unipolares 4x50+TTx25mm²Cu

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) 167 A. según ITC-BT-19

Dimensiones bandeja: 75x60 mm. Sección útil: 2770 mm².

Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 86.11

$$e(\text{parcial})=50 \times 100000 / 44.12 \times 400 \times 50=5.67 \text{ V.}=1.42 \%$$

$$e(\text{total})=2.17\% \text{ ADMIS (6.5\% MAX.)}$$

Prot. Térmica:

I. Aut./Tet. In.: 250 A. Térmico reg. Int.Reg.: 164 A.

Protección diferencial:

Relé y Transfor. Diferencial Sens.: 600 mA.

CUADRO7

2.2.3 DIAMETRO DE LOS TUBOS PROTECTORES

Para el cálculo o elección del diámetro necesario para los tubos protectores, a través del cual irán los conductores que alimentan los distintos receptores de la instalación, se ha de tener en cuenta lo expuesto en la I.T.C-BT 21 del Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión. En esta I.T.C aparecen los diámetros exteriores que han de tener los tubos, según la sección y el número de conductores que se van a alojar en ellos.

En la siguiente tabla se muestran los tipos de tubos escogidos y el número de metros necesarios de cada tipo de tubo.

TIPO DE TUBO	LONGITUD
Tubo de termoplástico de PVC corrugado de color negro, temperatura máxima de instalación 20° C. Ø 32 mm	42
Tubo de termoplástico de PVC corrugado de color negro, temperatura máxima de instalación 20° C. Ø 40 mm	60



Tubo de termoplástico de PVC corrugado de color negro, temperatura máxima de instalación 20° C. Ø 50 mm.	85
--	----

2.3 CÁLCULO DE LAS CORRIENTES DE CORTOCIRCUITO

2.3.1 INTRODUCCIÓN

Estos cálculos son indispensables para poder conocer el poder de corte, el calibre y el tipo de curva que deben tener las protecciones utilizadas en el presente proyecto, que son las tres características más importantes que definen un magnetotérmico. Los puntos en donde se calcularan las corrientes de cortocircuito serán en las entradas a los cuadros tanto el general como los auxiliares, ya que son en estos puntos donde se colocaran las protecciones.

El poder de corte y el calibre calculado para las protecciones magnetotérmicas, serán los que se utilizaran para las protecciones diferenciales.

El poder de corte de las protecciones deberá ser igual o superior a la corriente de cortocircuito I_{cc} calculada para su valor máximo en ausencia del dispositivo de protección.

2.3.2 CÁLCULOS REALIZADOS

Los cálculos que se han de realizar para calcular las corrientes de cortocircuito tanto máxima, como mínima, vienen recogidos en la memoria del presente proyecto. Los cálculos consisten en calcular la impedancia tanto directa como homopolar, teniendo en cuenta las impedancias del transformador, línea, automatismos, de aguas arriba en el caso de la impedancia directa, y de toda la línea en el caso de la impedancia homopolar.

2.3.3 RESULTADOS

Los resultados obtenidos tras aplicar el método expuesto para con cada uno de los interruptores magnetotérmicos se contemplna en el punto anexo de tablas.

Las protecciones colocadas, vienen descritas en el documento memoria y también en el documento planos del presente proyecto.



2.4 CÁLCULO DE PUESTA A TIERRA

2.4.1 DATOS DE PARTIDA

Según la ITC-BT 18 del Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión y tal como esta explicado en la memoria, el valor de la resistencia de tierra será tal que cualquier masa no pueda dar lugar a tensiones de contacto superiores a 24 V en locales húmedos y 50 V en locales secos.

Con el objetivo de hacer más segura la instalación y aunque la nave industrial no sea un local especialmente húmedo, a la hora de calcular la puesta a tierra se ha de tener cuenta el valor de 24 V. Por tanto la instalación estará protegida para que en caso de que cualquier masa pueda ponerse en tensión, esta no supere el valor de 24 V.

La resistividad del terreno según la tabla de la ITC-BT 18, margas y arcillas compactas, entre 100 y 200 Ωm .

La corriente máxima de disparo del interruptor diferencial más sensible, que se tendrá en cuenta será de 300 mA.

Otro factor muy importante a tener en cuenta es que la resistencia de tierra deberá cumplir con la siguiente expresión:

$$R \leq V_c / I_s$$

Donde:

R = Resistencia de puesta a tierra en Ω .

V_c = Tensión de contacto en V.

I_s = Sensibilidad del interruptor diferencial en A.

Por tanto:

$$R \leq 24\text{V} / 0,3\text{A} = 80\Omega.$$

2.4.2 INSTALACIÓN DE PUESTA A TIERRA

El electrodo está formado por 4 picas de acero recubiertas de cobre de 20 mm de diámetro y 2 metros de longitud, situadas una en cada esquina de la nave, y unidas por medio de un conductor de cobre desnudo de 50 mm² de sección. Esta irá unida al mallazo metálico de cimentación a través de un conductor de cobre de 50 mm² de sección por medio de soldaduras aluminotérmicas, formando así una superficie equipotencial a lo largo de toda la nave.

La instalación constará de dos puntos de puesta a tierra unidos a través de la línea principal de tierra de 25 mm² de sección.

Los perfiles metálicos de la nave irán unidos al conductor de cobre directamente, a través de un conductor de cobre de 50 mm². Del cuadro de distribución general se



unirá al conductor principal de tierra a través de un conductor de cobre de 50 mm². Del cuadro de distribución general partirán las derivaciones a los cuadros auxiliares de distribución y de estos partirán los conductores de protección a los distintos receptores.

Una vez elegido cual va a ser la configuración de la instalación, como el número de picas, la sección de los conductores de unión de las picas, la naturaleza de los conductores etc. se procede a verificar que la instalación cumple con las condiciones anteriormente expuestas, es decir, que la resistencia de tierra sea inferior a 80Ω, con lo que quedara limitada la tensión de contacto.

Calcularemos el valor de la resistencia de tierra en el caso del defecto a tierra más desfavorable, es decir, cuando la corriente de defecto sea mayor. Ya que los contactos peligrosos se producen con la maquinaria de la nave, hemos de buscar la máquina con menor resistencia a tierra, que es la máquina con mayor corriente de defecto, que en este caso es la cizalla, del cuadro auxiliar 3. Por tanto habrá que calcular la resistencia del conductor de esa línea, que va desde el cuadro de distribución general, hasta esa máquina.

La resistencia del conductor se calcula mediante la siguiente expresión:

$$R = \rho * L / S$$

Donde:

R = Resistencia del conductor en Ω.

ρ = Resistividad del conductor, en este caso el conductor es de cobre.

L = Longitud del conductor en metros.

S = La sección del conductor en mm².

La resistencia del conductor entre el cuadro de distribución general y el cuadro auxiliar o secundario 3, es de:

$$R_{\text{conductor1}} = 0,01724\Omega\text{mm}^2/\text{m} * 94,56\text{m} / 35 = 0,046\Omega$$

La resistencia del conductor entre el cuadro auxiliar o secundario 3, y la cizalla es de:

$$R_{\text{conductor2}} = 0,01724\Omega\text{mm}^2/\text{m} * 25,64\text{m} / 6 = 0,074\Omega$$

La Resistencia del conductor será la suma de ambas:

$$R_{\text{conductor}} = R_{\text{conductor1}} + R_{\text{conductor2}} = 0,12$$

La resistencia de una pica vertical se obtiene mediante la siguiente expresión:

$$R = \rho / L$$

Donde:



R = Resistencia de tierra en Ω .

ρ = Resistividad del terreno en Ωm .

L = Longitud de la pica en metros.

Por tanto la resistencia de una pica será de:

$$R1 = 200\Omega\text{m} / 2 \text{ m} = 100\Omega.$$

Las cuatro picas que forman la instalación de puesta a tierra se encuentran en paralelo entre ellas, por lo que la resistencia del conjunto será:

$$R2 = R1 / 4 = 25\Omega.$$

La resistencia del conductor que une las 4 picas será:

$$R3 = 2 \cdot \rho / L$$

Donde:

$R3$ = Resistencia del conductor en Ω .

ρ = Resistividad del terreno en Ωm .

L = Longitud de la pica en metros.

Por tanto la resistencia del conductor será de:

$$R3 = 2 \times 200\Omega\text{m} / 176,1\text{m} = 2,27\Omega.$$

La resistencia total del mallazo de puesta a tierra, será la que forman la resistencia de las picas y la resistencia del conductor que las une. En el caso más desfavorable, será si se considera que las estas dos resistencias se encuentran en serie, por lo que la resistencia total de puesta a tierra será el resultado de la suma de ambas:

$$R_{\text{mallazo}} = R2 + R3 = 27,27 \Omega.$$

La resistencia total de la puesta a tierra para la línea más desfavorable, es decir la L3 C2 será la suma de la resistencia del conductor, más la resistencia del mallazo:

$$R_{\text{total}} = R_{\text{conductor}} + R_{\text{mallazo}} = 0,12 + 27,27 = 27,39\Omega$$

Por tanto se puede decir que la instalación de puesta a tierra es adecuada para proteger eficazmente a las personas, ya que la resistencia total de tierra es mucho menor que los 80Ω que se han calculado anteriormente como limite máximo.

2.5 CÁLCULO DEL CENTRO DE TRANSFORMACIÓN



2.5.1 INTENSIDAD DE ALTA TENSIÓN

La intensidad primaria I_p en un transformador trifásico es el valor que circulara por el devanado primario cuando el transformador funcione a su potencia nominal y viene determinada por la expresión:

$$I_p = \frac{S}{\sqrt{3} * U}$$

Donde:

S = Potencia del transformador, en este caso 630 KVA.

U = Tensión nominal en el lado de alta tensión, en este caso 13.2 kV.

I_p = Intensidad nominal en el lado de alta tensión en Amperios.

Sustituyendo valores se tiene que la intensidad nominal en el lado de alta tensión es de 27,5 A.

Este valor puede utilizarse para calcular los fusibles adecuados en el lado de Media tensión.

2.5.2 INTENSIDAD DE BAJA TENSIÓN

En un sistema trifásico la intensidad secundaria I_s viene determinada por la expresión:

$$I_s = \frac{S - W_{fe} - W_{cu}}{\sqrt{3} * U}$$

Donde:

S = Potencia del transformador, en este caso 630 KVA.

W_{fe} = Pérdidas en el hierro. (1550W, dato dado por el fabricante)

W_{cu} = Pérdidas en los arrollamientos. (8100 W, dato dado por el fabricante)

U = Tensión compuesta en carga del secundario en kilovoltios, en este caso 0.42 kV.

I_s = Intensidad secundaria en Amperios.

Sustituyendo valores se tiene que la intensidad nominal en el lado de baja tensión es de 852.76 A.

A través del valor de esta intensidad, se pueden calcular los fusibles de protección.



2.5.3 CORTOCIRCUITOS

Para el cálculo de la corriente de cortocircuito en el lado de alta tensión se utiliza como dato de partida el valor de la potencia de cortocircuito en el punto de la instalación, suministrado por la compañía eléctrica Iberdrola, que en este caso es de 500 MVA, y la tensión de servicio. Para calcular la intensidad de cortocircuito en el lado de baja tensión se utilizan como datos la potencia del transformador, su tensión de cortocircuito y su tensión secundaria.

2.5.3.1 CORRIENTE DE CORTOCIRCUITO EN EL LADO DE ALTA TENSIÓN

La corriente de cortocircuito en el lado de alta tensión se puede calcular por medio de la siguiente expresión:

$$I_{ccp} = \frac{S_{cc}}{\sqrt{3} * U}$$

Donde:

S_{cc} = Potencia de cortocircuito de la red, en este 500 MVA.

U = Tensión primaria, en este caso 13,2 KV.

I_{ccp} = Intensidad de cortocircuito primaria en kA.

Sustituyendo valores se tiene que la intensidad de cortocircuito en el lado de alta tensión es de 21,87 KA, es decir, que esta será la intensidad primaria máxima para un cortocircuito en el lado de alta tensión.

2.5.3.2 CORRIENTE DE CORTOCIRCUITO EN EL LADO DE BAJA TENSIÓN

Para obtener el valor de la intensidad de cortocircuito secundaria se debe saber cual será la tensión de cortocircuito, es decir, la tensión que es preciso aplicar al primario para que estando cerradas en cortocircuito las bornas del secundario, se alcance en dicho secundario su intensidad nominal. Según la tabla de características de los transformadores que aparece en la norma UNE 20138 esta tensión, la cual se expresa de forma porcentual será del 6%. La corriente de cortocircuito en el lado de baja tensión se puede calcular por medio de la siguiente expresión:

$$I_{ccs} = \frac{S}{\sqrt{3} * \frac{U_{cc}}{100} * U_s}$$

Donde:

S = Potencia del transformador, en este caso 800KVA.



U_{cc} = Tensión porcentual de cortocircuito del transformador, en este caso es del 6%.

U_s = Tensión secundaria del transformador, en este caso 0,42 KV.

I_{ccs} = Intensidad de cortocircuito secundaria en kA.

Sustituyendo valores se tiene la intensidad de cortocircuito en el lado de baja tensión es de 18,33 KA.

2.5.4 SELECCIÓN DEL FUSIBLE DE MEDIA TENSIÓN

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

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

La intensidad nominal de los fusibles se escogerá por tanto en función de la potencia del transformador a proteger. En nuestro caso tenemos un transformador de 630 kVA, por tanto la intensidad del fusible en media tensión será de 31,5 A.

2.5.5 SELECCIÓN DE LOS CONDUCTORES DEL CENTRO DE TRANSFORMACIÓN

2.5.5.1 CONEXIÓN CELDAS - TRANSFORMADOR

La intensidad nominal que ha de soportar el cable es:

$$I = P / \sqrt{3} * V = 630000 / \sqrt{3} * 13200 = 27,5 \text{ A}$$

Se ha decidido poner cable tripolar de Aluminio de 50 mm² de sección, que en condiciones de instalación soporta 165 A, y provoca una caída de tensión despreciable, cumpliendo así con los criterios de calentamiento y de caída de tensión. El aislamiento del conductor será de XLPE (Polietileno Reticulado).

2.5.5.2 CONEXIÓN TRANSFORMADOR – CUADRO DE BAJA TENSIÓN



La intensidad nominal que tienen que soportar los cables que unen el secundario del transformador con el cuadro de Baja Tensión del CT es:

$$I = P / \sqrt{3} * V = 630000 / \sqrt{3} * 400 = 909,32 \text{ A}$$

Se ha decidido poner 3 conductores de Cobre de 240 mm² de sección, que en condiciones normales soporta 1470 A, y provoca una caída de tensión despreciable, cumpliendo así con los criterios de calentamiento y de caída de tensión. El aislamiento del conductor será de XLPE (Polietileno Reticulado). El conductor escogido será de la marca Prysmian, cuya designación es RV 0,6/1kV, Retenax Flam N.

2.5.6 CÁLCULO DEL ALUMBRADO

2.5.6.1 ALUMBRADO DEL CENTRO DE TRANSFORMACIÓN

A continuación se detallan los cálculos realizados para calcular el número de lámparas y luminarias necesarias para el alumbrado del centro de transformación, así como del alumbrado de emergencia.

Dimensiones del local:

$$\begin{aligned} A \text{ (m)} &= 2,62 \text{ m} \\ L \text{ (m)} &= 4,88 \text{ m} \\ H \text{ (m)} &= 2,29 \text{ m} \\ S \text{ (m}^2) &= 12,79 \text{ m}^2 \end{aligned}$$

Nivel de iluminación: 150 lux

Tipo de iluminación: Directa

Tipo de lámpara: Lámpara fluorescente; Marca Philips; MASTER TL-D Super 80 58W/840 SLV;

Tipo de luminaria: Marca Philips; Modelo: Pacific; Ref: TCW596 2xTL-D58W IC LW D6 TW3;

Flujo luminoso de la lámpara: 5200 lúmenes;

Factor de mantenimiento: 0,6

Reflectancias efectivas: Techo 70 %, Paredes 30 %

Coefficiente de utilización: 0,31

Índice del local:

$$\begin{aligned} K &= L * A / (L + A) * H \\ K &= 0,75 \end{aligned}$$

Nº de lámparas necesarias:

$$\begin{aligned} N^\circ &= E * S / Cu * Cm * \Phi \\ N^\circ &= 2 \text{ lámparas} \end{aligned}$$

Solución: 2 lámparas.
1 luminarias.

Potencia: 116 W.



2.5.6.2 ALUMBRADO DE EMERGENCIA

Área del local: 12,79 m²;

Proporción: 5 lúmenes / m²;

Flujo necesario: 64 lm;

Tipo de lámpara: Lámpara de emergencia y señalización; Marca Legrand; Ref: B65 615 61; 6W;

Flujo luminoso de la lámpara: 90 lm;

Lámparas necesarias:

$$N^{\circ} = \Phi_{\text{necesario}} / \Phi_{\text{lámpara}}$$

$$N^{\circ} = 1 \text{ lámpara}$$

Solución: 1 luminaria.

Lúmenes proporcionados: 90 lm

Potencia: 6 W.

2.5.7 CUADRO DE BAJA TENSIÓN DEL CENTRO DE TRANSFORMACIÓN

Línea	Descripción	P(w)	V(v)	Cosφ	Ia(A)	Factor de Corrección	Ic(A)	Fase
LCT1	Alumbrado del centro de transformación	116	230	1	0,5	1,00	0,5	Monofásica
LCT1	Alumbrado de emergencia y señalización	6	230	1	0,05	1,00	0,05	Monofásica
LCT1	2 Tomas de corriente monofásicas	3450 cada una	230	1	1,5	1,00	1,5	Monofásica

2.5.8 DIMENSIONADO DE LOS CONDUCTORES DEL CENTRO DE TRANSFORMACIÓN

Línea	Longitud (m)	Intensidad Calculada (A)	Factor de corrección	Intensidad final (A)
Transformador - Cuadro B.T	2	942,82	1	942,82
LCT1 (Alumbrado C.T)	2,52	0,91	1	0,91



LCT1 (Alumbrado emergencia)	1,2	0,05	1	0,05
LCT1 (Tomas de corriente C.T)	5,38	1,5	1	1,5

Línea	Criterio Térmico(mm2)	Criterio Caída Tensión (mm2)	Sección Final(mm2)	CDT(V)	CDT (%)	CDT Total
Transformador - Cuadro B.T	2x300	3	600	0,09	0,03	0,03
LCT1 (Alumbrado C.T)	1,5	1	1,5	0,05	0,03	0,06
LCT1 (Alumbrado emergencia)	1,5	1	1,5	0,01	0,01	0,04
LCT1 (Tomas de corriente C.T)	1,5	1	1,5	0,17	0,08	0,11

INSTALACIÓN ESCOGIDA

Línea	Intensidad Admisible (A)	Tipo Instalación	Conductores	Sección Fase (mm2)	Sección Neutro (mm2)	Sección CP (mm2)	Tipo	Longitud (m)
Transformador - Cuadro B.T	1240	Bajo tubo	Multiconductores	600	150	150	Trifásica	2
LCT1 (Alumbrado C.T)	18	Bajo tubo	Unipolares	1,5	1,5	1,5	Monofásica	2,52
LCT1 (Alumbrado emergencia)	18	Bajo tubo	Unipolares	1,5	1,5	1,5	Monofásica	1,2
LCT1 (Tomas de corriente C.T)	18	Bajo tubo	Unipolares	1,5	1,5	1,5	Monofásica	5,38

2.5.9 DIMENSIONADO DE LA VENTILACIÓN DEL CENTRO DE TRANSFORMACIÓN

Para calcular la superficie de la rejilla de entrada de aire utilizaremos la siguiente expresión:

$$S_{vent} = \frac{6.3 * (P_v + P_{cc})}{\sqrt{h * (T_s - T_e)^3}}$$

Donde:

- Svent = Superficie de la rejilla de entrada de aire, en m².
- Pv = Pérdidas en vacío del transformador, en kilovatios.
- Pcc = Pérdidas en cortocircuito del transformador, en kilovatios.
- h = Diferencia de altura entre los centros de las rejillas de entrada y salida de aire, siendo ésta de 1,2 m.
- Ts-Te = Diferencia de temperatura entre el aire entrante y saliente, tomándose como valor de cálculo, en este caso, 15°C.



Sustituyendo valores se tiene que la sección mínima de la rejilla de entrada de aire es de $0,96\text{m}^2$.

Se dispondrán, por tanto, de 3 rejillas de ventilación (dos para entrada de aire y otra para salida) de dimensiones 1255×1125 mm cada una, consiguiendo así una superficie de ventilación por transformador de $2,82 \text{ m}^2$ (para la entrada de aire) y de $1,41 \text{ m}^2$ (para la salida)

Las rejillas irán situadas en las paredes frontal y posterior del prefabricado a diferente altura, siendo la distancia medida verticalmente de separación entre los puntos medios de dichas rejillas de 1,2 m, tal como ya se ha tenido en cuenta en el cálculo anterior.

2.5.10 DIMENSIONADO DEL POZO APAGAFUEGOS

Los transformadores llevaran su circuito magnético y bobinados sumergidos en un líquido aislante, que será aceite mineral, el cual cumple dos funciones: aislamiento entre partes con tensión y refrigeración. Cuando se utilizan aparatos o transformadores que contienen más de 50 litros de aceite mineral, se debe disponer de un foso de recogida de aceite de capacidad adecuada, con revestimiento estanco y con dispositivo cortafuegos.

Bajo la zona destinada a la colocación del transformador se dispone el correspondiente foso de recogida de líquido dieléctrico para el caso de que se produjera un vaciamiento total. La losa sobre la que se asienta el transformador tiene la pendiente adecuada para la canalización del líquido dieléctrico hacia un colector, en el que se sitúa, sobre una rejilla metálica, un lecho de guijarros cuya función es la de evitar la propagación de incendios. La capacidad unitaria del foso de recogida de líquido dieléctrico es de 600 litros, suficiente para recoger la totalidad del contenido de líquido dieléctrico en caso de vaciamiento total y que es 541 litros.

2.5.11 CÁLCULO DE LA INSTALACIÓN DE PUESTA A TIERRA

Datos de partida:

- Según la investigación previa del terreno donde se instalará este Centro de Transformación, se determina una resistividad media superficial = $200 \Omega \cdot \text{m}$.
- Tensión de Red = 13.2 kV .
- Nivel de aislamiento en las instalaciones de baja tensión del centro de transformación = 6 kV .
- Intensidad de defecto máxima permitida de acuerdo con las normas dadas por las empresa suministradora de energía: $I_d = 400 \text{ A}$

Características del centro de transformación:

- La caseta tiene 4880 mm de largo, 2620 mm de ancho y 3195 mm de alto.
- Resistividad del terreno: $\rho = 200 \Omega \cdot \text{m}$.



-Resistividad del hormigón: $\rho_H = 3000 \Omega\text{m}$.

El neutro de la red de distribución en media tensión está conectado rígidamente a tierra. Por ello, la intensidad máxima de defecto dependerá de la resistencia de puesta a tierra de protección del Centro, así como de las características de la red de media tensión.

Según los datos de red proporcionados por la Compañía Eléctrica suministradora (IBERDROLA), el tiempo máximo de eliminación del defecto es inferior a 0.45 segundos (gráfica de duración de defecto), según. Los valores de K y n para calcular la tensión máxima de contacto aplicada según MIE-RAT 13 en el tiempo de defecto proporcionado por la Compañía son:

$$V_{ca} = K / t^n$$

Donde:

V_{ca} : Tensión aplicada en V.

t: Duración de la falta en segundos.

K y n: Constantes, en función del tiempo:

Para:

$$\begin{array}{ll} 0,9 \geq t > 0,1 & \rightarrow K = 72 \text{ y } n = 1. \\ 3 \geq t > 0,9 & \rightarrow K = 78,5 \text{ y } n = 0,18. \\ 5 \geq t > 3 & \rightarrow V_{ca} = 64V. \\ t > 5 & \rightarrow V_{ca} = 50V. \end{array}$$

En este caso $K = 72$ y $n = 1$.

Por otra parte, los valores de la impedancia de puesta a tierra del neutro, corresponden a:

$$R_n = 0 \Omega \text{ y } X_n = 25,4\Omega \text{ con}$$

$$|Z_n| = \sqrt{R_n^2 + X_n^2}$$

La intensidad máxima de defecto se producirá en el caso hipotético de que la resistencia de puesta a tierra del centro de transformación sea nula. Dicha intensidad será, por tanto igual a:

$$I_d (\text{max}) = U_{s\text{max}} / Z_n \cdot \sqrt{3}$$

Donde $U_{s\text{max}} = 13,2\text{kV}$. Con lo que el valor obtenido es de $I_d = 300\text{A}$.

2.5.11.1 MÉTODO EMPLEADO EN LA INSTALACIÓN DE PUESTA A TIERRA



A) TIERRA DE PROTECCIÓN

Se conectarán a este sistema las partes metálicas de la instalación que no estén en tensión normalmente pero puedan estarlo a consecuencia de averías o causas fortuitas, tales como los chasis y los bastidores de los aparatos de maniobra, envolventes metálicas de las cabinas prefabricadas y carcasas de los transformadores.

Para los cálculos a realizar emplearemos las expresiones y procedimientos según el "Método de cálculo y proyecto de instalaciones de puesta a tierra para centros de transformación de tercera categoría", editado por UNESA, conforme a las características del centro de transformación objeto del presente cálculo, siendo, entre otras, las siguientes:

Para la tierra de protección optaremos por un sistema de las características que se indican a continuación:

- Identificación: configuración "Tipo" de electrodo 50-30/8/84 del método de cálculo de tierras de UNESA.

- Parámetros característicos:

$$R_t = 15 \Omega.$$

$$K_r = 0.075 \Omega/(\Omega \cdot m).$$

Se ha adoptado la configuración 50-30/8/84 cuyos datos son los siguientes:

$$K_r = 0.063 \Omega/(\Omega \cdot m) < 0.075 \Omega/(\Omega \cdot m).$$

$$K_p = 0.0096 V/(\Omega \cdot m) \cdot A.$$

$$K_c = 0.0232 V/(\Omega \cdot m) \cdot A.$$

Donde:

R_t : resistencia máxima de la puesta a tierra de las masas del CT.

K_r : resistencia.

K_p : tensión de paso.

K_c : tensión de contacto exterior.

Descripción:

Estará constituida por 6 picas en anillo unidas por un conductor horizontal de cobre desnudo de 35 mm² de sección.

Las picas tendrán un diámetro de 14 mm. y una longitud de 2 m. Se enterrarán verticalmente a una profundidad de 0.8 m.

Nota: se pueden utilizar otras configuraciones siempre y cuando los parámetros K_r y K_p de la configuración escogida sean iguales o inferiores a los indicados en el párrafo anterior.

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



B) TIERRA DE SERVICIO

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

Las características de las picas serán las mismas que las indicadas para la tierra de protección. La configuración escogida se describe a continuación:

- Identificación: código 5/62 del método de cálculo de tierras de Unesa.

- Parámetros característicos:

$$K_r = 0.073 \Omega / (\Omega \cdot m).$$

$$K_p = 0.012 V / (\Omega \cdot m \cdot A).$$

- Descripción:

Estará constituida por 6 picas en hilera unidas por un conductor horizontal de cobre desnudo de 50 mm² de sección.

Las picas tendrán un diámetro de 14 mm. y una longitud de 2 m. Se enterrarán verticalmente a una profundidad de 0,5 m. y la separación entre cada pica y la siguiente será de 3 m. Con esta configuración, la longitud de conductor desde la primera pica a la última será de 15 m., dimensión que tendrá que haber disponible en el terreno.

Nota: se pueden utilizar otras configuraciones siempre y cuando los parámetros K_r y K_p de la configuración escogida sean inferiores o iguales a los indicados en el párrafo anterior.

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

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

Existirá una separación mínima entre las picas de la tierra de protección y las picas de la tierra de servicio a fin de evitar la posible transferencia de tensiones elevadas a la red de Baja Tensión. Dicha separación está calculada en el apartado 2.6.9.6.

2.5.11.2 CÁLCULO DE LA RESISTENCIA DEL SISTEMA DE TIERRAS

A) TIERRA DE PROTECCIÓN

Para el cálculo de la resistencia de la puesta a tierra de las masas del Centro (R_t'), y tensión de defecto correspondiente (U_d'), utilizaremos las siguientes fórmulas:



- Resistencia del sistema de puesta a tierra, R_t' :

$$R_t' = K_r * \rho.$$

- Intensidad de defecto, I_d :

$$I_d = \frac{U_{smax}}{\sqrt{3} \cdot \sqrt{(R_n + R_t)^2 + X_n^2}}$$

Donde $U_{smax} = 13200V$

- Tensión de defecto, U_d' :

$$U_d' = I_d' * R_t' .$$

Siendo:

$$\rho = 200 \Omega m.$$

$$K_r = 0.063 \Omega / (\Omega m).$$

se obtienen los siguientes resultados:

$$R_t' = 12.6 \Omega$$

$$I_d' = 268,79 A$$

$$U_d' = 3386,76 V$$

El aislamiento de las instalaciones de baja tensión del centro de transformación deberá ser mayor o igual que la tensión máxima de defecto calculada (U_d'), por lo que deberá ser como mínimo de 4000 Voltios.

De esta manera se evitará que las sobretensiones que aparezcan al producirse un defecto en la parte de Alta Tensión deterioren los elementos de Baja Tensión del centro, y por ende no afecten a la red de Baja Tensión.

Comprobamos asimismo que la intensidad de defecto calculada es superior a 100 Amperios, lo que permitirá que pueda ser detectada por las protecciones normales.

B) TIERRA DE SERVICIO

$$R_t = K_r * \rho = 0.073 * 200 = 14.6 \Omega.$$

Que vemos que es inferior a 37 Ω .



2.5.11.3 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 de ventilación 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 éstas serán prácticamente nulas.

Por otra parte, la tensión de paso en el exterior vendrá determinada por las características del electrodo y de la resistividad del terreno, por la expresión:

-Tensión de paso en el exterior, U_p' :

$$U_p' = k_p \cdot I_d' \cdot \rho = 0,012 \cdot 268,79 \cdot 200 = 645,1 \text{ V}$$

2.5.11.4 CÁLCULO DE LAS TENSIONES EN EL INTERIOR DE LA INSTALACIÓN

El piso del centro de transformación estará constituido por un mallazo electrosoldado con redondos de diámetro no inferior a 4 mm. formando una retícula no superior a 0,30 x 0,30 m. Este mallazo se conectará como mínimo en dos puntos preferentemente opuestos a la puesta a tierra de protección del centro. Con esta disposición se consigue que la persona que deba acceder a una parte que pueda quedar en tensión, de forma eventual, esté sobre una superficie equipotencial, con lo que desaparece el riesgo inherente a la tensión de contacto y de paso interior. Este mallazo se cubrirá con una capa de hormigón de 10 cm. de espesor como mínimo.

El edificio prefabricado de hormigón EHC estará construido de tal manera que, una vez fabricado, su interior sea una superficie equipotencial. Todas las varillas metálicas embebidas en el hormigón que constituyan la armadura del sistema equipotencial estarán unidas entre sí mediante soldadura eléctrica.

Esta armadura equipotencial se conectará al sistema de tierras de protección (excepto puertas y rejillas, que como ya se ha indicado no tendrán contacto eléctrico con el sistema equipotencial; debiendo estar aisladas de la armadura con una resistencia igual o superior a 10.000 ohmios a los 28 días de fabricación de las paredes).

Así pues, no será necesario el cálculo de las tensiones de paso y contacto en el interior de la instalación, puesto que su valor será prácticamente nulo.

No obstante, y según el método de cálculo empleado, la existencia de una malla equipotencial conectada al electrodo de tierra implica que la tensión de paso de acceso es equivalente al valor de la tensión de defecto, que se obtiene mediante la expresión:



$$Up' \text{ acceso} = Up' = Rt * Id' = 14,6 * 268,79 = 3924,33V.$$

2.5.11.5 CÁLCULO DE LAS TENSIONES APLICADAS

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

$$Up(\text{exterior}) = 10 \frac{K}{t^n} \left(1 + \frac{6 * \sigma}{1.000} \right)$$

$$Up(\text{acceso}) = 10 \frac{K}{t^n} \left(1 + \frac{3 * \sigma + 3 * \sigma h}{1.000} \right)$$

Donde:

Up = Tensiones de paso en Voltios.

$K = 72$.

$n = 1$.

t = Duración de la falta en segundos: 0.45 s.

σ = Resistividad del terreno.

σh = Resistividad del hormigón = 3.000 Ω .m.

Obtenemos los siguientes resultados:

$$Up(\text{exterior}) = 3520 \text{ V.}$$

$$Up(\text{acceso}) = 16960 \text{ V.}$$

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

- en el exterior:

$$Up' = 645,1 \text{ V} < Up(\text{exterior}) = 3520 \text{ V.}$$

- en el acceso al centro de transformación:

$$Up' \text{ acceso} = 3924,33 \text{ V} < Up(\text{acceso}) = 16960 \text{ V.}$$

2.5.11.6 INVESTIGACIÓN DE TENSIONES TRANSFERIBLES AL EXTERIOR

Al no existir medios de transferencia de tensiones al exterior no se considera necesario un estudio previo para su reducción o eliminación.



No obstante, con el objeto de garantizar que el sistema de puesta a tierra de servicio no alcance tensiones elevadas cuando se produce un defecto, existirá una distancia de separación mínima $D_{mín}$, entre los electrodos de los sistemas de puesta a tierra de protección y de servicio, determinada por la expresión:

$$D_{mín} = \frac{\sigma * I_d}{2.000 * \pi}$$

Con:

$$\sigma = 200 \Omega m.$$

$$I_d' = 272 A.$$

Obtenemos el valor de dicha distancia:

$$D_{mín} = 8,66 m.$$

2.5.11.7 CORRECCIÓN Y AJUSTE DEL DISEÑO INICIAL ESTABLECIENDO EL DEFINITIVO

No se considera necesario la corrección del sistema proyectado. No obstante, si el valor medido de las tomas de tierra resultara elevado y pudiera dar lugar a tensiones de paso o contacto excesivas, se corregirían estas mediante la disposición de una alfombra aislante en el suelo del Centro, o cualquier otro medio que asegure la no peligrosidad de estas tensiones.

2.6 CALCULO DE COMPENSACIÓN DEL FACTOR DE POTENCIA

2.6.1 CÁLCULO DE LA ENERGÍA REACTIVA

Se utilizara el método de cálculo indicado en el documento Memoria del presente proyecto. Se debe hallar el valor total tanto de la potencia activa, como de la potencia reactiva.

$$P_1 = P_{total \text{ instalación}} = 474602 W$$

$$Q_1 = Q_{total \text{ instalación}} = 346690 Var$$

Una vez hallados los valores de ambas potencias obtendremos el ángulo del triangulo de potencias inicial y con ello el factor de potencia de la instalación.

$$tg\varphi_1 = Q_{total} / P_{total} = 0,73$$



$$\varphi_1 = 36,14$$

$$\cos\varphi_1 = 0,81$$

El factor de potencia que se quiere obtener, tiene un valor de 0,95. Por tanto se debe de hallar el nuevo ángulo que formara el triangulo de potencias. Y con ello el valor de la potencia reactiva total que se desea obtener en la instalación.

$$\cos\varphi_2 = 0,95$$

$$\varphi_2 = 18,19^\circ$$

$$Q_2 = P \cdot \tan\varphi_2 = 195731,91 \text{ Var}$$

Por tanto la energía reactiva que se debe de compensar mediante una batería de condensadores será:

$$Q_c = Q_1 - Q_2 = 150958,09 \text{ Var}$$

Por tanto la batería de condensadores a elegir tendrá un valor mayor que el calculado. Se ha de colocar por tanto una batería de condensadores de 150kVar, de la marca Merlin Gerin.

2.6.2 CÁLCULO DE LA LÍNEA DE ALIMENTACIÓN DE LAS BATERIAS

En primer lugar se ha de hallar la corriente que tiene la batería de condensadores.

$$I = Q / (\sqrt{3} \cdot V \cdot \sin\varphi) = 150000 / (\sqrt{3} \cdot 400 \cdot \sin 90) = 216,51 \text{ A.}$$

Por tanto la línea que alimente a la batería de condensadores tendrá una sección de 185 mm^2 por fase, el cual admite una corriente de 284A.

2.6.3 JUSTIFICACIÓN DE LA MEJORA DEL FACTOR DE POTENCIA

La compañía suministradora de energía eléctrica, en este caso, Iberdrola, dependiendo del factor de potencia de la instalación, en la factura eléctrica aplica un recargo o una bonificación. La expresión mediante la cual se obtiene el recargo o la bonificación, dependiendo del factor de potencia, es la siguiente:

$$K_r = (17 / \cos^2\varphi) - 21$$

Por tanto con el factor de potencia que presenta la instalación antes de compensar la energía reactiva consumida, la compañía eléctrica, nos aplicaría un recargo del 1,46% sobre el término de potencia.

Para el factor de potencia que presentara la instalación después de compensar la energía reactiva, la compañía eléctrica nos aplicara una bonificación del 2,16%, sobre el término de potencia.



$$\begin{aligned} \cos\varphi &= 0,81 & K_r &= 1,46 \\ \cos\varphi &= 0,95 & K_r &= -2,16 \end{aligned}$$

Habiendo un ahorro del 3,62% sobre el término de potencia en la factura eléctrica.

Aparte del ahorro económico que supone en la factura eléctrica, la compensación de la energía reactiva reporta mejoras en las prestaciones y funcionamiento de la instalación, disminuyendo las caídas de tensión y las pérdidas por efecto Joule.

2.7 ANEXO DE TABLAS

2.7.1 POTENCIA DE LA MAQUINARIA

Maquinaria	Línea	Nº Maquinas	Tensión (V)	Cos φ	Pot. Nominal (W)	Pot. Reactiva unitaria (Var)	Intensidad Nominal (A)
Sierra	L2	4	400	0,85	4000	2478,12	6,79
Esmeriladora	L2	4	400	0,87	5294	2999,22	8,78
Taladro	L3	4	400	0,87	1500	850,57	2,49
Pulidora	L3	1	400	0,88	3000	1619,03	4,92
Retestadora	L3	1	400	0,9	1471	712,7	2,36
Mortajadora	L3	1	400	0,9	2237	1084,16	3,59
Tronzadora	L3	1	400	0,86	2237	1325,78	3,75
Cizalla	L4	2	400	0,85	15000	9295,68	25,47
Fresadora	L5	4	400	0,87	7500	4249,46	12,44
Compresor	L5	1	400	0,9	7500	3632,98	12,03
Rectificadora	L6	1	400	0,86	10440	6194,06	17,52
Torno	L6 y L7	4	400	0,89	15000	7685,82	24,33

Maquinaria	Pot. Total (W)	Intensidad Total (A)	P. Reactiva Total (Var)	P. Aparente Total (VA)
Sierra	16000	27,17	9916,12	18823,93
Esmeriladora	21176	35,13	12000,28	24338,78
Taladro	6000	9,95	3398,88	6893,56
Pulidora	3000	4,92	1619,03	3408,68



Retestadora	1471	2,36	712,7	1635,06
Mortajadora	2237	3,59	1084,16	2487,22
Tronzadora	2237	3,75	1325,78	2598,08
Cizalla	30000	50,94	18591,36	35292,27
Fresadora	30000	49,77	17001,25	34481,67
Compresor	7500	12,03	3632,98	8334,63
Rectificadora	10440	17,52	6194,06	12138,21
Torno	60000	97,31	30740,1	67418,35
Total	190061	314,44	106216,7	217850,44

2.7.2 PREVISIÓN DE CARGAS DE LA MAQUINARIA

Maquinaria	Línea	Nº Maquinas	Tensión (V)	Cos ϕ	Pot. Unidad (W)	Pot. Reactiva unitaria (Var)	Intensidad unidad (A)
Sierra	L2	4	400	0,85	5000	3098,56	8,49
Esmeriladora	L2	4	400	0,87	6617,5	3750,73	10,98
Taladro	L3	4	400	0,87	1875	1062,36	3,11
Pulidora	L3	1	400	0,88	3750	2023,79	6,15
Retestadora	L3	1	400	0,9	1838,75	890,88	2,95
Mortajadora	L3	1	400	0,9	2796,25	1352,93	4,48
Tronzadora	L3	1	400	0,86	2796,25	1658,11	4,69
Cizalla	L4	2	400	0,85	18750	11620,51	31,84
Fresadora	L5	4	400	0,87	9375	5311,82	15,55
Compresor	L5	1	400	0,9	9375	4541,98	15,04
Rectificadora	L6	1	400	0,86	13050	7742,57	21,9
Torno	L6 y L7	4	400	0,89	18750	9606,48	30,41

Maquinaria	Pot. Total (W)	Intensidad Total (A)	P. Reactiva Total (Var)	P. Aparente Total (VA)
Sierra	20000	33,96	12394,24	23528,18
Esmeriladora	26470	43,92	15002,91	30428,67
Taladro	7500	12,44	4249,46	8618,68
Pulidora	3750	6,15	2023,79	4260,84
Retestadora	1839	2,95	890,88	2043,82
Mortajadora	2796	4,48	1352,93	3103,84
Tronzadora	2796	4,69	1658,11	3249,33
Cizalla	37500	63,68	23241,02	44118,8
Fresadora	37500	62,21	21250,7	43100,35
Compresor	9375	15,04	4541,98	10420,02



Rectificadora	13050	21,9	7742,57	15172,77
Torno	75000	121,63	38422,76	84267,74
Total	237576	393,05	132771,35	272313,04

2.7.3 ALUMBRADO

ZONA	Línea	Tipo Lámpara	Nº Lámparas	Potencia Unitaria (W)	Potencia Total (W)	Tensión (V)	F.P.	Intensidad (A)
Taller	L8	Halogenuros metálicos	65	400	26000	230	1	113,04
Vestuario Mujeres	L1	Fluorescente	8	58	464	230	0,9	2,24
Vestuario Hombres	L1	Fluorescente	8	58	464	230	0,9	2,24
Almacén	L1	Fluorescente	6	58	348	230	1	1,51
Oficina 1	L1	Fluorescente	6	58	348	230	1	1,51
Oficina 2	L1	Fluorescente	6	58	348	230	1	1,51
Oficina 3	L1	Fluorescente	6	58	348	230	1	1,51
Oficina 4	L1	Fluorescente	6	58	348	230	1	1,51
Aseo Hombres	L1	Osram Dulux	12	9	108	230	0,9	0,52
		Bajo consumo						
Aseo Mujeres	L1	Osram Dulux	12	9	108	230	0,9	0,52
		Bajo consumo						
Pasillo 1	L1	Osram Dulux	6	36	216	230	0,9	1,04
Pasillo 2	L1	Osram Dulux	9	36	324	230	0,9	1,56
Sala de Reuniones	L1	Fluorescente	12	58	696	230	1	3,02
Sala de Descanso	L1	Fluorescente	12	58	696	230	1	3,02
Archivo	L1	Fluorescente	2	58	116	230	1	0,5
Administración	L1	Fluorescente	24	58	1392	230	1	6,05
Exterior (zona 1)	L1	Halogenuros metálicos	12	250	3000	230	1	13,04
Exterior (zona 2)	L1	Halogenuros metálicos	4	250	1000	230	1	4,35
Centro de transformación		Fluorescente	2	58	116	230	1	0,5



2.7.4 PREVISIÓN DE CARGAS DE ALUMBRADO

ZONA	Línea	Tipo Lámpara	Nº Lámparas	Potencia Unitaria (W)	Potencia Total (W)	Tensión (V)	F.P.	Intensidad (A)
Taller	L8	Halogenuros metálicos	65	720	46800	230	1	203,47
Vestuario Mujeres	L1	Fluorescente	8	104,4	835,2	230	0,9	4,03
Vestuario Hombres	L1	Fluorescente	8	104,4	835,2	230	0,9	4,03
Almacén	L1	Fluorescente	6	104,4	626,4	230	1	2,72
Oficina 1	L1	Fluorescente	6	104,4	626,4	230	1	2,72
Oficina 2	L1	Fluorescente	6	104,4	626,4	230	1	2,72
Oficina 3	L1	Fluorescente	6	104,4	626,4	230	1	2,72
Oficina 4	L1	Fluorescente	6	104,4	626,4	230	1	2,72
Aseo Hombres	L1	Osram Dulux	12	16,2	194,4	230	0,9	0,94
		Bajo consumo						
Aseo Mujeres	L1	Osram Dulux	12	16,2	194,4	230	0,9	0,94
		Bajo consumo						
Pasillo 1	L1	Osram Dulux	6	64,8	388,8	230	0,9	1,82
Pasillo 2	L1	Osram Dulux	9	64,8	583,2	230	0,9	2,82
Sala de Reuniones	L1	Fluorescente	12	104,4	1252,8	230	1	5,45
Sala de Descanso	L1	Fluorescente	12	104,4	1252,8	230	1	5,45
Archivo	L1	Fluorescente	2	104,4	208,8	230	1	0,9
Administracion	L1	Fluorescente	24	104,4	2505,6	230	1	10,9
Exterior (zona 1)	L1	Halogenuros metálicos	12	450	5400	230	1	23,47
Exterior (zona 2)	L1	Halogenuros metálicos	4	450	1800	230	1	7,83
Centro de transformación		Fluorescente	2	104,4	208,8	230	1	0,91

2.7.5 LÁMPARAS

Lámpara	Potencia (W)	Flujo luminoso (Lm)	Total de lámparas
Lámpara de halogenuros metálicos: Marca Philips; MASTER HPI Plus 400W/745 BUS-P E40 CRP. Totalmente instalada.	400	5200	65
Lámpara fluorescente: Marca Philips; MASTER TL-D Super 80 58W/840 SLV. Totalmente instalada.	48	3200	3
Lámpara fluorescente de bajo consumo: Marca Philips; MASTER PL	12	600	54



Lámpara fluorescente compacta: Marca Osram; DULUX F 36W/840 2G10 FS1. Totalmente instalada	8	32500	55
Legrand B65 615 61	13	90	11
Legrand B65 615 64	17	450	17
Legrand C3 615 08	10	70	10
Legrand C3 615 10	1	100	2

2.7.6 N° DE LUMINARIAS MÍNIMAS

ZONA	N° de luminarias mínimas		N° luminarias Total
	Según la longitud	Según la anchura	
Taller	7	4	28
Vestuario Mujeres	3	1	3
Vestuario Hombres	3	1	3
Almacén	3	1	3
Oficina 1	2	1	2
Oficina 2	2	1	2
Oficina 3	2	1	2
Oficina 4	2	1	2
Aseo Mujeres	1	1	1
Aseo Hombres	1	1	1
Pasillo 1	2	1	2
Pasillo 2	4	1	4
Sala Reuniones	2	2	4
Sala de Descanso	2	2	4
Archivo	1	1	1
Administración y Recepción	3	2	6
Exterior (zona 1)	11	1	11
Exterior (zona 2)	3	1	3

2.7.7 CÁLCULO DE LAMPARAS

ZONA	Tipo de lámpara	Largo (m)	Ancho (m)	Altura útil (m)	Superficie (m ²)	Coef. Mantenimiento
Taller	Halogenuros metálicos	59,55	29,2	5,7	1738,86	0,68
Vestuario Mujeres	Fluorescente	9,45	3,86	3	36,5	0,7
Vestuario Hombres	Fluorescente	9,45	3,86	3	36,5	0,7
Almacén	Fluorescente	8,85	5,6	2,5	49,56	0,75
Oficina 1	Fluorescente	4,5	3,45	2,5	15,5	0,75
Oficina 2	Fluorescente	4,2	3,45	2,5	14,49	0,75
Oficina 3	Fluorescente	4,5	3,5	2,5	15,75	0,75
Oficina 4	Fluorescente	4,2	3,5	2,5	14,7	0,75



Aseo Hombres	Fluorescente bajo consumo	3,85	2,66	3	10,24	0,75
Aseo Mujeres	Fluorescente bajo consumo	3,85	2,66	3	10,24	0,75
Pasillo 1	Osram Dulux	9	2	3	18	0,75
Pasillo 2	Osram Dulux	15	5	3	30	0,75
Sala de Reuniones	Fluorescente	9,4	3,85	2,5	36,2	0,8
Sala de Descanso	Fluorescente	7,91	5,4	2,5	42,7	0,8
Archivo	Fluorescente	6	3,65	2,5	22	0,7
Administración	Fluorescente	11,2	6	2,5	67,2	0,8
Exterior (zona 1)	Halogenuros metálicos	75.5	8	5	604	0,6
Exterior (zona 2)	Halogenuros metálicos	30	6	5	180	0,6
Centro de transformación	Fluorescente	4,88	2,62	2,29	12,79	0,6

ZONA	K	Cu	Em (Lux)	Nº Lámparas	Nº Luminarias	e (m) ≤	e' (m) ≤
Taller	2,45	0,73	600	65	65	8,55	4,275
Vestuario Mujeres	0,91	0,7	200	8	4	4,5	2,25
Vestuario Hombres	0,91	0,7	200	8	4	4,5	2,25
Almacén	1,14	0,75	200	6	3	3,75	1,87
Oficina 1	0,65	0,51	750	6	3	3,75	1,87
Oficina 2	0,63	0,51	750	6	3	3,75	1,87
Oficina 3	0,65	0,51	750	6	3	3,75	1,87
Oficina 4	0,65	0,51	750	6	3	3,75	1,87
Aseo Hombres	0,52	0,38	200	12	6	4,5	2,25
Aseo Mujeres	0,52	0,38	200	12	6	4,5	2,25
Pasillo 1	0,54	0,33	200	6	6	4,5	2,25
Pasillo 2	0,58	0,33	200	9	9	4,5	2,25
Sala de Reuniones	0,91	0,44	500	12	6	3,75	1,87
Sala de Descanso	1,06	0,44	500	12	6	3,75	1,875
Archivo	0,75	0,5	200	2	1	3,75	1,875
Administración	1,42	0,52	750	24	12	3,75	1,875
Exterior (zona 1)	1,19	0,66	150	3	3	7,5	3,75
Exterior (zona 2)	1,04	0,64	150	4	4	7,5	3,75
Centro de transformación	0,75	0,31	150	2	1	3,435	1,7175



2.7.8 ALUMBRADO DE EMERGENCIA

ZONA	Superficie (m ²)	Proporción (Lm/m ²)	Flujo necesario (Lm)	Lámpara	Flujo Luminoso (Lm)	Nº Lámparas	Flujo Total (Lm)	Pot. (W)	P. Total (W)	P. Previsión (W)	Intensidad (A)
Taller	1478,64	5	7394	Legrand B65 615 64 y G5 617 34	450	17	7650	11	187	336,6	1,46
Vestuario Mujeres	36,5	5	183	Legrand B65 615 61	90	3	270	6	18	32,4	0,14
Vestuario Hombres	36,5	5	183	Legrand B65 615 61	90	3	270	6	18	32,4	0,14
Almacén	49,56	5	248	Legrand B65 615 61	90	3	270	6	18	32,4	0,14
Oficina 1	15,5	5	78	Legrand B65 615 61	90	1	90	6	6	10,8	0,05
Oficina 2	14,5	5	73	Legrand B65 615 61	90	1	90	6	6	10,8	0,05
Oficina 3	15,75	5	79	Legrand C3 615 12	160	1	90	6	6	10,8	0,05
Oficina 4	14,7	5	74	Legrand B65 615 61	90	1	90	6	6	10,8	0,05
Aseo Hombres	10,24	5	52	Legrand B65 615 61	90	1	90	6	6	10,8	0,05
Aseo Mujeres	10,24	5	52	Legrand B65 615 61	90	1	90	6	6	10,8	0,05
Pasillo 1	18	5	90	Legrand C3 615 08	70	2	140	6	12	21,6	0,09
Pasillo 2	30	5	150	Legrand C3 615 08	70	3	210	6	18	32,4	0,14
Sala de Reuniones	36,2	5	181	Legrand C3 615 12	160	2	320	6	12	21,6	0,09
Sala de Descanso	22,62	5	114	Legrand C3 615 12	90	2	180	6	12	21,6	0,09
Archivo	30,16	5	151	Legrand C3 615 10	160	1	160	6	6	10,8	0,05
Administración	67,2	5	336	Legrand C3 615 08	70	5	350	6	30	54	0,23
Centro de transformación	12,79	5	64	Legrand B65 615 61	90	1	90	6	6	10,8	0,05

2.7.9 INTERRUPTORES Y TOMAS DE CORRIENTE

2.7.9.1 ZONA OFICINAS

ZONA	LINEA	TOMAS DE CORRIENTE	PUNTOS DE LUZ	INTERRUPTORES	SUPERFICIE (m ²)
Vestuario Mujeres	L1	2	2	1	36,5
Vestuario Hombres	L1	2	6	2	36,5



Almacén	L1	2	4	1	22
Oficina 1	L1	3	3	2	15,5
Oficina 2	L1	3	9	6	15,75
Oficina 3	L1	3	3	1	14,5
Oficina 4	L1	3	6	2	14,7
Aseo Hombres	L1	1	3	1	10,24
Aseo Mujeres	L1	1	3	3	10,24
Pasillo 1	L1	1	2	1	18
Pasillo 2	L1	2	2	1	30
Sala de Reuniones	L1	4	4	2	36,2
Sala de Descanso	L1	4	4	2	42,7
Archivo	L1	3	3	1	22
Administración	L1	6	1	1	67,2

2.7.9.1.1 PREVISIÓN DE CARGAS DE LAS TOMAS DE CORRIENTE

Circuitos	TOMAS	POTENCIA (W)	INTENSIDAD (A)	P. TOTAL (W)	TENSION (V)	INTENSIDAD TOTAL (A)
Tomas de corriente (general)	28	3450	15	9660	230	42
Oficinas	12	3450	15	4140	230	18

2.7.9.2 ZONA TALLER

TOMAS DE CORRIENTE	LINEA	NUMERO	P. PREVISION (W)	TENSION (V)	$I = n \times I_a$ $x F_s \times F_u$ (A)	F _s = FACTOR DE SIMULTANEIDAD	F _u = FACTOR DE UTILIZACIÓN
Monofásicas Base 16A 2p + T	L1C9A	3	3450	230	2,25	0,2	0,25
Monofásicas Base 25A 2p + T	L1C9B	1	5400	230	8,8	0,5	0,75
Trifásicas Base 16A 4p + T	L1C9C	1	11085	400	3,2	0,4	0,5
Monofásicas Base 16A 2p + T	L2C9A	3	3450	230	2,25	0,2	0,25
Monofásicas Base 25A 2p + T	L2C9B	1	5400	230	8,8	0,5	0,75
Trifásicas Base 16A 4p + T	L2C9C	1	11085	400	3,2	0,4	0,5



Monofásicas Base 16A 2p + T	L3C3A	3	3450	230	2,25	0,2	0,25
Monofásicas Base 25A 2p + T	L3C3B	1	5400	230	8,8	0,5	0,75
Trifásicas Base 16A 4p + T	L3C3C	1	11085	400	3,2	0,4	0,5
Monofásicas Base 16A 2p + T	L4C6A	3	3450	230	2,25	0,2	0,25
Monofásicas Base 25A 2p + T	L4C6B	1	5400	230	8,8	0,5	0,75
Trifásicas Base 16A 4p + T	L4C6C	1	11085	400	3,2	0,4	0,5
Monofásicas Base 16A 2p + T	L5C3A	3	3450	230	2,25	0,2	0,25
Monofásicas Base 25A 2p + T	L5C3B	1	5400	230	8,8	0,5	0,75
Trifásicas Base 16A 4p + T	L5C3C	1	11085	400	3,2	0,4	0,5

2.7.9.3 CENTRO DE TRANSFORMACIÓN

Tomas de corriente	Nº de tomas	Potencia (w)	Tensión (v)	Intensidad (A)	Fs = FACTOR DE SIMULTANEIDAD	Fu = FACTOR DE UTILIZACIÓN
Monofásicas Base 16A 2p + T	2	3450	230	1,5	0,2	0,25

2.7.10 CÁLCULO DE PROTECCIONES

2.7.10.1 VARIABLES DE LAS LÍNEAS

ρ Cu (20 °C) (Ω *m/mm ²)	U (V)	Scc Red (MVA)	Ucc trafo	S trafo (kVA)	Za (Ω)	Zt (Ω)
0,01724	13200	500	0,031	1600	0,00032j	0,012j

2.7.10.2 VALORES DE C

Tensiones	Iccmax	Iccmin
230/400V	1	0,95



Otras	1,05	1
-------	------	---

2.7.10.3 CÁLCULO DE LAS LÍNEAS

CUADRO GENERAL DE MANDO Y PROTECCIÓN:

Denominación	P.Cálculo (W)	Dist.Cálc (m)	Sección (mm ²)	I.Cálculo (A)	I.Admi. (A)	C.T.Parc. (%)	C.T.Total (%)
ACOMETIDA	462250.62	10	3(4x185+TTx95)Cu	667.22	1173	0.75	0.75
CUADRO1	32800.8	6.5	4x10+TTx10Cu	47.35	65	0.28	1.03
CUADRO2	53812.52	55	4x16+TTx16Cu	77.67	87	2.57	3.32
CUADRO3	31249.4	41.6	4x10+TTx10Cu	45.11	65	1.72	2.46
CUADRO4	46944.6	16.5	4x16+TTx16Cu	67.76	87	0.65	1.4
CUADRO5	53986.35	47	4x16+TTx16Cu	77.92	87	2.2	2.95
CUADRO6	46944.6	38.1	4x16+TTx16Cu	67.76	87	1.51	2.25
CUADRO7	44200	38.8	4x10+TTx10Cu	63.8	65	2.44	3.19
CUADRO8	46800	45	4x35+TTx16Cu	67.55	137	0.76	1.51
CLIMATIZACION	100000	50	4x50+TTx25Cu	160.38	167	1.42	2.17
Batería Condensadores	462250.62	12	3(3x185+TTx95)Cu	750.62	1173	0.1	0.85

CUADRO 1:

Denominación	P.Cálculo (W)	Dist.Cálc (m)	Sección (mm ²)	I.Cálculo (A)	I.Admi. (A)	C.T.Parc. (%)	C.T.Total (%)
ALUMBRADO_R	3794.4	34	2x4+TTx4Cu	16.5	45	2.42	3.46
ALUMBRADO_S	3794.4	31	2x4+TTx4Cu	16.5	45	2.21	3.24
ALUMBRADO_T	4212	29	2x4+TTx4Cu	18.31	45	2.31	3.34
OFICINAS_R	1380	37	2x2.5+TTx2.5Cu	6	33	1.51	2.54
OFICINAS_S	1380	18	2x2.5+TTx2.5Cu	6	33	0.73	1.77
OFICINAS_T	1380	21	2x2.5+TTx2.5Cu	6	33	0.86	1.89
ENCHUFES_R	3105	24	2x2.5+TTx2.5Cu	13.5	33	2.25	3.29
ENCHUFES_S	3450	37	2x2.5+TTx2.5Cu	15	33	3.89	4.92
ENCHUFES_T	3105	15	2x2.5+TTx2.5Cu	13.5	33	1.41	2.44
AL_EXTERIOR_R	2250	42	2x2.5+TTx2.5Cu	9.78	32.5	2.82	3.85
AL_EXTERIOR_S	2700	60	2x4+TTx4Cu	11.74	42	3.01	4.05
AL_EXTERIOR_T	2250	85	2x6+TTx6Cu	9.78	53	2.35	3.39

CUADRO 2:

Denominación	P.Cálculo (W)	Dist.Cálc (m)	Sección (mm ²)	I.Cálculo (A)	I.Admi. (A)	C.T.Parc. (%)	C.T.Total (%)
SIERRA_1	5000	18	4x2.5+TTx2.5Cu	8.49	26.5	0.44	3.76
SIERRA_2	5000	10	4x2.5+TTx2.5Cu	8.49	26.5	0.25	3.57
SIERRA_3	5000	10	4x2.5+TTx2.5Cu	8.49	26.5	0.25	3.57
SIERRA_4	5000	18	4x2.5+TTx2.5Cu	8.49	26.5	0.44	3.76



ESMERILADORA_1	6617.5	22	4x2.5+TTx2.5Cu	10.98	26.5	0.73	4.05
ESMERILADORA_2	6617.5	14.5	4x2.5+TTx2.5Cu	10.98	26.5	0.48	3.8
ESMERILADORA_3	6617.5	14.5	4x2.5+TTx2.5Cu	10.98	26.5	0.48	3.8
ESMERILADORA_4	6617.5	22	4x2.5+TTx2.5Cu	10.98	26.5	0.73	4.05

TOMA DE CORRIENTES CUADRO 2:

Denominación	P.Cálculo (W)	Dist.Cálc (m)	Sección (mm ²)	I.Cálculo (A)	I.Admi. (A)	C.T.Parc. (%)	C.T.Total (%)
T.CORRIENTE 16A	3450	0.1	2x2.5+TTx2.5Cu	15	33	0.01	3.39
T.CORRIENTE 16A	3450	0.1	2x2.5+TTx2.5Cu	15	33	0.01	3.39
T.CORRIENTE 16A	3450	0.1	2x2.5+TTx2.5Cu	15	33	0.01	3.39
T.CORRIENTE 25A	5400	0.1	2x2.5+TTx2.5Cu	23.48	33	0.02	3.39
T.CORRIENTE 16A	11085	0.1	4x2.5+TTx2.5Cu	16	26.5	0.01	3.38

CUADRO 3:

Denominación	P.Cálculo (W)	Dist.Cálc (m)	Sección (mm ²)	I.Cálculo (A)	I.Admi. (A)	C.T.Parc. (%)	C.T.Total (%)
TALADRO_1	1875	7.5	4x2.5+TTx2.5Cu	3.11	26.5	0.07	2.53
TALADRO_2	1875	10	4x2.5+TTx2.5Cu	3.11	26.5	0.09	2.56
TALADRO_3	1875	12.5	4x2.5+TTx2.5Cu	3.11	26.5	0.11	2.58
TALADRO_4	1875	17	4x2.5+TTx2.5Cu	3.11	26.5	0.16	2.62
PULIDORA	3750	7	4x2.5+TTx2.5Cu	6.77	26.5	0.13	2.59
RETESTADORA	1838.75	10.7	4x2.5+TTx2.5Cu	2.95	26.5	0.1	2.56
MORTAJADORA	2796.25	16.5	4x2.5+TTx2.5Cu	4.48	26.5	0.23	2.69
TRONZADORA	2796.25	21.1	4x2.5+TTx2.5Cu	4.69	26.5	0.29	2.75

TOMA DE CORRIENTES CUADRO 3:

Denominación	P.Cálculo (W)	Dist.Cálc (m)	Sección (mm ²)	I.Cálculo (A)	I.Admi. (A)	C.T.Parc. (%)	C.T.Total (%)
T.CORRIENTE 16A	3450	0.1	2x2.5+TTx2.5Cu	15	33	0.01	2.54
T.CORRIENTE 16A	3450	0.1	2x2.5+TTx2.5Cu	15	33	0.01	2.54
T.CORRIENTE 16A	3450	0.1	2x2.5+TTx2.5Cu	15	33	0.01	2.54
T.CORRIENTE 25A	5400	0.1	2x2.5+TTx2.5Cu	23.48	33	0.02	2.54
T.CORRIENTE 16A	11085	0.1	4x2.5+TTx2.5Cu	16	26.5	0.01	2.52

CUADRO 4:

Denominación	P.Cálculo (W)	Dist.Cálc (m)	Sección (mm ²)	I.Cálculo (A)	I.Admi. (A)	C.T.Parc. (%)	C.T.Total (%)
CIZALLA_1	18750	23.8	4x4+TTx4Cu	31.84	36	1.55	2.95
CIZALLA_2	18750	30	4x4+TTx4Cu	31.84	36	1.95	3.35

TOMA DE CORRIENTES CUADRO 4:

Denominación	P.Cálculo (W)	Dist.Cálc (m)	Sección (mm ²)	I.Cálculo (A)	I.Admi. (A)	C.T.Parc. (%)	C.T.Total (%)
T.CORRIENTE 16A	3450	0.1	2x6+TTx6Cu	15	57	0	1.44



T.CORRIENTE 16A	3450	0.1	2x6+TTx6Cu	15	57	0	1.44
T.CORRIENTE 16A	3450	0.1	2x6+TTx6Cu	15	57	0	1.44
T.CORRIENTE 25A	5400	0.1	2x6+TTx6Cu	23.48	57	0.01	1.44
T.CORRIENTE 16A	11085	0.1	4x6+TTx6Cu	16	46	0	1.44

CUADRO 5:

Denominación	P.Cálculo (W)	Dist.Cálc (m)	Sección (mm ²)	I.Cálculo (A)	I.Admi. (A)	C.T.Parc. (%)	C.T.Total (%)
FRESADORA_1	9375	17.7	4x2.5+TTx2.5Cu	15.55	26.5	0.86	3.81
FRESADORA_2	9375	13	4x2.5+TTx2.5Cu	15.55	26.5	0.63	3.58
FRESADORA_3	9375	8.5	4x2.5+TTx2.5Cu	15.55	26.5	0.41	3.36
FRESADORA_4	9375	7.8	4x2.5+TTx2.5Cu	15.55	26.5	0.38	3.33
COMPRESOR	9375	19.3	4x2.5+TTx2.5Cu	15.04	26.5	0.93	3.88

TOMA DE CORRIENTES CUADRO 5:

Denominación	P.Cálculo (W)	Dist.Cálc (m)	Sección (mm ²)	I.Cálculo (A)	I.Admi. (A)	C.T.Parc. (%)	C.T.Total (%)
T.CORRIENTE 16A	3450	0.1	2x2.5+TTx2.5Cu	15	33	0.01	3.03
T.CORRIENTE 16A	3450	0.1	2x2.5+TTx2.5Cu	15	33	0.01	3.03
T.CORRIENTE 16A	3450	0.1	2x2.5+TTx2.5Cu	15	33	0.01	3.03
T.CORRIENTE 25A	5400	0.1	2x2.5+TTx2.5Cu	23.48	33	0.02	3.03
T.CORRIENTE 16A	11085	0.1	4x2.5+TTx2.5Cu	16	26.5	0.01	3.01

CUADRO 6:

Denominación	P.Cálculo (W)	Dist.Cálc (m)	Sección (mm ²)	I.Cálculo (A)	I.Admi. (A)	C.T.Parc. (%)	C.T.Total (%)
TORNO_1	18750	15	4x4+TTx4Cu	30.41	36	0.96	3.22
TORNO_2	18750	23	4x4+TTx4Cu	30.41	36	1.48	3.73

TOMA DE CORRIENTES CUADRO 6:

Denominación	P.Cálculo (W)	Dist.Cálc (m)	Sección (mm ²)	I.Cálculo (A)	I.Admi. (A)	C.T.Parc. (%)	C.T.Total (%)
T.CORRIENTE 16A	3450	0.1	2x4+TTx4Cu	15	45	0.01	2.32
T.CORRIENTE 16A	3450	0.1	2x4+TTx4Cu	15	45	0.01	2.32
T.CORRIENTE 16A	3450	0.1	2x4+TTx4Cu	15	45	0.01	2.32
T.CORRIENTE 25A	5400	0.1	2x4+TTx4Cu	23.48	45	0.01	2.32
T.CORRIENTE 16A	11085	0.1	4x4+TTx4Cu	16	36	0	2.31

CUADRO 7:

Denominación	P.Cálculo (W)	Dist.Cálc (m)	Sección (mm ²)	I.Cálculo (A)	I.Admi. (A)	C.T.Parc. (%)	C.T.Total (%)
TORNO_3	18750	15	4x4+TTx4Cu	30.41	36	0.96	4.16
TORNO_4	18750	23	4x4+TTx4Cu	30.41	36	1.48	4.67
RECTIFICADOR	13062.5	12.5	4x2.5+TTx2.5Cu	21.92	26.5	0.89	4.08

CUADRO 8:



Denominación	P.Cálculo (W)	Dist.Cálc (m)	Sección (mm ²)	I.Cálculo (A)	I.Admi. (A)	C.T.Parc. (%)	C.T.Total (%)
ZONA 1_R	2880	74	2x10+TTx10Cu	12.52	76	1.57	3.08
ZONA 1_S	2880	70	2x6+TTx6Cu	12.52	57	2.49	4
ZONA 1_T	2880	61	2x6+TTx6Cu	12.52	57	2.17	3.68
ZONA 2_R	2880	49	2x6+TTx6Cu	12.52	57	1.74	3.25
ZONA 2_S	3600	45	2x6+TTx6Cu	15.65	57	2.01	3.52
ZONA 2_T	3600	41	2x6+TTx6Cu	15.65	57	1.83	3.34
ZONA 3_R	2880	64	2x6+TTx6Cu	12.52	57	2.27	3.79
ZONA 3_S	2880	60	2x6+TTx6Cu	12.52	57	2.13	3.65
ZONA 3_T	2880	51	2x6+TTx6Cu	12.52	57	1.81	3.33
ZONA 4_R	3600	39	2x6+TTx6Cu	15.65	57	1.74	3.25
ZONA 4_S	3600	44	2x6+TTx6Cu	15.65	57	1.96	3.48
ZONA 4_T	2880	30	2x16+TTx16Cu	12.52	105	0.4	1.91
ZONA 5_R	3600	54	2x6+TTx6Cu	15.65	57	2.41	3.92
ZONA 5_S	2880	34	2x4+TTx4Cu	12.52	45	1.82	3.33
ZONA 5_T	2880	25	2x2.5+TTx2.5Cu	12.52	33	2.17	3.68

2.7.10.4 CÁLCULO DE LAS INTENSIDADES DE CORTOCIRCUITO

CUADRO GENERAL DE MANDO Y PROTECCIÓN:

Denominación	Longitud (m)	Sección (mm ²)	I _{pccI} (kA)	P de C (kA)	I _{pccF} (A)	t _{mcc} (sg)	Curvas válidas
ACOMETIDA.	10	3(4x185+TTx95)Cu	12	50	5140.5	238.37	1000;B
CUADRO1	6.5	4x10+TTx10Cu	10.32	15	2937.31	0.24	50;B,C,D
CUADRO2	55	4x16+TTx16Cu	10.32	15	1015.08	5.08	100;B,C
CUADRO3	41.6	4x10+TTx10Cu	10.32	15	867.24	2.72	47;B,C
CUADRO4	16.5	4x16+TTx16Cu	10.32	15	2337.49	0.96	100;B,C,D
CUADRO5	47	4x16+TTx16Cu	10.32	15	1150.75	3.95	100;B,C
CUADRO6	38.1	4x16+TTx16Cu	10.32	15	1351.51	2.87	100;B,C
CUADRO7	38.8	4x10+TTx10Cu	10.32	15	919.13	2.42	100;B
CUADRO8	45	4x35+TTx16Cu	10.32	15	2055.89	5.93	100;B,C,D
CLIMATIZACION	50	4x50+TTx25Cu	10.32	15	2377.41	9.04	250;B
Batería Condensadores	12	3(3x185+TTx95)Cu	10.32	15	5018.67	250.08	1000;B

CUADRO 1:

Denominación	Longitud (m)	Sección (mm ²)	I _{pccI} (kA)	P de C (kA)	I _{pccF} (A)	t _{mcc} (sg)	Curvas válidas
ALUMBRADO_R	34	2x4+TTx4Cu	5.9	6	432.09	1.75	20;B,C,D
ALUMBRADO_S	31	2x4+TTx4Cu	5.9	6	467.35	1.5	20;B,C,D
ALUUMBRADO_T	29	2x4+TTx4Cu	5.9	6	494.24	1.34	20;B,C,D
OFICINAS_R	37	2x2.5+TTx2.5Cu	5.9	6	264.46	1.83	16;B,C
OFICINAS_S	18	2x2.5+TTx2.5Cu	5.9	6	497.1	0.52	16;B,C,D



OFICINAS_T	21	2x2.5+TTx2.5Cu	5.9	6	436.48	0.67	16;B,C,D
ENCHUFES_R	24	2x2.5+TTx2.5Cu	5.9	6	389.04	0.84	16;B,C,D
ENCHUFES_S	37	2x2.5+TTx2.5Cu	5.9	6	264.46	1.83	16;B,C
ENCHUFES_T	15	2x2.5+TTx2.5Cu	5.9	6	577.24	0.38	16;B,C,D
AL_EXTERIOR_R	42	2x2.5+TTx2.5Cu	5.9	6	235.46	2.31	10;B,C,D
AL_EXTERIOR_S	60	2x4+TTx4Cu	5.9	6	261.24	4.79	16;B,C
AL_EXTERIOR_T	85	2x6+TTx6Cu	5.9	6	275.19	9.72	10;B,C,D

CUADRO 2:

Denominación	Longitud (m)	Sección (mm ²)	I _{pccI} (kA)	P de C (kA)	I _{pccF} (A)	t _{mcc} (sg)	Curvas válidas
SIERRA_1	18	4x2.5+TTx2.5Cu	2.04	4.5	375.85	0.9	16;B,C,D
SIERRA_2	10	4x2.5+TTx2.5Cu	2.04	4.5	522.01	0.47	16;B,C,D
SIERRA_3	10	4x2.5+TTx2.5Cu	2.04	4.5	522.01	0.47	16;B,C,D
SIERRA_4	18	4x2.5+TTx2.5Cu	2.04	4.5	375.85	0.9	16;B,C,D
ESMERILADORA_1	22	4x2.5+TTx2.5Cu	2.04	4.5	329.68	1.18	16;B,C,D
ESMERILADORA_2	14.5	4x2.5+TTx2.5Cu	2.04	4.5	428.32	0.7	16;B,C,D
ESMERILADORA_3	14.5	4x2.5+TTx2.5Cu	2.04	4.5	428.32	0.7	16;B,C,D
ESMERILADORA_4	22	4x2.5+TTx2.5Cu	2.04	4.5	329.68	1.18	16;B,C,D

TOMA DE CORRIENTES CUADRO 2:

Denominación	Longitud (m)	Sección (mm ²)	I _{pccI} (kA)	P de C (kA)	I _{pccF} (A)	t _{mcc} (sg)	Curvas válidas
T.CORRIENTE 16A	0.1	2x2.5+TTx2.5Cu	1.87	4,5	925.56	0.15	16;B,C,D
T.CORRIENTE 16A	0.1	2x2.5+TTx2.5Cu	1.87	4,5	925.56	0.15	16;B,C,D
T.CORRIENTE 16A	0.1	2x2.5+TTx2.5Cu	1.87	4,5	925.56	0.15	16;B,C,D
T.CORRIENTE 25A	0.1	2x2.5+TTx2.5Cu	1.92	4.5	950.09	0.14	25;B,C,D
T.CORRIENTE 16A	0.1	4x2.5+TTx2.5Cu	1.92	4.5	950.09	0.14	20;B,C,D

CUADRO 3:

Denominación	Longitud (m)	Sección (mm ²)	I _{pccI} (kA)	P de C (kA)	I _{pccF} (A)	t _{mcc} (sg)	Curvas válidas
TALADRO_1	7.5	4x2.5+TTx2.5Cu	1.74	4.5	540.23	0.44	16;B,C,D
TALADRO_2	10	4x2.5+TTx2.5Cu	1.74	4.5	479.88	0.55	16;B,C,D
TALADRO_3	12.5	4x2.5+TTx2.5Cu	1.74	4.5	431.66	0.69	16;B,C,D
TALADRO_4	17	4x2.5+TTx2.5Cu	1.74	4.5	365.53	0.96	16;B,C,D
PULIDORA	7	4x2.5+TTx2.5Cu	1.74	4.5	554.16	0.42	16;B,C,D
RETESTADORA	10.7	4x2.5+TTx2.5Cu	1.74	4.5	465.33	0.59	16;B,C,D
MORTAJADORA	16.5	4x2.5+TTx2.5Cu	1.74	4.5	371.86	0.92	16;B,C,D
TRONZADORA	21.1	4x2.5+TTx2.5Cu	1.74	4.5	320.76	1.24	16;B,C,D

TOMA DE CORRIENTES CUADRO 3:

Denominación	Longitud (m)	Sección (mm ²)	I _{pccI} (kA)	P de C (kA)	I _{pccF} (A)	t _{mcc} (sg)	Curvas válidas
T.CORRIENTE 16A	0.1	2x2.5+TTx2.5Cu	1.62	4.5	801.01	0.2	16;B,C,D
T.CORRIENTE 16A	0.1	2x2.5+TTx2.5Cu	1.62	4.5	801.01	0.2	16;B,C,D



T.CORRIENTE 16A	0.1	2x2.5+TTx2.5Cu	1.62	4.5	801.01	0.2	16;B,C,D
T.CORRIENTE 25A	0.1	2x2.5+TTx2.5Cu	1.66	4.5	819.33	0.19	25;B,C,D
T.CORRIENTE 16A	0.1	4x2.5+TTx2.5Cu	1.66	4.5	819.33	0.19	20;B,C,D

CUADRO 4:

Denominación	Longitud (m)	Sección (mm ²)	I _{pccI} (kA)	P de C (kA)	I _{pccF} (A)	t _{mccic} (sg)	Curvas válidas
CIZALLA_1	23.8	4x4+TTx4Cu	4.69	6	552.65	1.07	32;B,C
CIZALLA_2	30	4x4+TTx4Cu	4.69	6	460.77	1.54	32;B,C

TOMA DE CORRIENTES CUADRO 4:

Denominación	Longitud (m)	Sección (mm ²)	I _{pccI} (kA)	P de C (kA)	I _{pccF} (A)	t _{mccic} (sg)	Curvas válidas
T.CORRIENTE 16A	0.1	2x6+TTx6Cu	4.2	4.5	2076.69	0.17	16;B,C,D
T.CORRIENTE 16A	0.1	2x6+TTx6Cu	4.2	4.5	2076.69	0.17	16;B,C,D
T.CORRIENTE 16A	0.1	2x6+TTx6Cu	4.2	4.5	2076.69	0.17	16;B,C,D
T.CORRIENTE 25A	0.1	2x6+TTx6Cu	4.31	4.5	2127.61	0.16	25;B,C,D
T.CORRIENTE 16A	0.1	4x6+TTx6Cu	4.31	4.5	2127.61	0.16	20;B,C,D

CUADRO 5:

Denominación	Longitud (m)	Sección (mm ²)	I _{pccI} (kA)	P de C (kA)	I _{pccF} (A)	t _{mccic} (sg)	Curvas válidas
FRESADORA_1	17.7	4x2.5+TTx2.5Cu	2.31	4.5	397.41	0.81	16;B,C,D
FRESADORA_2	13	4x2.5+TTx2.5Cu	2.31	4.5	481.09	0.55	16;B,C,D
FRESADORA_3	8.5	4x2.5+TTx2.5Cu	2.31	4.5	602.54	0.35	16;B,C,D
FRESADORA_4	7.8	4x2.5+TTx2.5Cu	2.31	4.5	627.16	0.32	16;B,C,D
COMPRESOR	19.3	4x2.5+TTx2.5Cu	2.31	4.5	375.19	0.91	16;B,C,D

TOMA DE CORRIENTES CUADRO 5:

Denominación	Longitud (m)	Sección (mm ²)	I _{pccI} (kA)	P de C (kA)	I _{pccF} (A)	t _{mccic} (sg)	Curvas válidas
T.CORRIENTE 16A	0.1	2x2.5+TTx2.5Cu	2.1	4.5	1037.1	0.12	16;B,C,D
T.CORRIENTE 16A	0.1	2x2.5+TTx2.5Cu	2.1	4.5	1037.1	0.12	16;B,C,D
T.CORRIENTE 16A	0.1	2x2.5+TTx2.5Cu	2.1	4.5	1037.1	0.12	16;B,C,D
T.CORRIENTE 25A	0.1	2x2.5+TTx2.5Cu	2.17	4.5	1067.97	0.11	25;B,C,D
T.CORRIENTE 16A	0.1	4x2.5+TTx2.5Cu	2.17	4.5	1067.97	0.11	20;B,C,D

CUADRO 6:

Denominación	Longitud (m)	Sección (mm ²)	I _{pccI} (kA)	P de C (kA)	I _{pccF} (A)	t _{mccic} (sg)	Curvas válidas
TORNO_1	15	4x4+TTx4Cu	2.71	4.5	620.48	0.85	32;B,C
TORNO_2	23	4x4+TTx4Cu	2.71	4.5	481.43	1.41	32;B,C

TOMA DE CORRIENTES CUADRO 6:



Denominación	Longitud (m)	Sección (mm ²)	I _{pscI} (kA)	P de C (kA)	I _{pscF} (A)	t _{mccc} (sg)	Curvas válidas
T.CORRIENTE 16A	0.1	2x4+TTx4Cu	2.46	4.5	1217.85	0.22	16;B,C,D
T.CORRIENTE 16A	0.1	2x4+TTx4Cu	2.46	4.5	1217.85	0.22	16;B,C,D
T.CORRIENTE 16A	0.1	2x4+TTx4Cu	2.46	4.5	1217.85	0.22	16;B,C,D
T.CORRIENTE 25A	0.1	2x4+TTx4Cu	2.52	4.5	1244.22	0.21	25;B,C,D
T.CORRIENTE 16A	0.1	4x4+TTx4Cu	2.52	4.5	1244.22	0.21	20;B,C,D

CUADRO 7:

Denominación	Longitud (m)	Sección (mm ²)	I _{pscI} (kA)	P de C (kA)	I _{pscF} (A)	t _{mccc} (sg)	Curvas válidas
TORNO_3	15	4x4+TTx4Cu	1.85	4.5	510.08	1.26	32;B,C
TORNO_4	23	4x4+TTx4Cu	1.85	4.5	412.19	1.93	32;B,C
RECTIFICADOR	12.5	4x2.5+TTx2.5Cu	1.85	4.5	444.15	0.65	25;B,C

CUADRO 8:

Denominación	Longitud (m)	Sección (mm ²)	I _{pscI} (kA)	P de C (kA)	I _{pscF} (A)	t _{mccc} (sg)
ZONA 1_R	74	2x10+TTx10Cu	4.11	4.5	452.78	9.97
ZONA 1_S	70	2x6+TTx6Cu	4.11	4.5	312.3	7.55
ZONA 1_T	61	2x6+TTx6Cu	4.11	4.5	350.54	5.99
ZONA 2_R	49	2x6+TTx6Cu	4.1	4.5	418.65	4.2
ZONA 2_S	45	2x6+TTx6Cu	4.1	4.5	447.75	3.67
ZONA 2_T	41	2x6+TTx6Cu	4.1	4.5	481.19	3.18
ZONA 3_R	64	2x6+TTx6Cu	4.1	4.5	336.62	6.5
ZONA 3_S	60	2x6+TTx6Cu	4.1	4.5	355.18	5.84
ZONA 3_T	51	2x6+TTx6Cu	4.1	4.5	405.48	4.48
ZONA 4_R	39	2x6+TTx6Cu	4.12	4.5	500.46	2.94
ZONA 4_S	44	2x6+TTx6Cu	4.12	4.5	456.17	3.54
ZONA 4_T	30	2x16+TTx16Cu	4.12	4.5	1084.26	4.45
ZONA 5_R	54	2x6+TTx6Cu	4.1	4.5	387.2	4.91
ZONA 5_S	34	2x4+TTx4Cu	4.1	4.5	405.48	1.99
ZONA 5_T	25	2x2.5+TTx2.5Cu	4.1	4.5	355.18	1.01

2.7.10.5 CARACTERÍSTICAS CALCULADAS DE LAS PROTECCIONES MAGNETOTÉRMICAS

Descripción	Intens(A)	Cantidad
Mag/Bip.	25	5
Mag/Tetr.	10	1
Mag/Tetr.	16	33
Mag/Tetr.	20	7
Mag/Tetr.	25	2



Mag/Tetr.	32	17
Mag/Tetr.	50	5
Mag/Tetr.	63	2
I.Aut/Tetr.	100	12
I.Aut/Tetr.	250	1
I.Aut/Trip.	1000	1

2.7.10.6 CARACTERÍSTICAS CALCULADAS DE LOS INTERRUPTORES DIFERENCIALES

Descripción	Intens(A)	Sensibilidad(mA)	Cantidad
Diferen./Tetr.	25	30	7
Diferen./Tetr.	25	300	5
Diferen./Tetr.	40	30	10
Diferen./Tetr.	40	300	6
Diferen./Tetr.	63	300	3
Diferen./Tetr.	63	600	2
Relé y Transf.	100	600	6
Relé y Transf.	250	600	1
Relé y Transf.	1000	30	1
Relé y Transf.	1000	1000	1

2.7.10.7 CARACTERÍSTICAS CALCULADAS DE LOS CONTACTORES

Descripción	Intens(A)	Cantidad
Contac/Trip.	16	5

Pamplona, Abril de 2012

Xabier Guerrero Castiella





ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE INGENIEROS INDUSTRIALES Y DE TELECOMUNICACIÓN

Titulación:

INGENIERO TÉCNICO INDUSTRIAL ELÉCTRICO

Título del proyecto:

“INSTALACIÓN ELÉCTRICA DE BAJA TENSIÓN Y
CENTRO DE TRANSFORMACIÓN DE UNA NAVE
INDUSTRIAL”

3. PLANOS

Alumno: Xabier Guerrero Castiella


Tutor: José Javier Crespo Ganuza

Pamplona, Abril de 2012

INDICE

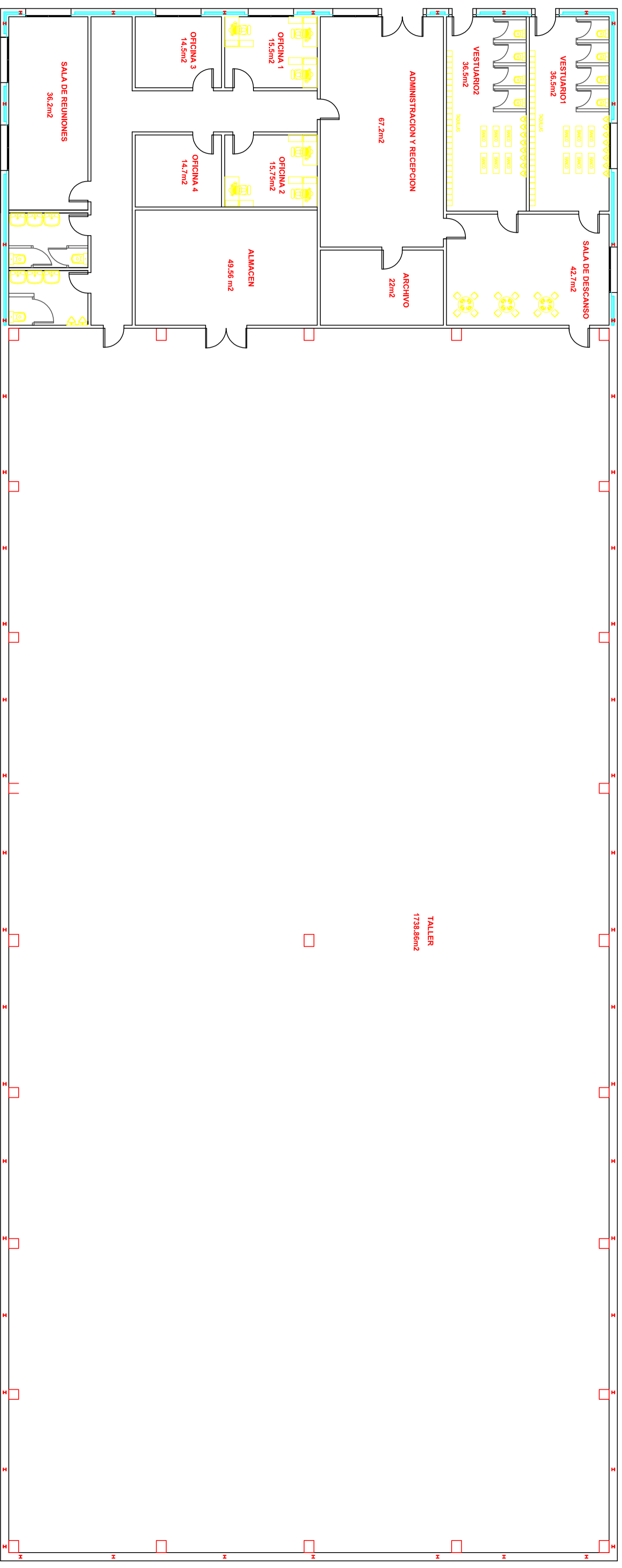
- 1 – Situación y emplazamiento
- 2 – Superficies de la nave.
- 3 – Situación de los cuadros y el C.G.D.
- 4 – Distribución de la maquinaria.
- 5 – Alumbrado interior y exterior.
- 6 – Alumbrado de emergencia.
- 7 – Interruptores y tomas de corriente.
- 8 – Situación bandeja.
- 9 – Puesta a tierra de la nave.
- 10 – Puesta a tierra del centro de transformación.
- 11 – Esquema unifilar centro de transformación.
- 12 – Distribución del centro de transformación.
- 13 – Cuadro B.T. del C.T.
- 14 – Cuadro general de distribución.
- 15 – Cuadro auxiliar 1.
- 16 – Cuadro auxiliar 2.
- 17 – Subcuadro 2: tomas de corriente.
- 18 – Cuadro auxiliar 3.
- 19 – Subcuadro 3: tomas de corriente.
- 20 – Cuadro auxiliar 4.
- 21 – Subcuadro 4: tomas de corriente.
- 22 – Cuadro auxiliar 5.
- 23 – Subcuadro 5: tomas de corriente.
- 24 – Cuadro 6.
- 25 – Subcuadro 6: tomas de corriente
- 26 – Cuadro auxiliar 7.
- 27 – Cuadro auxiliar 8.




 Universidad Pública de Navarra Nafarroako Unibertsitate Publikoa	E.T.S.I.I.T.	DEPARTAMENTO: PROYECTOS E INGENIERIA RURAL
	INGENIERIA TECNICA INDUSTRIAL ELECTRICA	REALIZADO: GUERRERO CASTIELLA XABIER

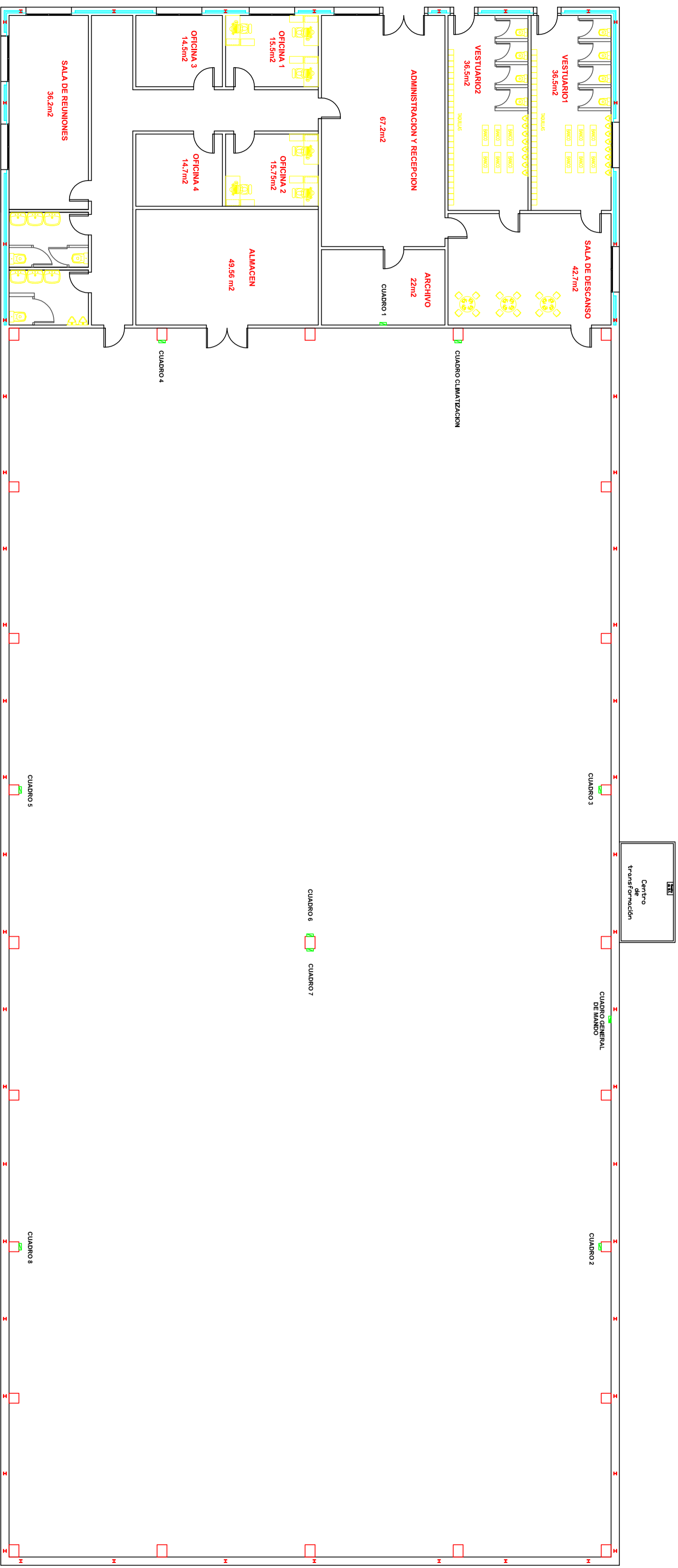
PROYECTO: INSTALACION ELECTRICA Y C.T. DE NAVE INDUSTRIAL DE TALLER DE MECANIZAZO	FIRMA:
---	--------

PLANO: SITUACION Y EMPLAZAMIENTO DE LA NAVE	FECHA: 23-04-12	ESCALA: S/E	Nº PLANO: 1
--	--------------------	----------------	----------------



 Universidad Pública de Navarra Nafarroako Unibertsitate Publikoa	E.T.S.I.I.T. INGENIERIA TECNICA INDUSTRIAL ELÉCTRICA	DEPARTAMENTO: PROYECTOS E INGENIERIA RURAL
	PROYECTO: INSTALACION ELÉCTRICA Y C.T. DE NAVE INDUSTRIAL DE TALLER DE MECANIZAZO	REALIZADO: GUERRERO CASTIELLA XABIER FIRMA:

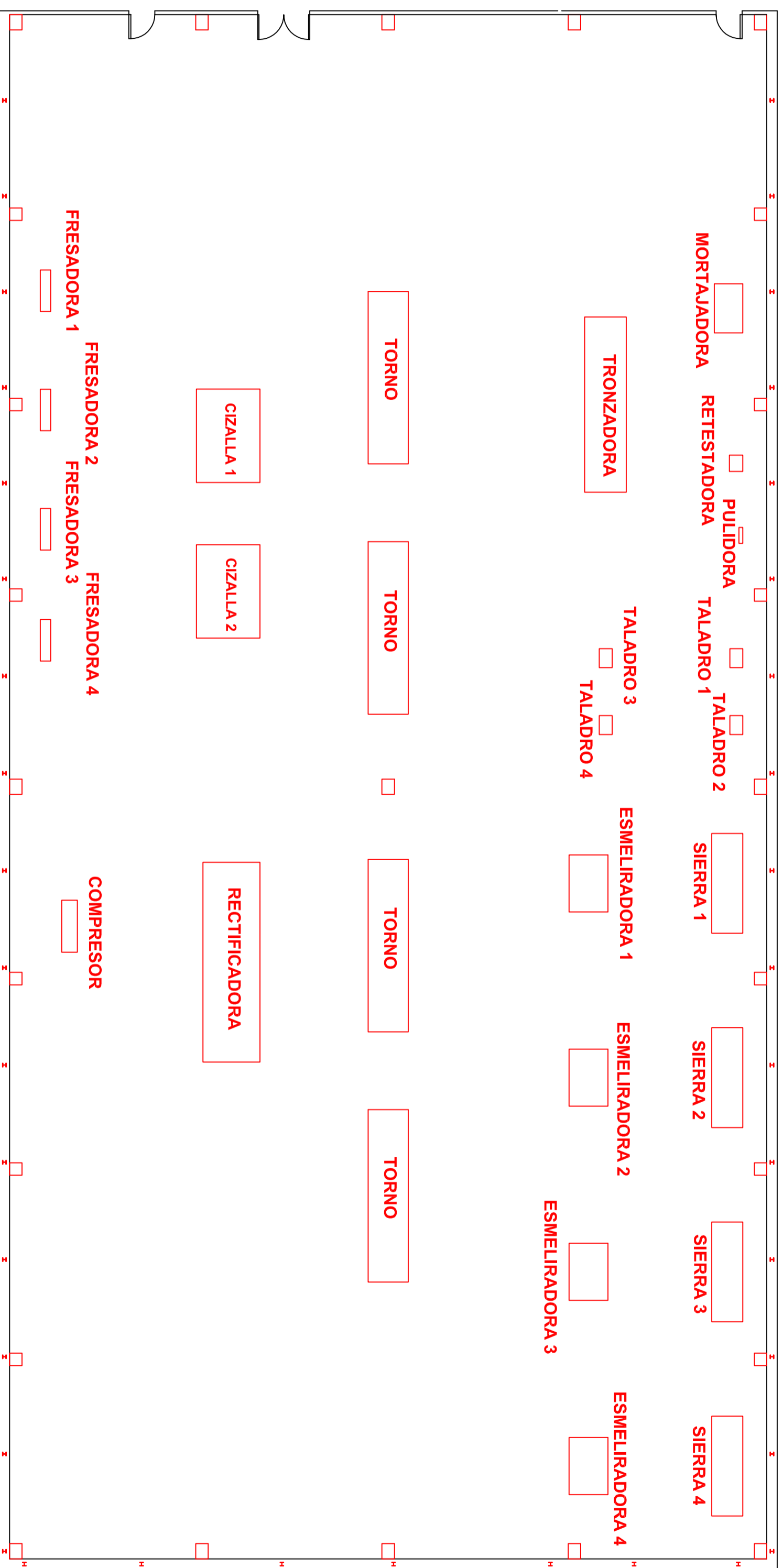
PLANO: SUPERFICIE DE LA NAVE	FECHA: 23-04-12	ESCALA: 1:150	Nº PLANO: 2
---------------------------------	--------------------	------------------	----------------



LEYENDA


	CUADRO AUXILIAR
	CUADRO GENERAL DE DISTRIBUCION

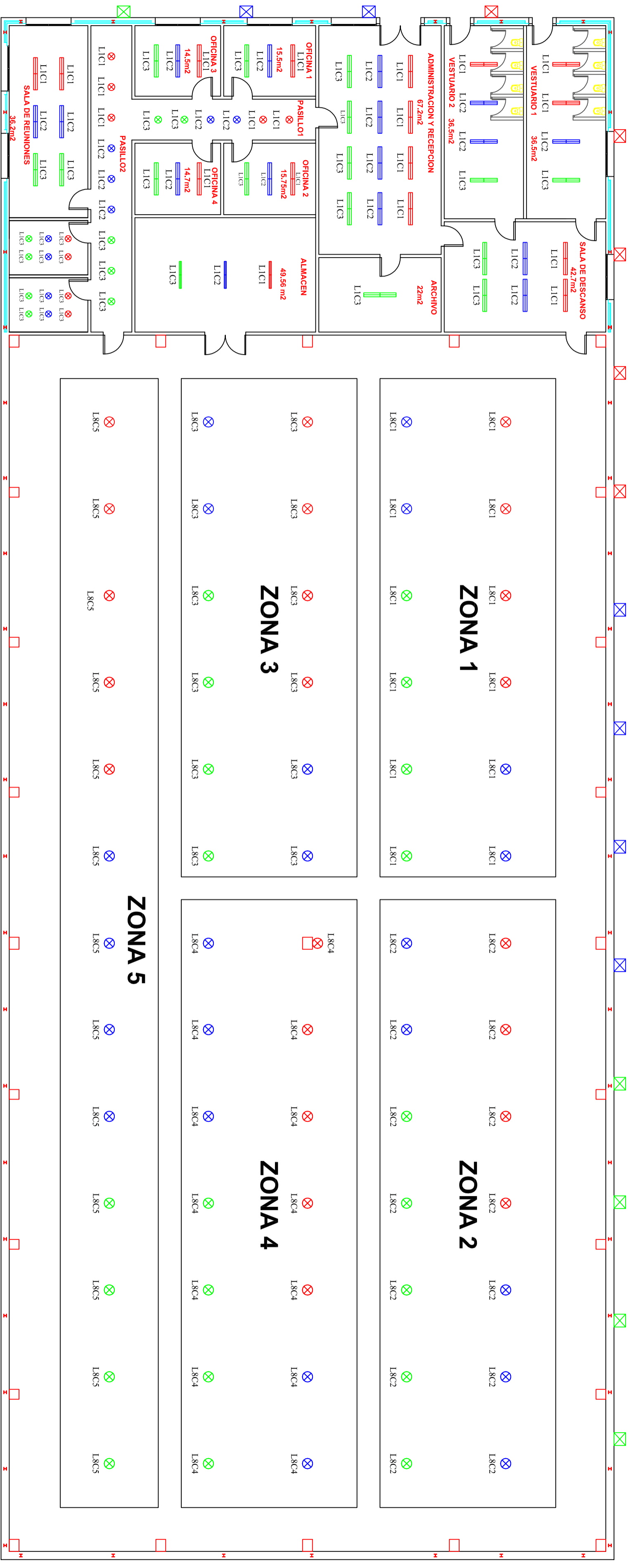
Universidad Pública de Navarra Nafarroako Unibertsitate Publikoa	E.T.S.I.I.T. INGENIERIA TECNICA INDUSTRIAL ELÉCTRICA	DEPARTAMENTO: PROYECTOS E INGENIERIA RURAL
		REALIZADO: GUERRERO CASTIELLA XABIER
PROYECTO: INSTALACION ELÉCTRICA Y C.T. DE NAVE INDUSTRIAL DE TALLER DE MECANIZAZO	PLANO: SITUACION DE LOS CUADROS	FECHA: 23-04-12
ESCALA: 1:150	N° PLANO: 3	



MAQUINARIA

SIERRA: P=4000W; $\cos\phi=0,85$; Trifásica;
 ESMERILADORA: P=5294W; $\cos\phi=0,87$; Trifásica;
 TALADRO: P=1500W; $\cos\phi=0,87$; Trifásica;
 PULIDORA: P=3000W; $\cos\phi=0,88$; Trifásica;
 RETESTADORA: P=1471W; $\cos\phi=0,9$; Trifásica;
 MORTAJADORA: P=2237W; $\cos\phi=0,9$; Trifásica;
 TRONZADORA: P=2237W; $\cos\phi=0,86$; Trifásica;
 CIZALLA: P=15000W; $\cos\phi=0,85$; Trifásica;
 FRESADORA: P=7500W; $\cos\phi=0,87$; Trifásica;
 COMPRESOR: P=7500W; $\cos\phi=0,9$; Trifásica;
 RECTIFICADORA: P=10440W; $\cos\phi=0,86$; Trifásica;
 TORNO: P=15000W; $\cos\phi=0,89$; Trifásica;

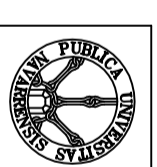
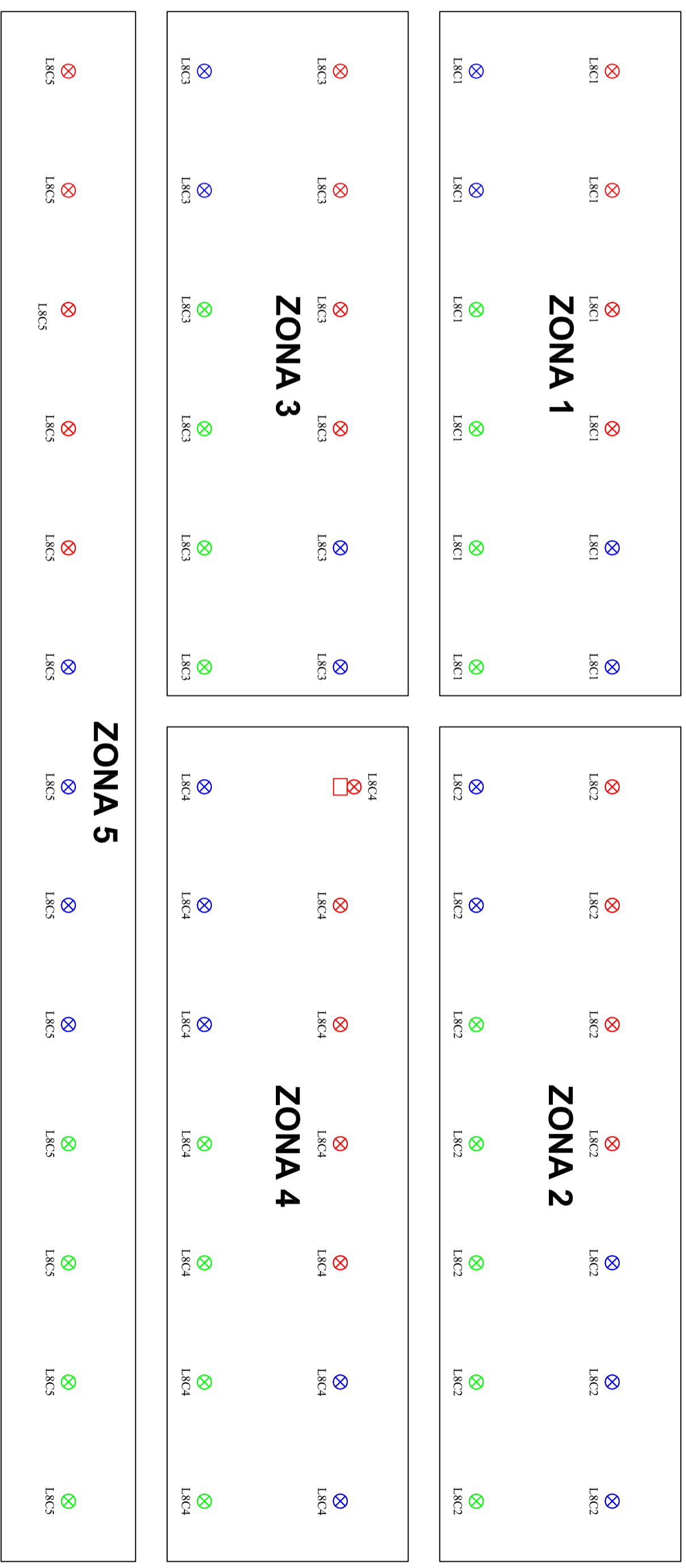
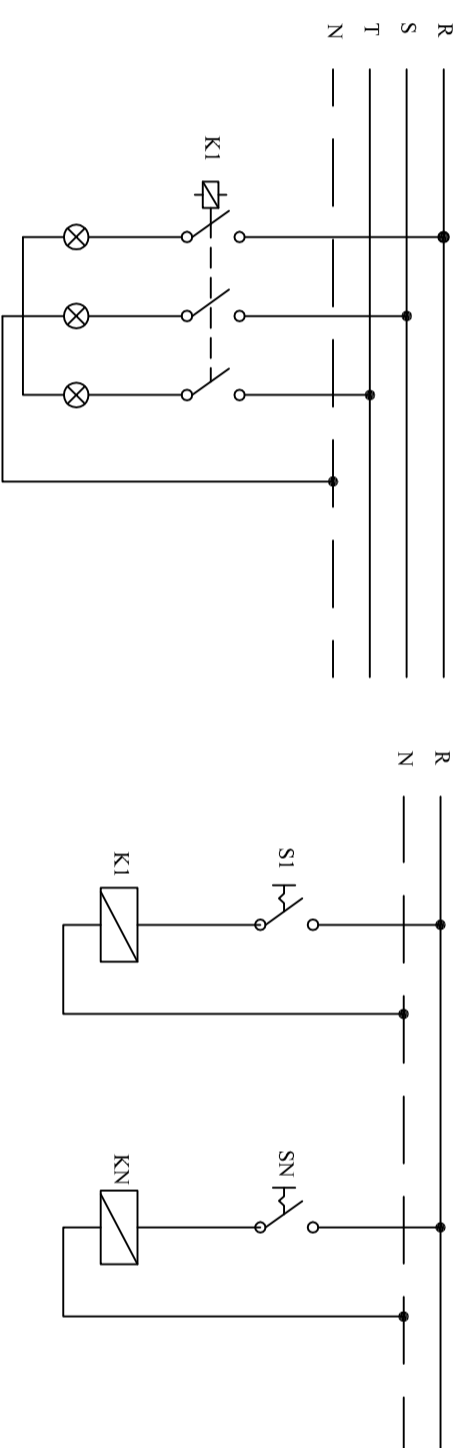
 Universidad Pública de Navarra Nafarroako Unibertsitate Publikoa	E.T.S.I.I.T. <small>INGENIERIA TECNICA INDUSTRIAL ELÉCTRICA</small>	DEPARTAMENTO:	PROYECTOS E INGENIERIA RURAL
		PROYECTO: INSTALACION ELÉCTRICA Y C.T. DE NAVE INDUSTRIAL DE TALLER DE MECANIZAZO	REALIZADO: GUERRERO CASTIELLA XABIER
PLANO: DISTRIBUCION DE LA MAQUINARIA	FECHA: 23-04-12	ESCALA: 1:150	Nº PLANO: 4



LEYENDA

	Luminaria para Fluorescente: 2x58W
	Luminaria para Fluorescente: 2x58W
	Luminaria exterior de halogenuros metálicos: 1x250W
	Luminaria industrial de halogenuros metálicos: 1x400W
	Luminaria para Fluorescente Compacta: 1x42W
	Luminaria para fluorescente de bajo consumo: 2x39W
	Luminaria para osram dólux: 1x36W
	Luminaria para lámpara de descarga: 1x150W

ESQUEMA DE MANDO



Universidad Pública de Navarra
Nafarroako Unibertsitate Publikoa

E.T.S.I.I.T.

INGENIERIA TÉCNICA INDUSTRIAL ELÉCTRICA

DEPARTAMENTO: PROYECTOS E INGENIERIA RURAL

PROYECTO:

INSTALACIÓN ELÉCTRICA Y C.T. DE NAVE INDUSTRIAL DE TALLER DE MECANIZADO

REALIZADO:

GUERRERO CASTIELLA XABIER

PLANO:

ALUMBRADO INTERIOR Y EXTERIOR

FECHA:

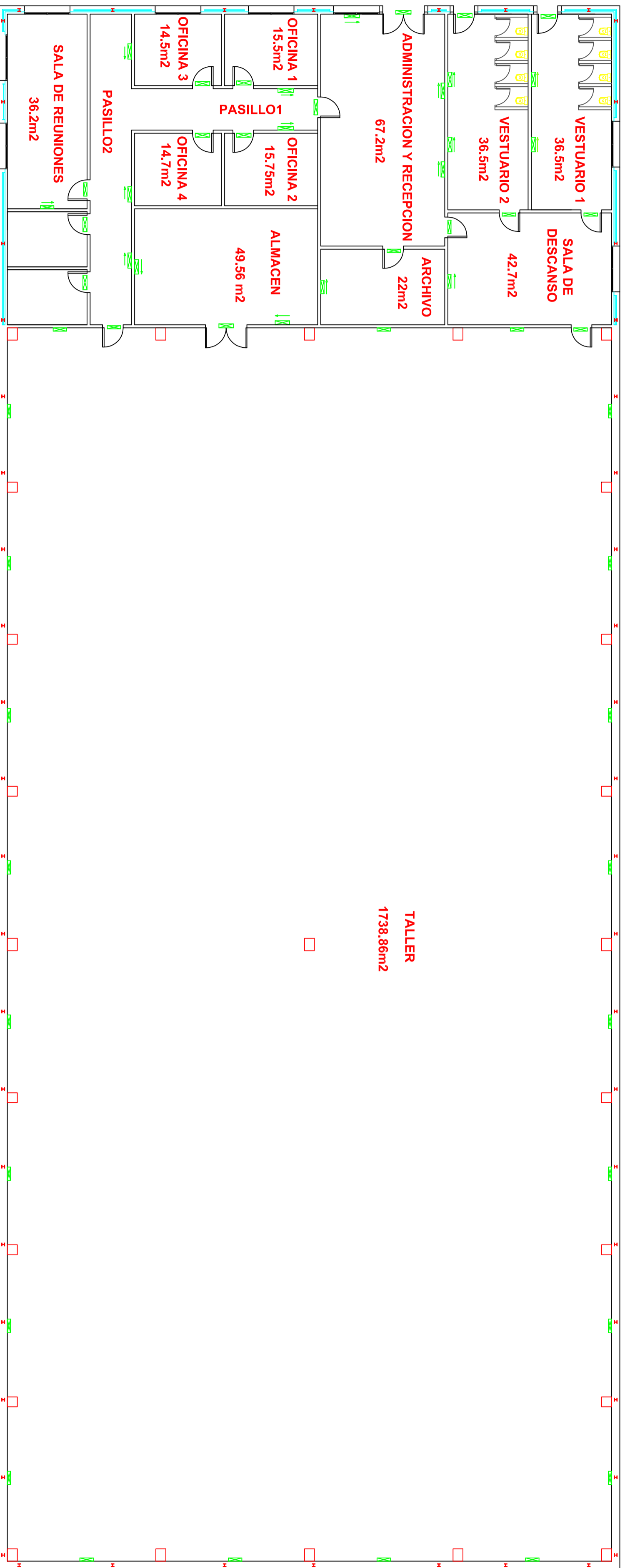
23-04-12

ESCALA:

1:150

Nº PLANO

5



Universidad Pública
de Navarra
Nafarroako
Unibertsitate Publikoa

E.T.S.I.I.T.
INGENIERIA TECNICA INDUSTRIAL ELÉCTRICA

PROYECTO:

INSTALACION ELÉCTRICA Y C.T. DE NAVE INDUSTRIAL
DE TALLER DE MECANIZAZO

DEPARTAMENTO:

PROYECTOS E
INGENIERIA RURAL

REALIZADO:

GUERRERO CASTIELLA XABIER

PLANO:

ALUMBRADO EMERGENCIA

FECHA:

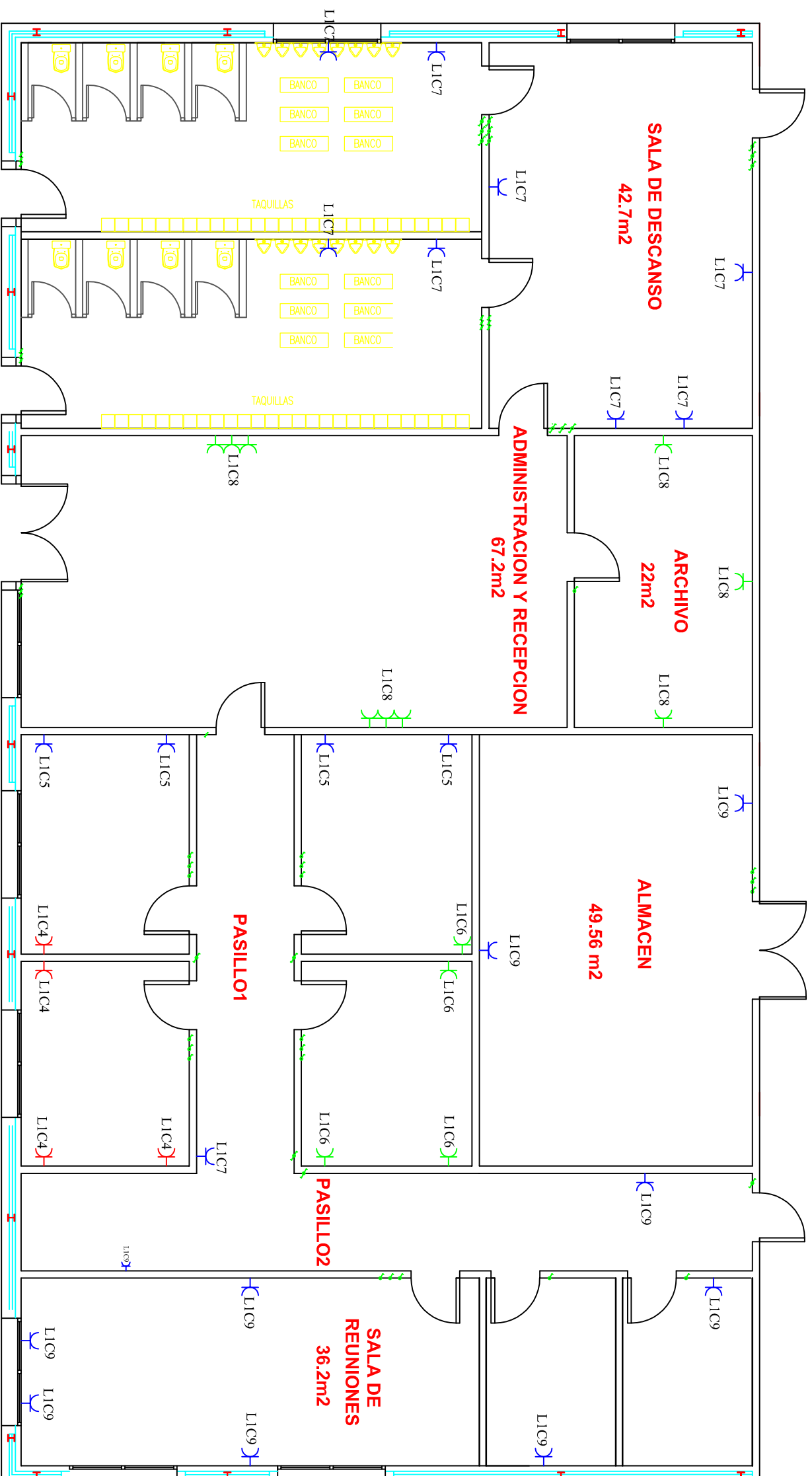
23-04-12

ESCALA:

1:150

Nº PLANO

6



LEYENDA

	Toma de corriente
	Commutador
	Interruptor



Universidad Pública
de Navarra
Nafarroako
Unibertsitate Publikoa

E.T.S.I.I.T.
INGENIERIA TÉCNICA INDUSTRIAL ELECTRICA

DEPARTAMENTO:
PROYECTOS E
INGENIERIA RURAL

PROYECTO:

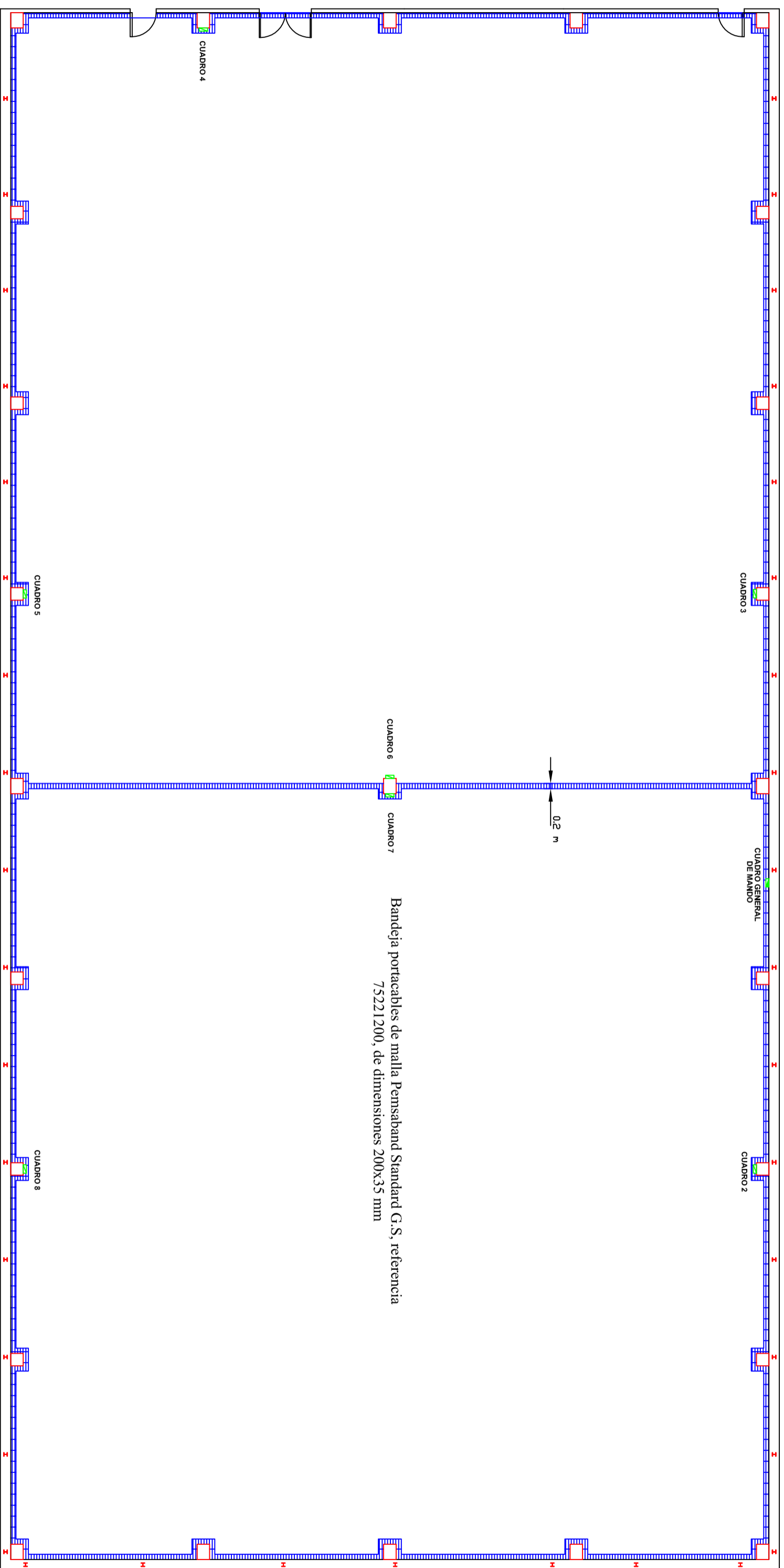
INSTALACIÓN ELÉCTRICA Y C.T. DE NAVE INDUSTRIAL
DE TALLER DE MECANIZAZO

REALIZADO:

GUERRERO CASTIELLA XABIER
FIRMA:

PLANO:
INTERRUPTORES Y TOMAS DE CORRIENTE

FECHA: 23-04-12
ESCALA: 1:100
Nº PLANO: 7



Bandeja portacables de malla Pensaband Standard G.S. referencia 75221200, de dimensiones 200x35 mm


 Universidad Pública de Navarra
 Nafarroako Unibertsitate Publikoa

E.T.S.I.I.T.
 INGENIERIA TÉCNICA INDUSTRIAL ELÉCTRICA

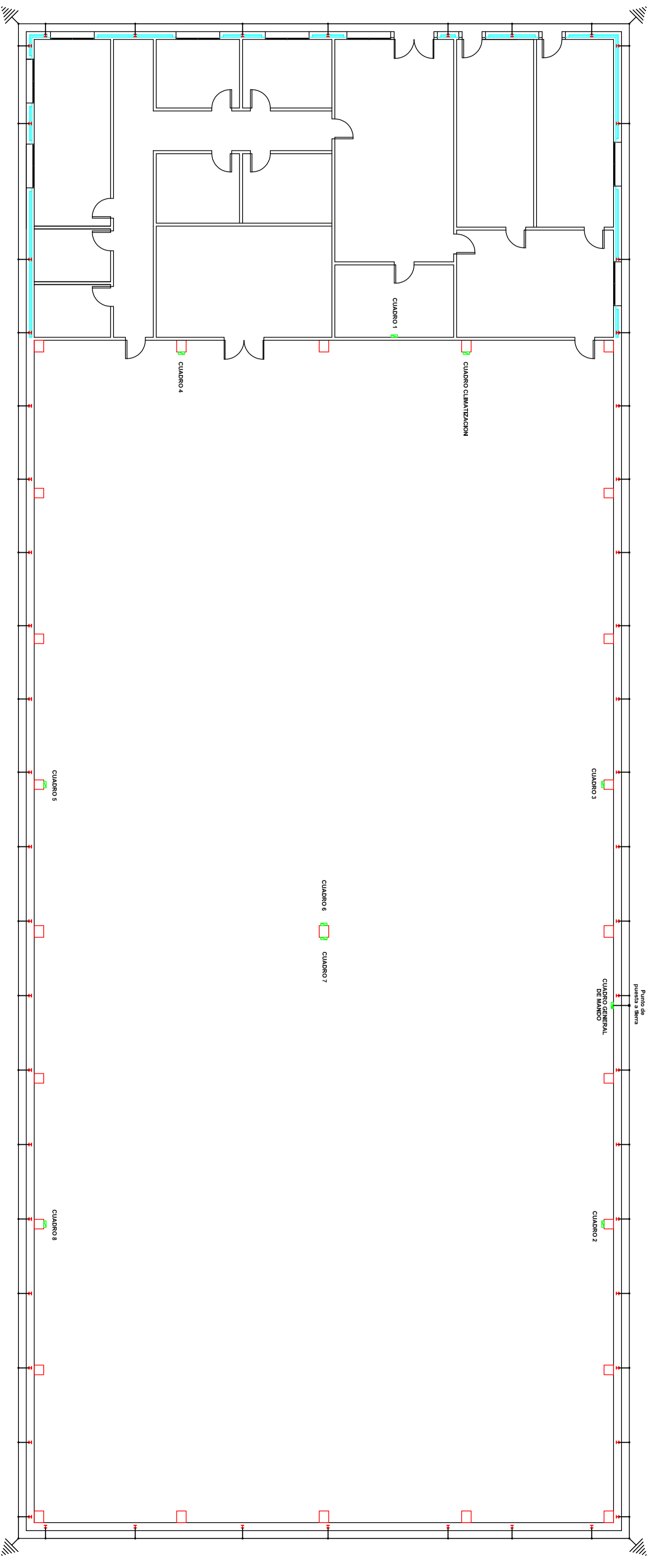
DEPARTAMENTO:
 PROYECTOS E INGENIERIA RURAL

PROYECTO:
 INSTALACION ELÉCTRICA Y C.T. DE NAVE INDUSTRIAL DE TALLER DE MECANIZADO

REALIZADO:
 GUERRERO CASTIELLA XABIER

PLANO:
 SITUACION BANDEJA

FECHA: 23-04-12
 ESCALA: 1:150
 Nº PLANO: 8



La instalación de tierra está unida al mallazo metálico de la cimentación y a los perfiles metálicos de la nave, a través de un conductor de cobre de 50mm² se sección, por medio de soldaduras aluminotérmicas.

LEYENDA

Picas de acero cobrizado

Longitud: 2m

Diametro: 20mm

Geometria del sistema: Anillo

Dimensiones de la red: 62x25,8m

Profundidad del electrodo horizontal: 0,8m

Nº de picas: 4

Picas Unidas mediante Cu desnudo de 50mm² de sección



Universidad Pública
de Navarra
Nafarroako
Unibertsitate Publikoa

E.T.S.I.I.T.

INGENIERIA TÉCNICA INDUSTRIAL ELÉCTRICA

DEPARTAMENTO:
PROYECTOS E
INGENIERIA RURAL

PROYECTO:

INSTALACION ELECTRICA Y C.T. DE NAVE INDUSTRIAL
DE TALLER DE MECANIZAZO

REALIZADO:

GUERRERO CASTIELLA XABIER

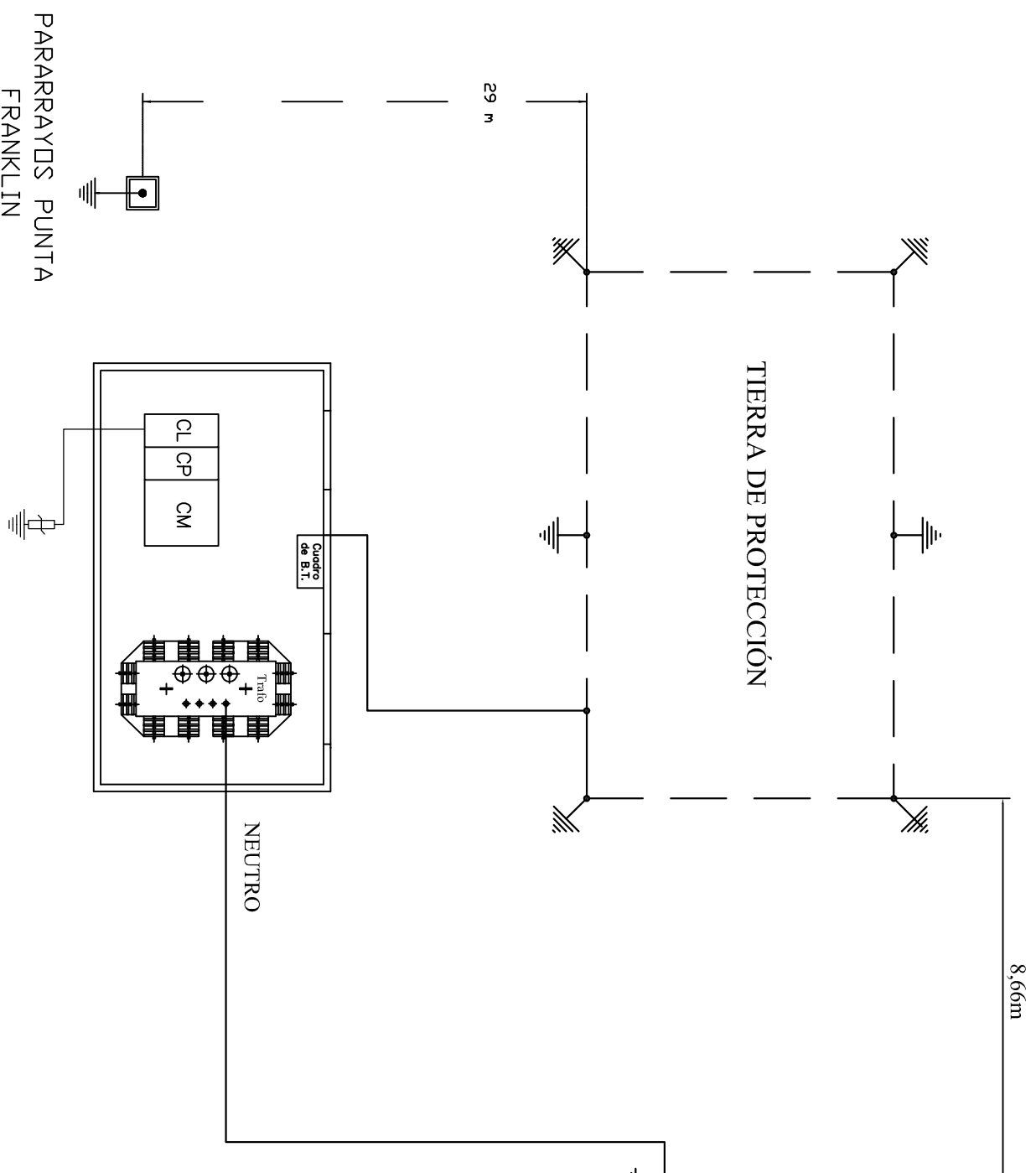
PLANO:

PUESTA A TIERRA DE LA NAVE

FECHA:
23-04-12

ESCALA:
1:150

Nº PLANO
9



Distancia mínima para que las tierras sean independiente:
D_{min}=8,66m

TIERRA DE PROTECCIÓN

TIERRA DE SERVICIO

LEYENDA

Tierra de Protección (masas):

- Picaz de acero cobrizado
- Longitud: 2m
- Diametro: 14mm
- Geometria del sistema: Anillo
- Dimensiones de la red: 6x3,5m
- Profundidad del electrodo horizontal: 0,8m
- Nº de picas: 6
- Unidas mediante Cu desnudo de 35mm² de sección


LEYENDA

Tierra de Servicio (neuro del transformador):

- Picaz de acero cobrizado
- Longitud: 2m
- Diametro: 14mm
- Distancia entre picas: 3m
- Profundidad del electrodo horizontal: 0,5m
- Nº de picas: 6
- Unidas mediante Cu desnudo de 35mm² de sección

PARARAYOS PUNTA
FRANKLIN

Descargador autoválvula
PDV 100 10KA
Tensión residual max=20KV

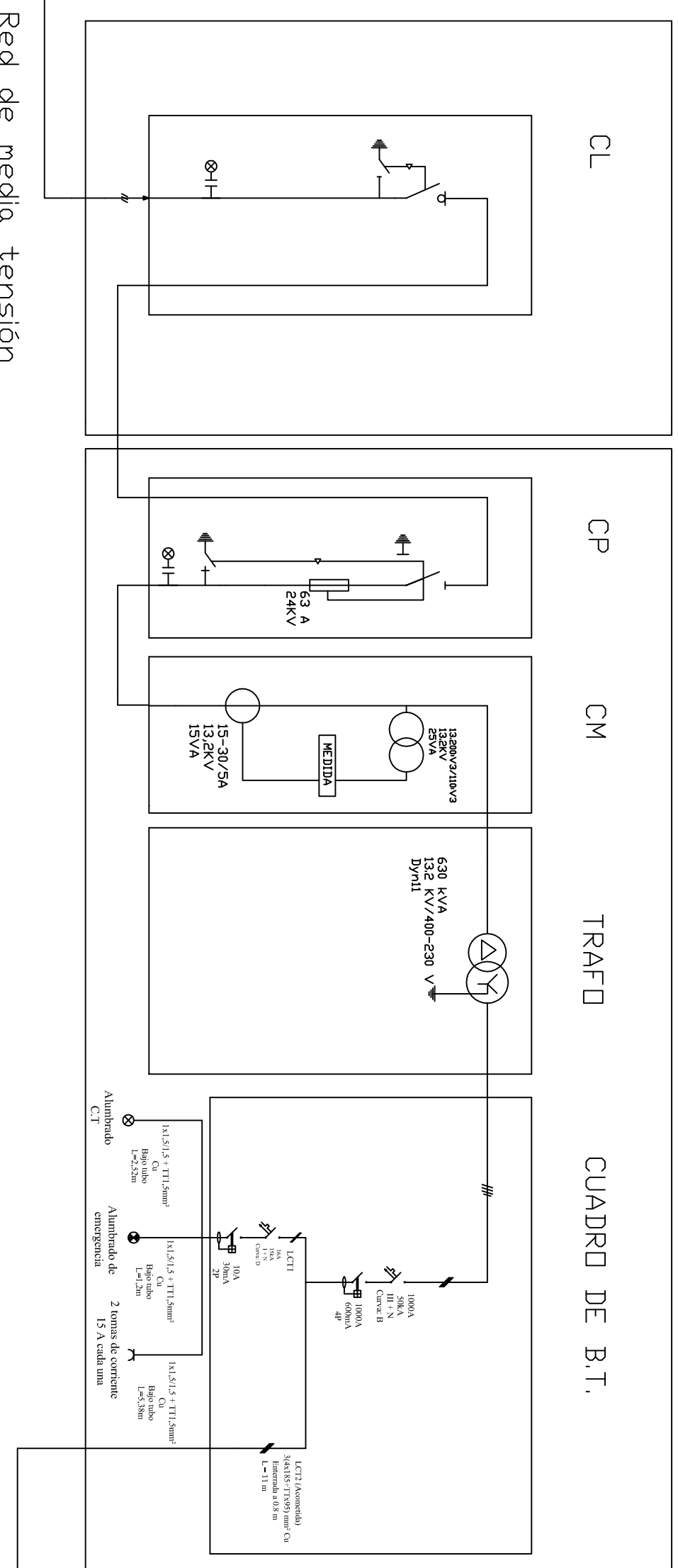
 Universidad Pública de Navarra Nafarroako Unibertsitate Publikoa	E.T.S.I.I.T. INGENIERIA TECNICA INDUSTRIAL ELECTRICA	DEPARTAMENTO: PROYECTOS E INGENIERIA RURAL
		REALIZADO: GUERRERO CASTIELLA XABIER

PROYECTO: INSTALACION ELÉCTRICA Y C.T. DE NAVE INDUSTRIAL DE TALLER DE MECANIZAZO	FIRMA:
---	--------

PLANO: PUESTA A TIERRA C. DE TRANSFORMADOR	FECHA: 23-04-12	ESCALA: S/E	Nº PLANO: 10
---	--------------------	----------------	-----------------

CENTRO DE MANIDBRA
(Pertenece a la compañía
suministradora)

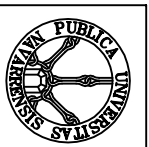
CENTRO DE TRANSFORMACIÓN
(Pertenece al cliente)



LEYENDA:

- CL CELDA DE LINEA
- CP CELDA DE PROTECCION
- CM CELDA DE MEDIDA
- SECCIONADOR DE PUESTA A TIERRA
- INTERRUPTOR SECCIONADOR
- INDICADOR DE PRESENCIA DE TENSION
- INTERRUPTOR AUTOMATICO DE CORTE CON FUSIBLE
- TRANSFORMADOR DE INTENSIDAD
- TRANSFORMADOR TRIPOLAR DE TENSION

A cuadro general de distribución 400/230 V



Universidad Pública
de Navarra
Nafarroako
Unibertsitate Publikoa

E.T.S.I.I.T.

INGENIERIA TECNICA INDUSTRIAL ELECTRICA

DEPARTAMENTO:

PROYECTOS E
INGENIERIA RURAL

PROYECTO:

INSTALACION ELECTRICA Y C.T. DE NAVE INDUSTRIAL
DE TALLER DE MECANIZAZO

REALIZADO:

GUERRERO CASTIELLA XABIER

PLANO:

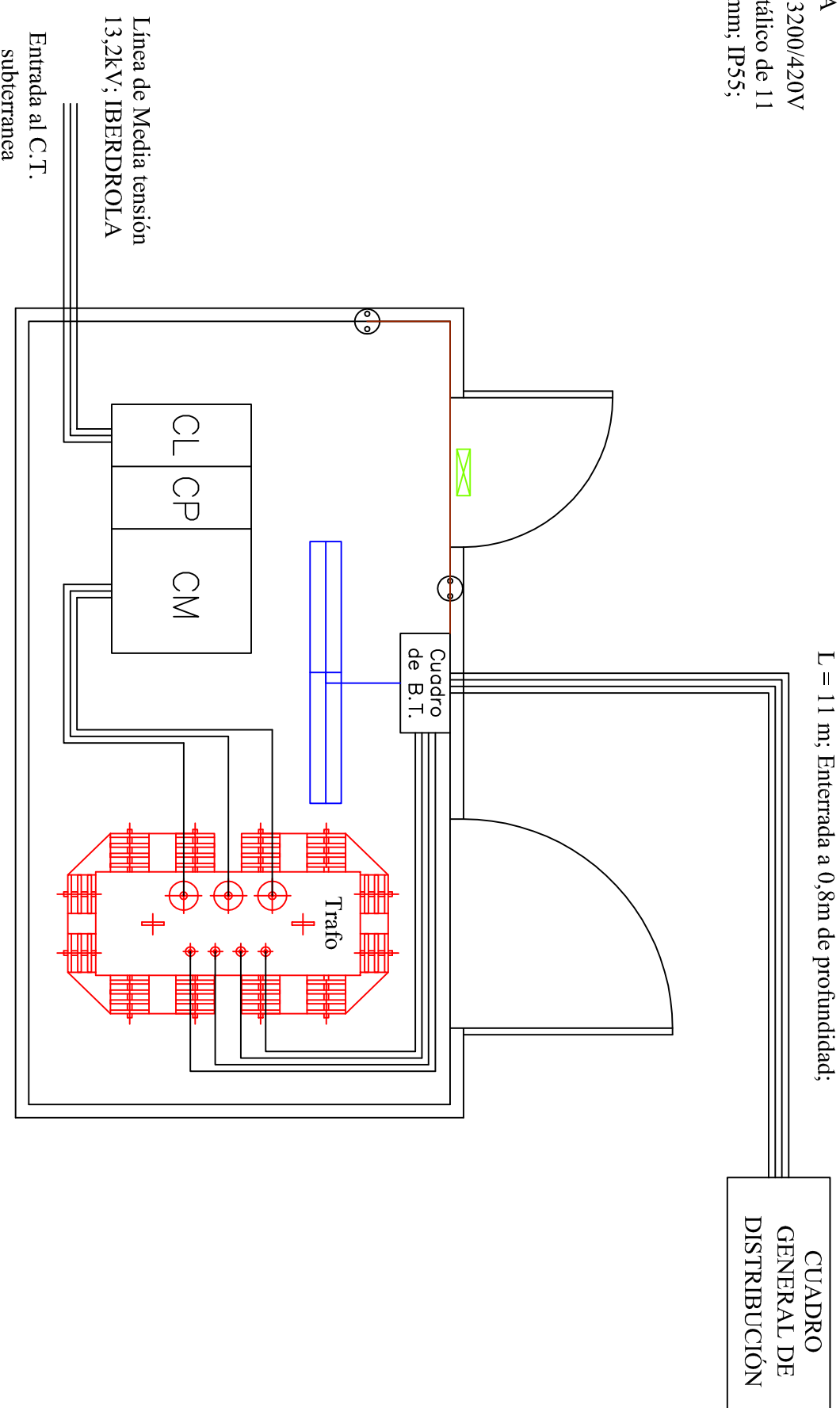
UNIFILAR CENTRO DE TRANSFORMACION

FIRMA:




FECHA: 23-04-12 ESCALA: S/E Nº PLANO: 11


CL: Celda de línea; Vn=24kV; In=400A
 CP: Celda de protección; Vn=24kV; In=400A
 CM: Celda de medida; Vn=24kV; In=400A
 TRAF0: Transformador de distribución; 13200/420V
 CUADRO BAJA TENSIÓN: Armario metálico de 11
 módulos, de dimensiones: 650x600x230mm; IP55;

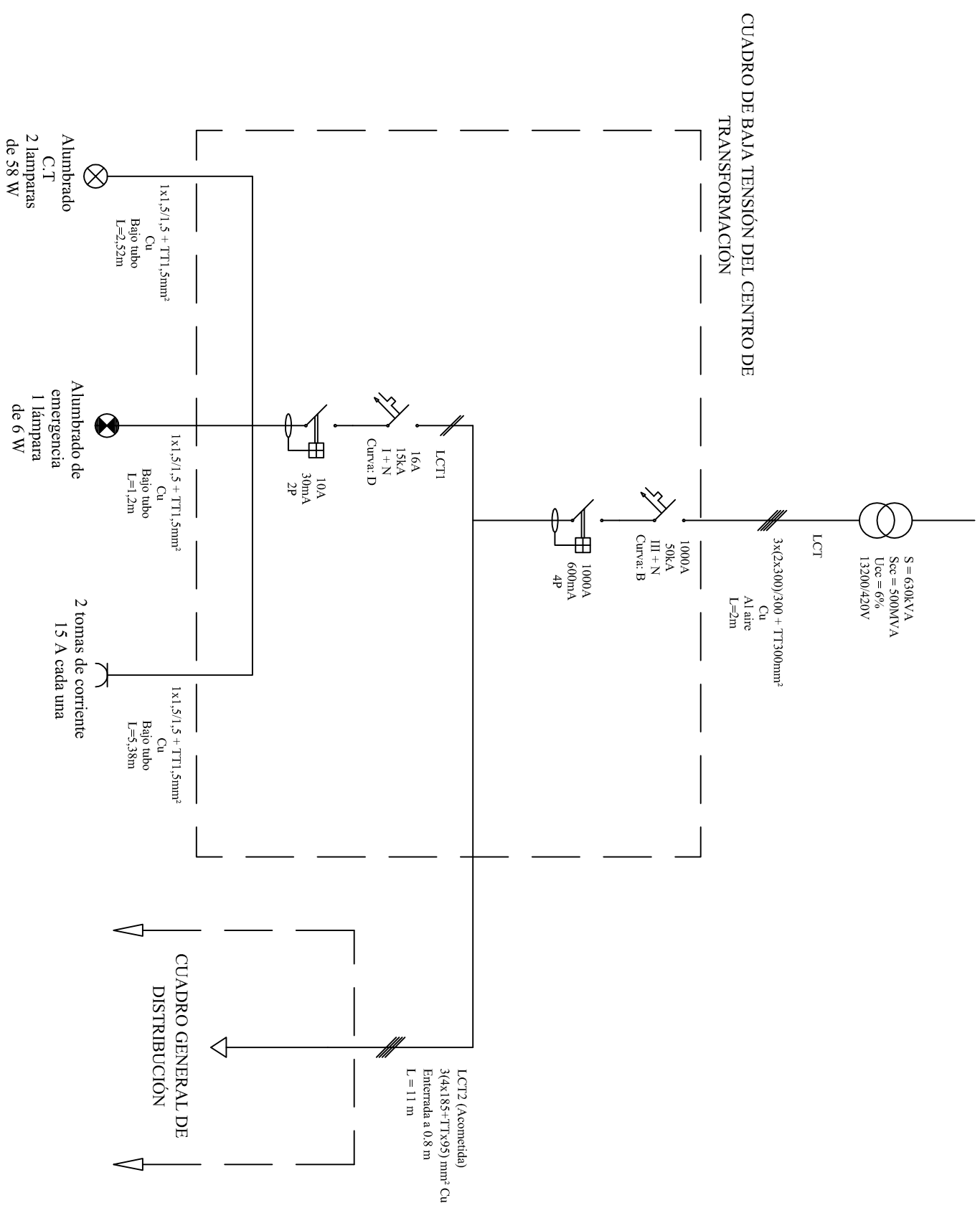
ACOMETIDA: 3x(4x185+TTx95)mm² Cu
 L = 11 m; Enterrada a 0,8m de profundidad;



LEYENDA


-  Luminaria para 2 lámparas fluorescentes de 58W;
h=2,29m; LCT1;
-  Luminaria de emergencia y señalización de 11W;
h=2,29m; LCT2;
-  Toma de corriente Monofásica 16A 2P + T

 Universidad Pública de Navarra Nafarroako Unibertsitate Publikoa	E.T.S.I.I.T. INGENIERIA TÉCNICA INDUSTRIAL ELÉCTRICA	DEPARTAMENTO: PROYECTOS E INGENIERIA RURAL
		REALIZADO: GUERRERO CASTIELLA XABIER
PROYECTO: INSTALACIÓN ELÉCTRICA Y C.T. DE NAVE INDUSTRIAL DE TALLER DE MECANIZAZO	FIRMA:	FECHA: 23-04-12
PLANO: DISTRIBUCION C. DE TRANSFORMACION	ESCALA: S/E	Nº PLANO: 12



LEYENDA

	Línea Monofásica
	Línea Trifásica
	Interruptor Automático Magnetotérmico
	Interruptor Diferencial
	Transformador 13200/400V
	Toma de Corriente Monofásica
	Receptor de alumbrado
	Receptor de alumbrado de emergencia


Universidad Pública de Navarra
Nafarroako Unibertsitate Publikoa

E.T.S.I.I.T.
 INGENIERIA TÉCNICA INDUSTRIAL ELÉCTRICA

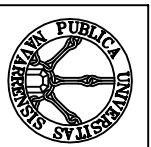
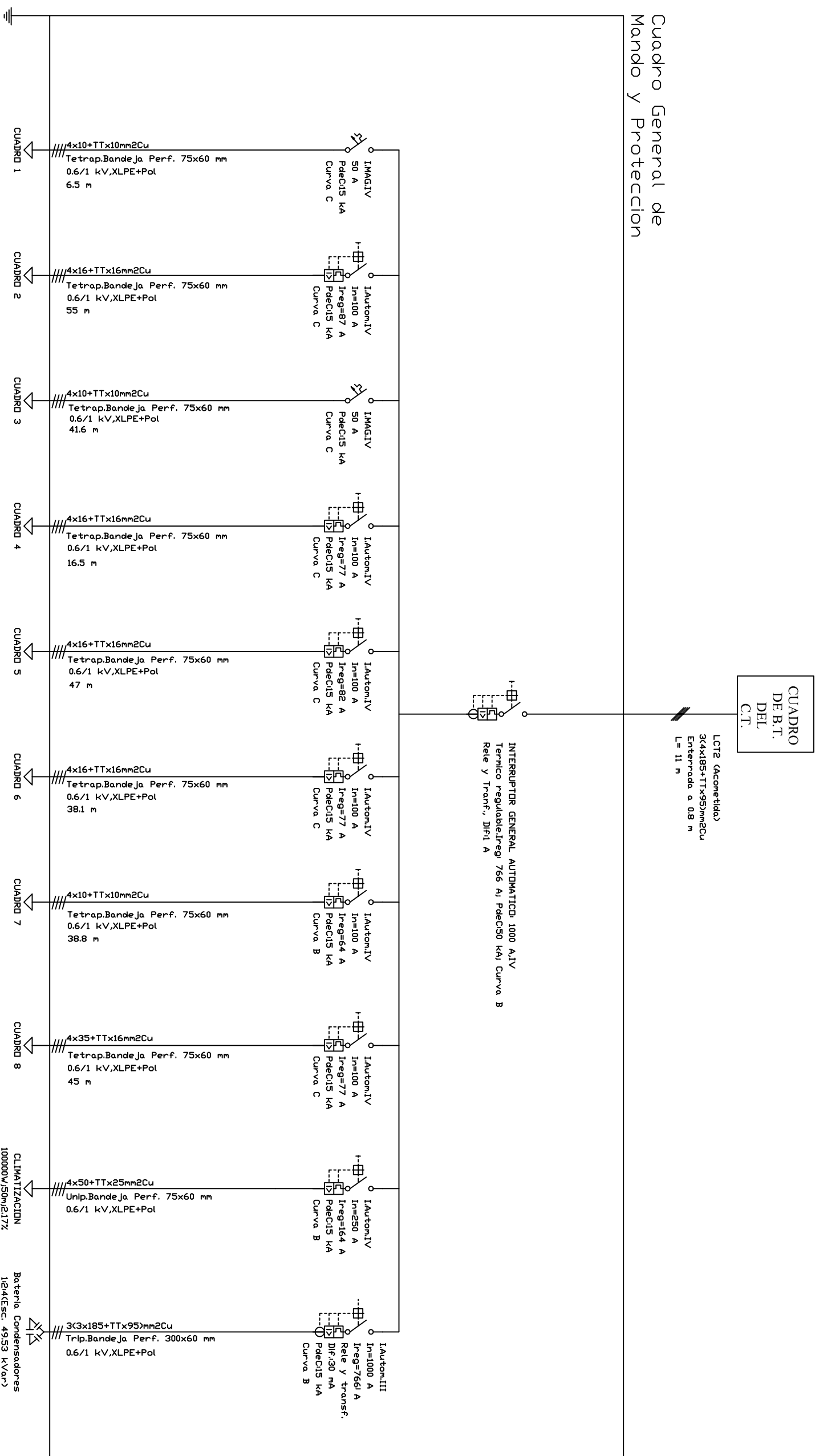
DEPARTAMENTO:
 PROYECTOS E INGENIERIA RURAL

PROYECTO:
 INSTALACIÓN ELÉCTRICA Y C.T. DE NAVE INDUSTRIAL DE TALLER DE MECANIZACIÓN

REALIZADO:
 GUERRERO CASTIELLA XABIER

PLANO: CUADRO DE BAJA TENSION		
FECHA:	ESCALA:	Nº PLANO
23-04-12	S/E	13

Cuadro General de
Mando y Protección



Universidad Pública
de Navarra
Nafarroako
Unibertsitate Publikoa

E.T.S.I.I.T.
INGENIERIA TÉCNICA INDUSTRIAL ELÉCTRICA

DEPARTAMENTO:
PROYECTOS E
INGENIERIA RURAL

PROYECTO:

INSTALACIÓN ELÉCTRICA Y C.T. DE NAVE INDUSTRIAL
DE TALLER DE MECANIZACIÓN

REALIZADO:

GUERRERO CASTIELLA XABIER

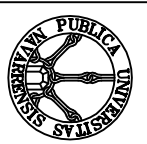
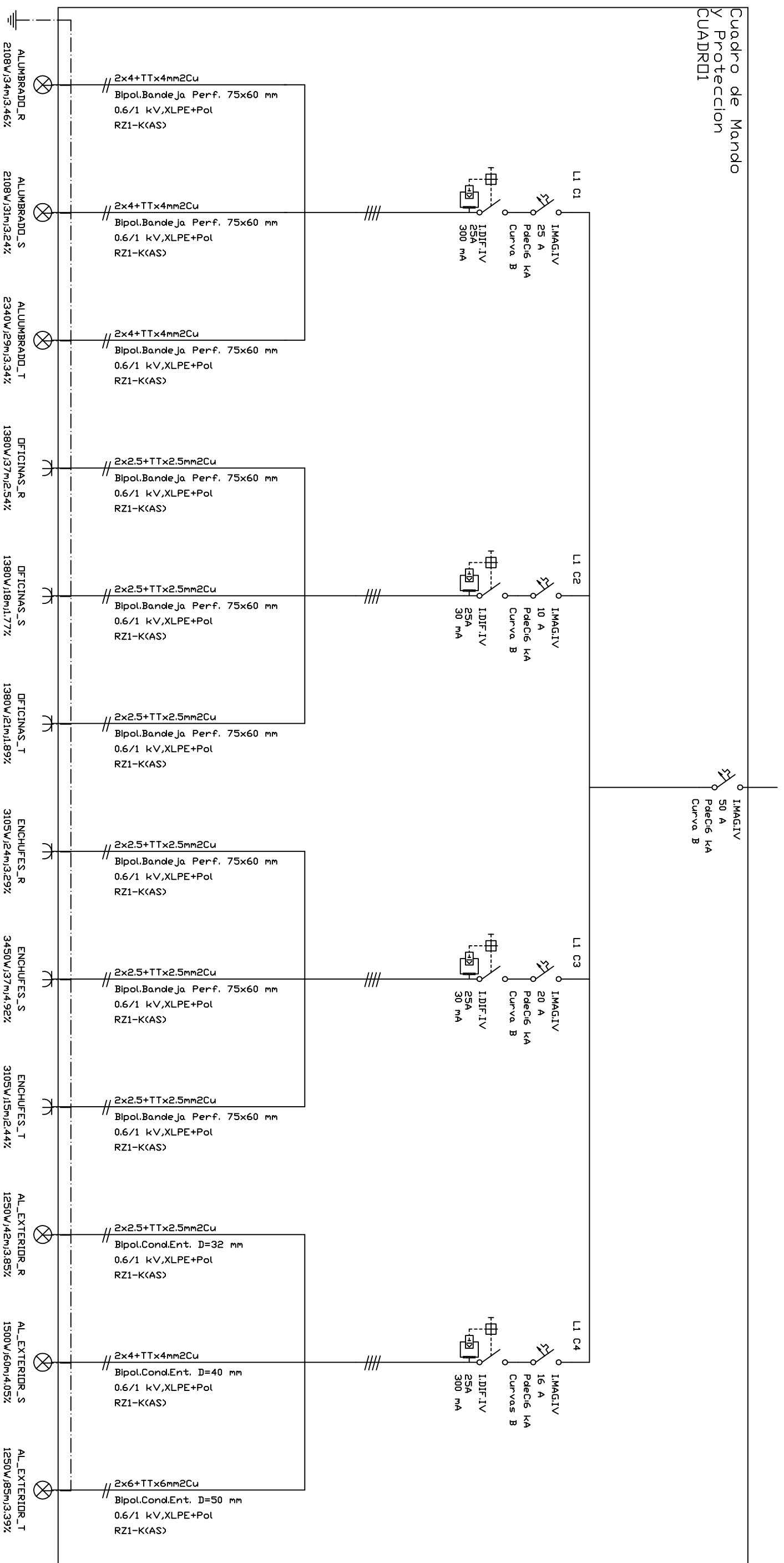
FIRMA:

PLANO:

CUADRO GENERAL DE DISTRIBUCION

FECHA:	23-04-12
ESCALA:	S/E
Nº PLANO:	14

Cuadro de Mando y Proteccion CUADR01



Universidad Pública de Navarra Nafarroako Unibertsitate Publikoa

E.T.S.I.I.T.
INGENIERIA TECNICA INDUSTRIAL ELECTRICA

DEPARTAMENTO: PROYECTOS E INGENIERIA RURAL

PROYECTO:

INSTALACION ELECTRICA Y C.T. DE NAVE INDUSTRIAL DE TALLER DE MECANIZAZO

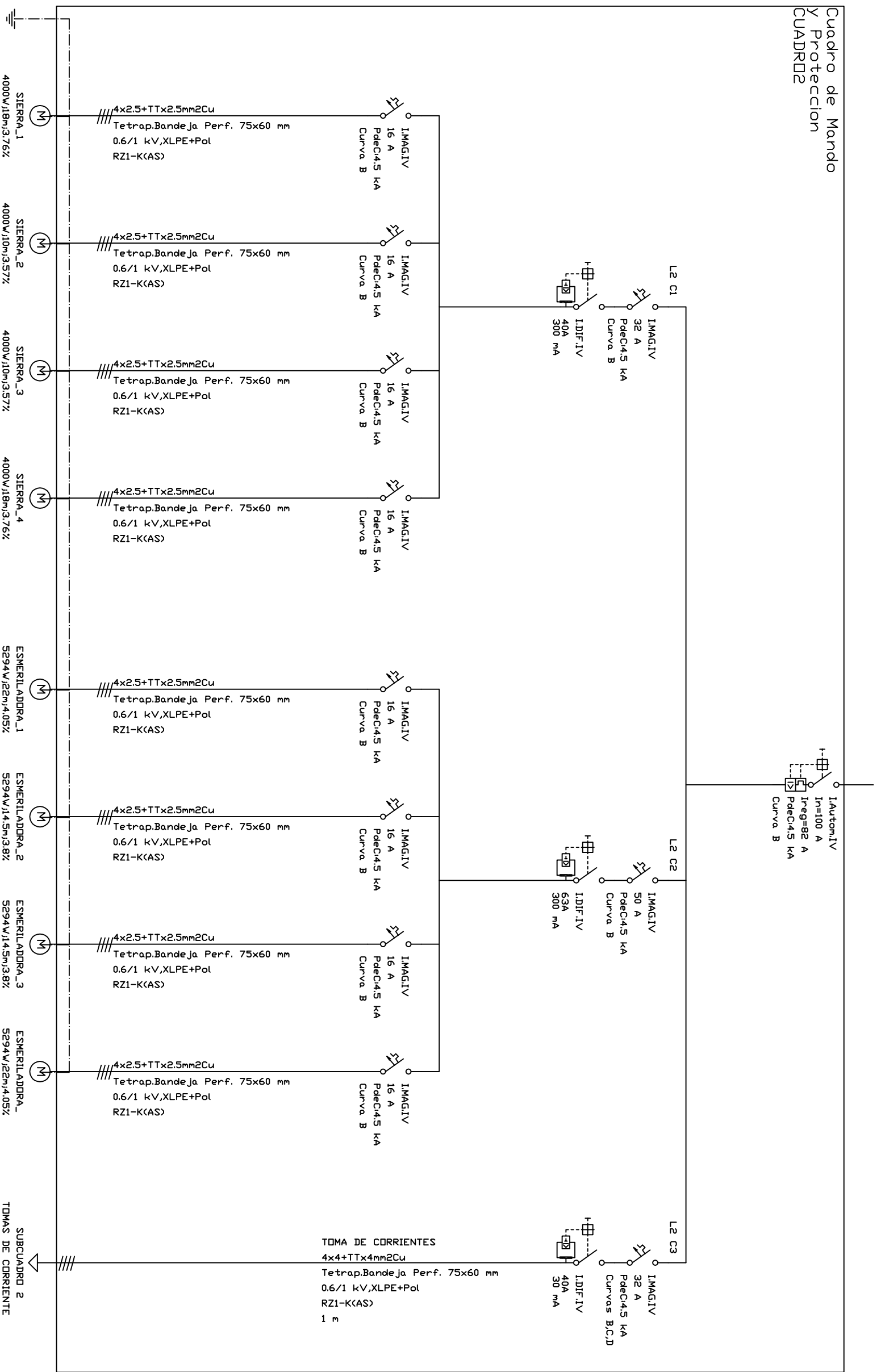
REALIZADO:

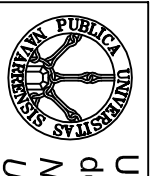
GUERRERO CASTIELLA XABIER
FIRMA:

PLANO: CUADRO AUXILIAR 1

FECHA: 23-04-12
ESCALA: S/E
Nº PLANO: 15

Cuadro de Mando y Protección
CUADRO 2



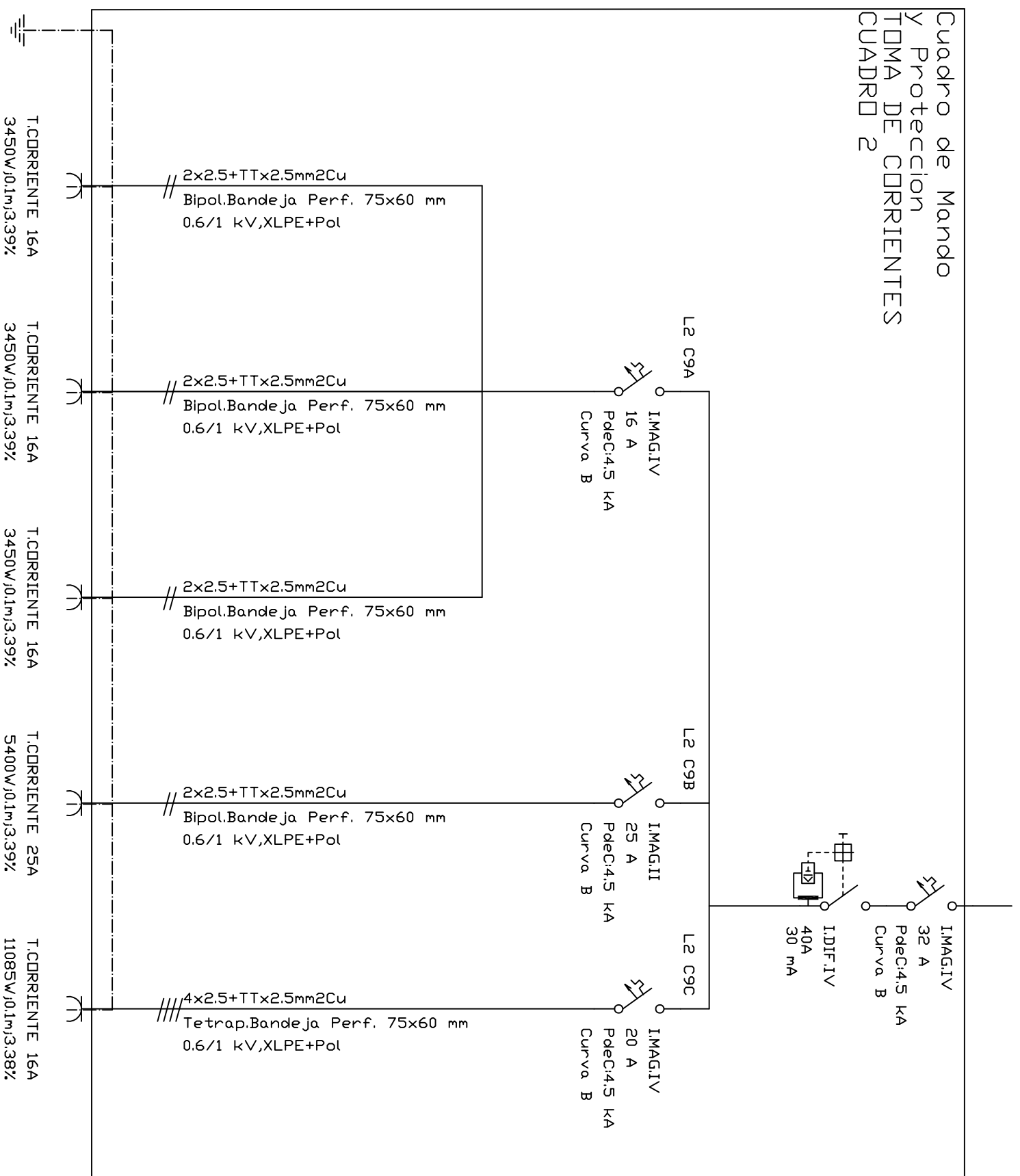
 Universidad Pública de Navarra Nafarroako Unibertsitate Publikoa	E.T.S.I.I.T. INGENIERIA TECNICA INDUSTRIAL ELECTRICA	DEPARTAMENTO: PROYECTOS E INGENIERIA RURAL
		REALIZADO: GUERRERO CASTIELLA XABIER

PROYECTO:
 INSTALACION ELECTRICA Y C.T. DE NAVE INDUSTRIAL DE TALLER DE MECANIZAZO

PLANO:
 CUADRO AUXILIAR 2

FECHA:	23-04-12
ESCALA:	S/E
Nº PLANO:	16

Cuadro de Mando
y Protección
TOMA DE CORRIENTES
CUADRO 2



Universidad Pública
de Navarra
Nafarroako
Unibertsitate Publikoa

E.T.S.I.I.T.
INGENIERIA TÉCNICA INDUSTRIAL ELÉCTRICA

DEPARTAMENTO:
PROYECTOS E
INGENIERIA RURAL

PROYECTO:

INSTALACIÓN ELÉCTRICA Y C.T. DE NAVE INDUSTRIAL
DE TALLER DE MECANIZACIÓN

REALIZADO:

GUERRERO CASTIELLA XABIER

FIRMA:

PLANO:

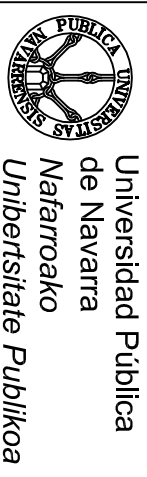
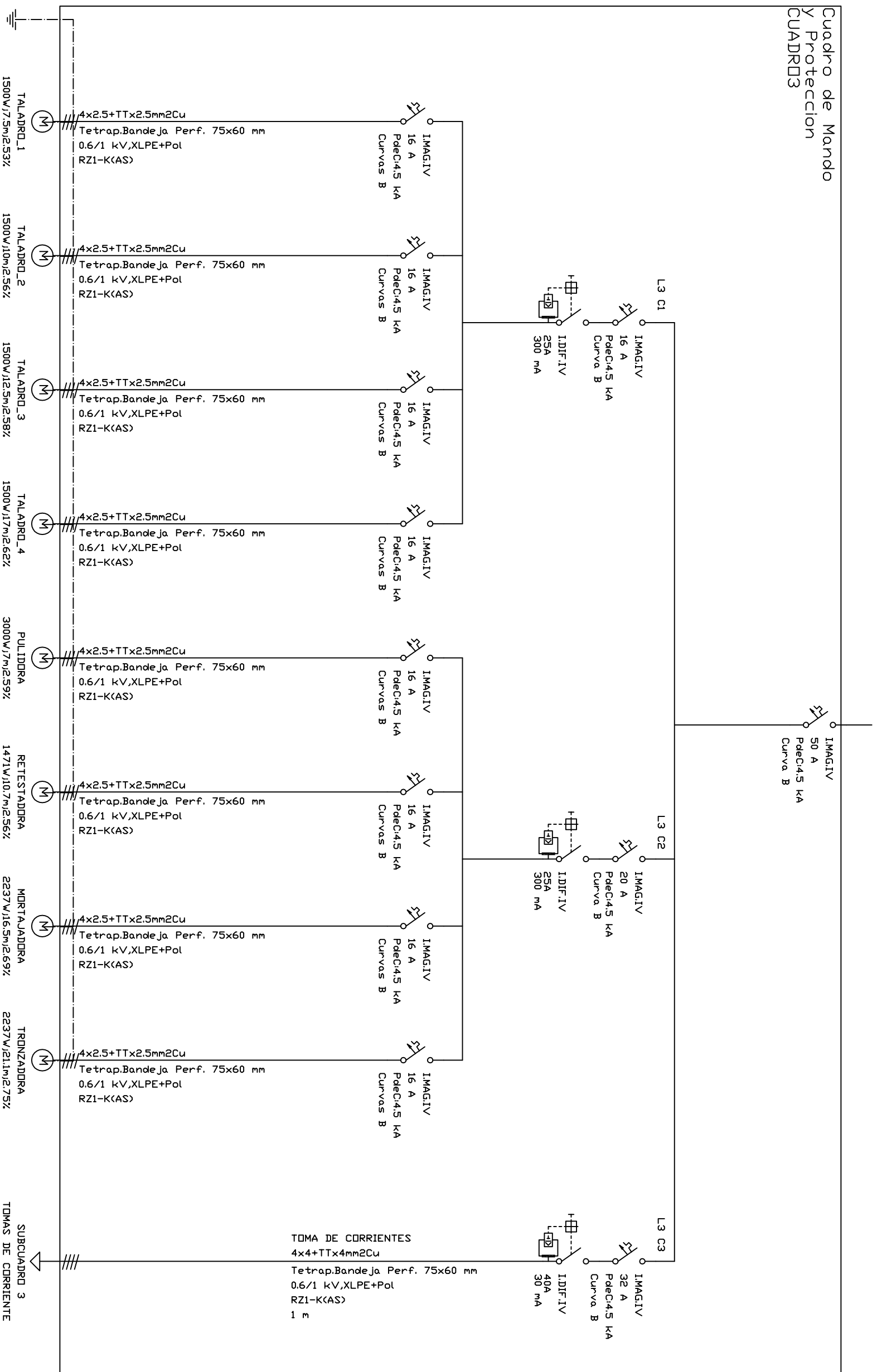
SUBCUADRO 2: TOMAS DE CORRIENTE

FECHA:
23-04-12

ESCALA:
S/E

Nº PLANO
17

Cuadro de Mando y Protección CUADRO3



Universidad Pública de Navarra
Nafarroako Unibertsitate Publikoa

DEPARTAMENTO:
PROYECTOS E INGENIERIA RURAL

PROYECTO:

INSTALACION ELECTRICA Y C.T. DE NAVE INDUSTRIAL DE TALLER DE MECANIZAZO

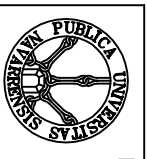
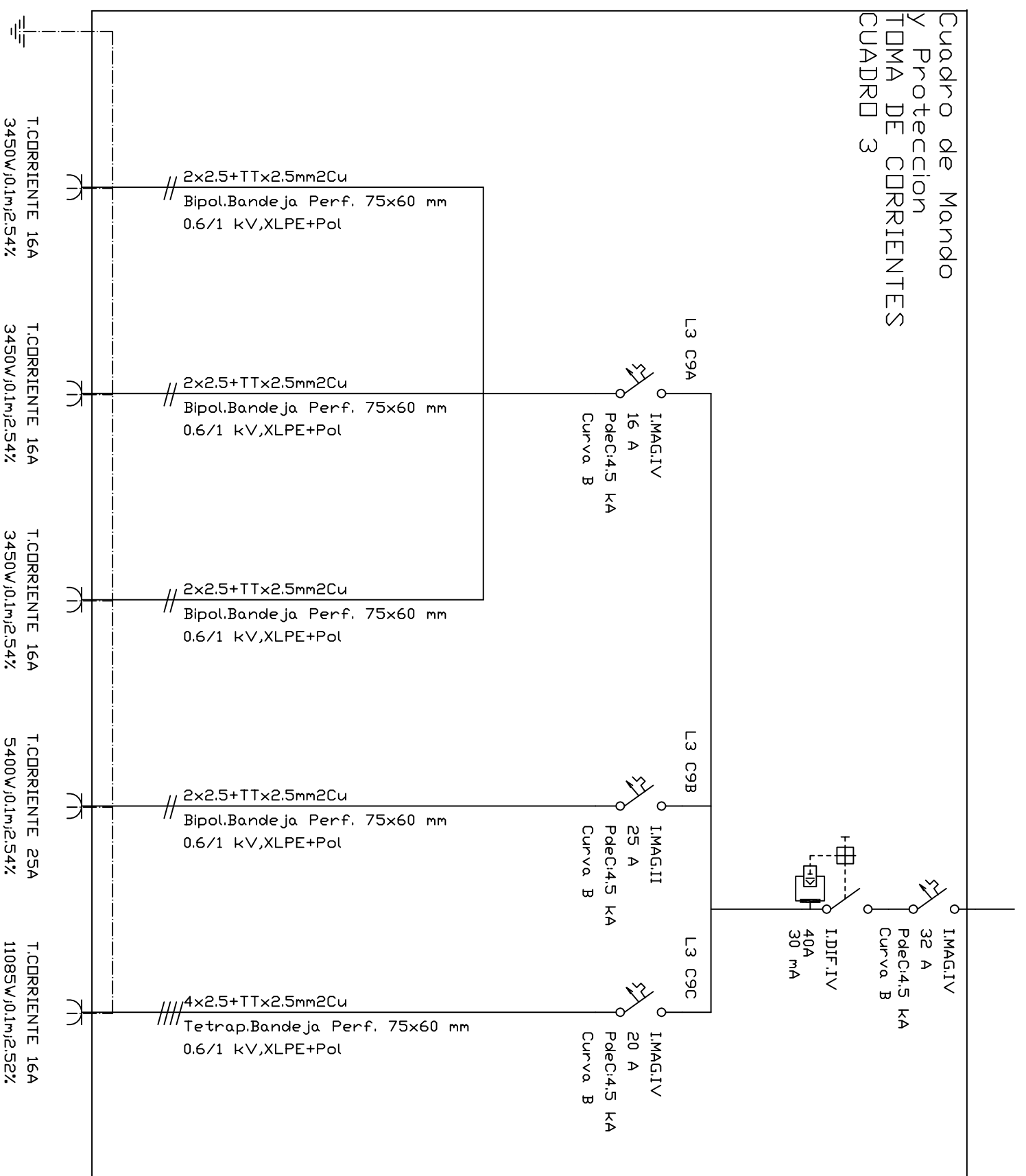
REALIZADO:

GUERRERO CASTIELLA XABIER
FIRMA:

PLANO:
CUADRO AUXILIAR 3

FECHA: 23-04-12
ESCALA: S/E
Nº PLANO: 18

Cuadro de Mando
y Proteccion
TOMA DE CORRIENTES
CUADRO 3



Universidad Pública
de Navarra
Nafarroako
Unibertsitate Publikoa

E.T.S.I.I.T.
INGENIERIA TECNICA INDUSTRIAL ELECTRICA

DEPARTAMENTO:
PROYECTOS E
INGENIERIA RURAL

PROYECTO:

INSTALACION ELECTRICA Y C.T. DE NAVE INDUSTRIAL
DE TALLER DE MECANIZAZO

REALIZADO:

GUERRERO CASTIELLA XABIER

FIRMA:

PLANO:

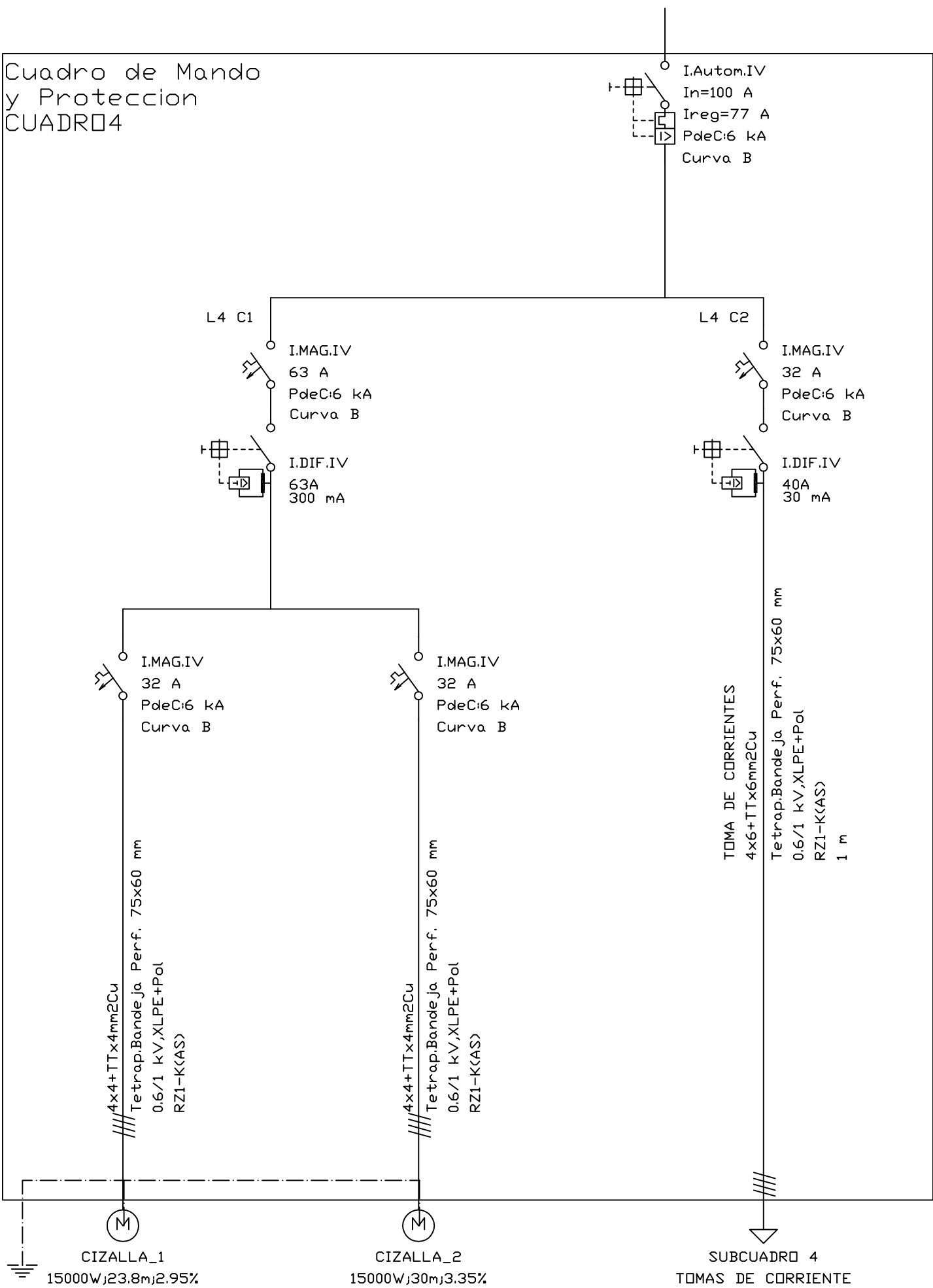
SUBCUADRO 3: TOMAS DE CORRIENTE


FECHA:
23-04-12

ESCALA:
S/E

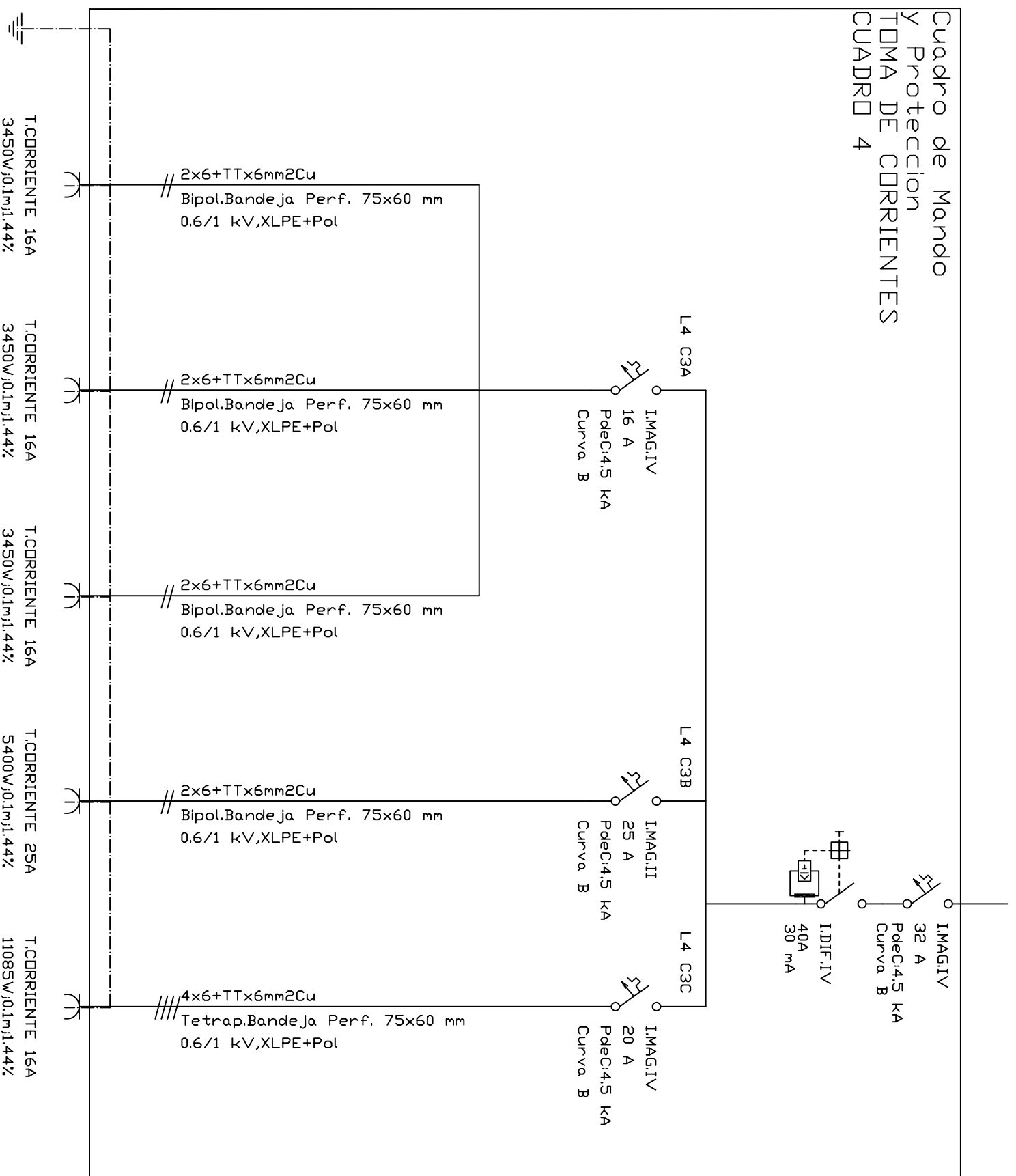
Nº PLANO
19

Cuadro de Mando y Protección
CUADRO 4



 Universidad Pública de Navarra Nafarroako Unibertsitate Publikoa	E.T.S.I.I.T. INGENIERIA TECNICA INDUSTRIAL ELECTRICA	DEPARTAMENTO: PROYECTOS E INGENIERIA RURAL
		REALIZADO: GUERRERO CASTIELLA XABIER
PROYECTO: INSTALACION ELECTRICA Y C.T. DE NAVE INDUSTRIAL DE TALLER DE MECANIZAZO	PLAN: CUADRO AUXILIAR 4	FECHA: 23-04-12
FIRMA:	ESCALA: S/E	Nº PLANO: 20

Cuadro de Mando
y Protección
TOMA DE CORRIENTES
CUADRO 4




T.CORRIENTE 16A
3450W/0.1m Ω 1.44%

T.CORRIENTE 16A
3450W/0.1m Ω 1.44%

T.CORRIENTE 16A
3450W/0.1m Ω 1.44%

T.CORRIENTE 25A
5400W/0.1m Ω 1.44%

T.CORRIENTE 16A
11085W/0.1m Ω 1.44%

 Universidad Pública de Navarra Nafarroako Unibertsitate Publikoa	E.T.S.I.I.T.
	INGENIERIA TECNICA INDUSTRIAL ELECTRICA

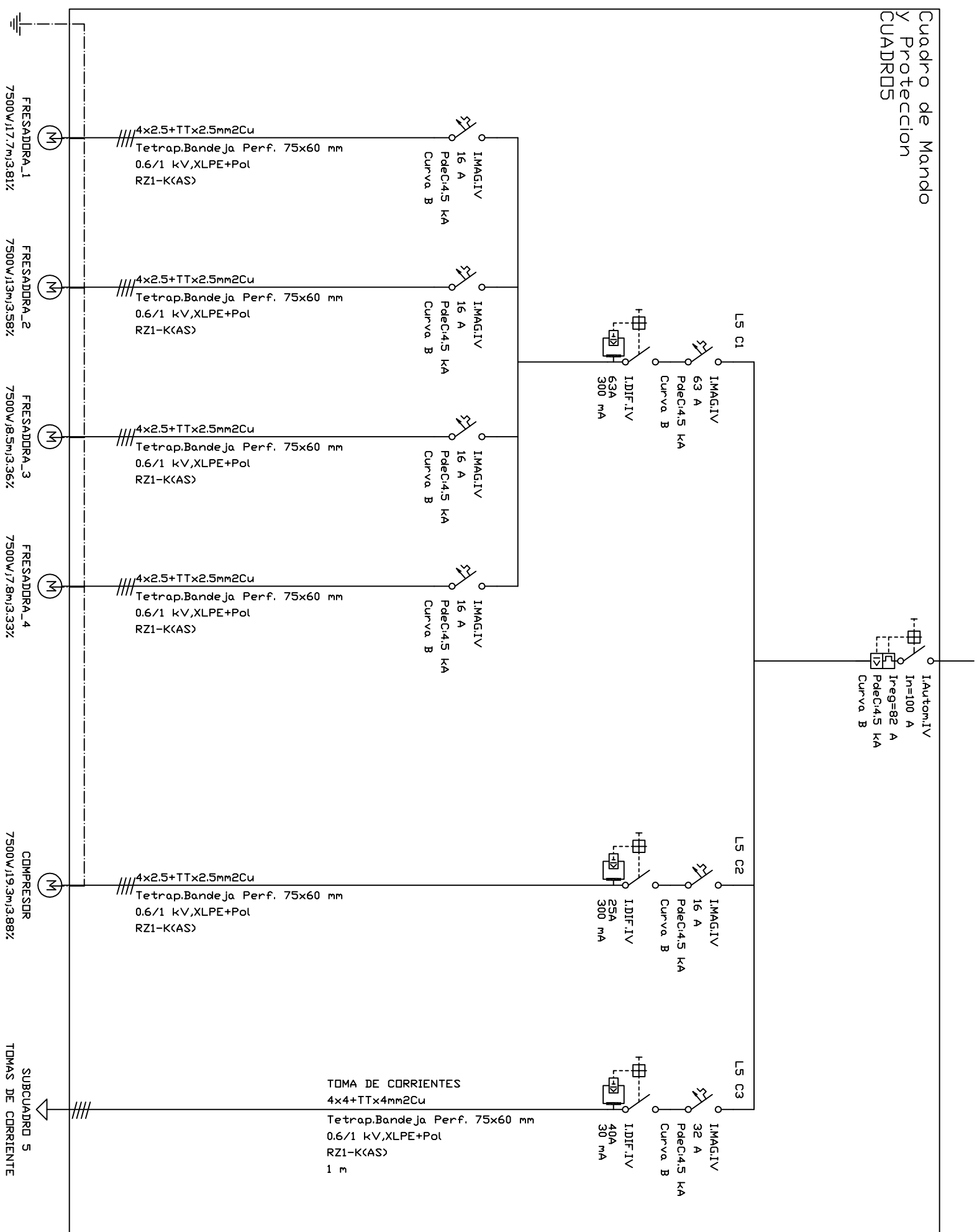
DEPARTAMENTO: PROYECTOS E INGENIERIA RURAL	REALIZADO: GUERRERO CASTIELLA XABIER
--	---

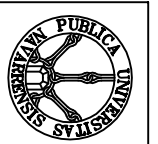
PROYECTO:
 INSTALACION ELECTRICA Y C.T. DE NAVE INDUSTRIAL
 DE TALLER DE MECANIZAZO

FIRMA:

PLANO: SUBCUADRO 4: TOMAS DE CORRIENTE	FECHA: 23-04-12	ESCALA: S/E	Nº PLANO: 21
---	--------------------	----------------	-----------------

Cuadro de Mando y Protección CUADROS



 Universidad Pública de Navarra Nafarroako Unibertsitate Publikoa	E.T.S.I.I.T. INGENIERIA TECNICA INDUSTRIAL ELECTRICA

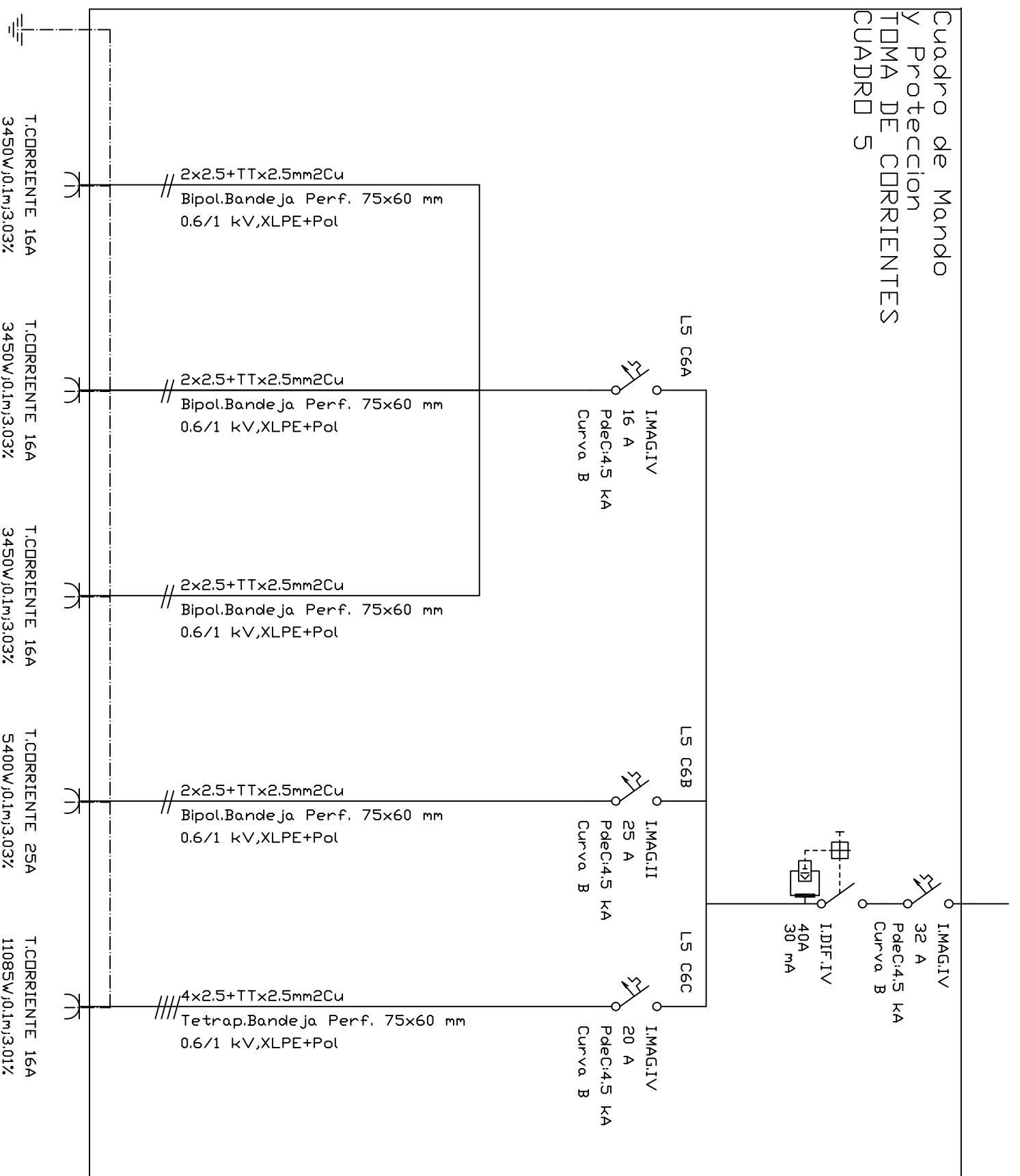
PROYECTO:
 INSTALACION ELECTRICA Y C.T. DE NAVE INDUSTRIAL DE TALLER DE MECANIZAZO

PLANO:
 CUADRO AUXILIAR 5

REALIZADO:
 GUERRERO CASTIELLA XABIER

FECHA: 23-04-12
 ESCALA: S/E
 Nº PLANO: 22

Cuadro de Mando
y Protección
TOMA DE CORRIENTES
CUADRO 5



Universidad Pública
de Navarra
Nafarroako
Unibertsitate Publikoa

E.T.S.I.I.T.
INGENIERIA TÉCNICA INDUSTRIAL ELÉCTRICA

DEPARTAMENTO:
PROYECTOS E
INGENIERIA RURAL

PROYECTO:

INSTALACIÓN ELÉCTRICA Y C.T. DE NAVE INDUSTRIAL
DE TALLER DE MECANIZACIÓN

REALIZADO:

GUERRERO CASTIELLA XABIER

FIRMA:

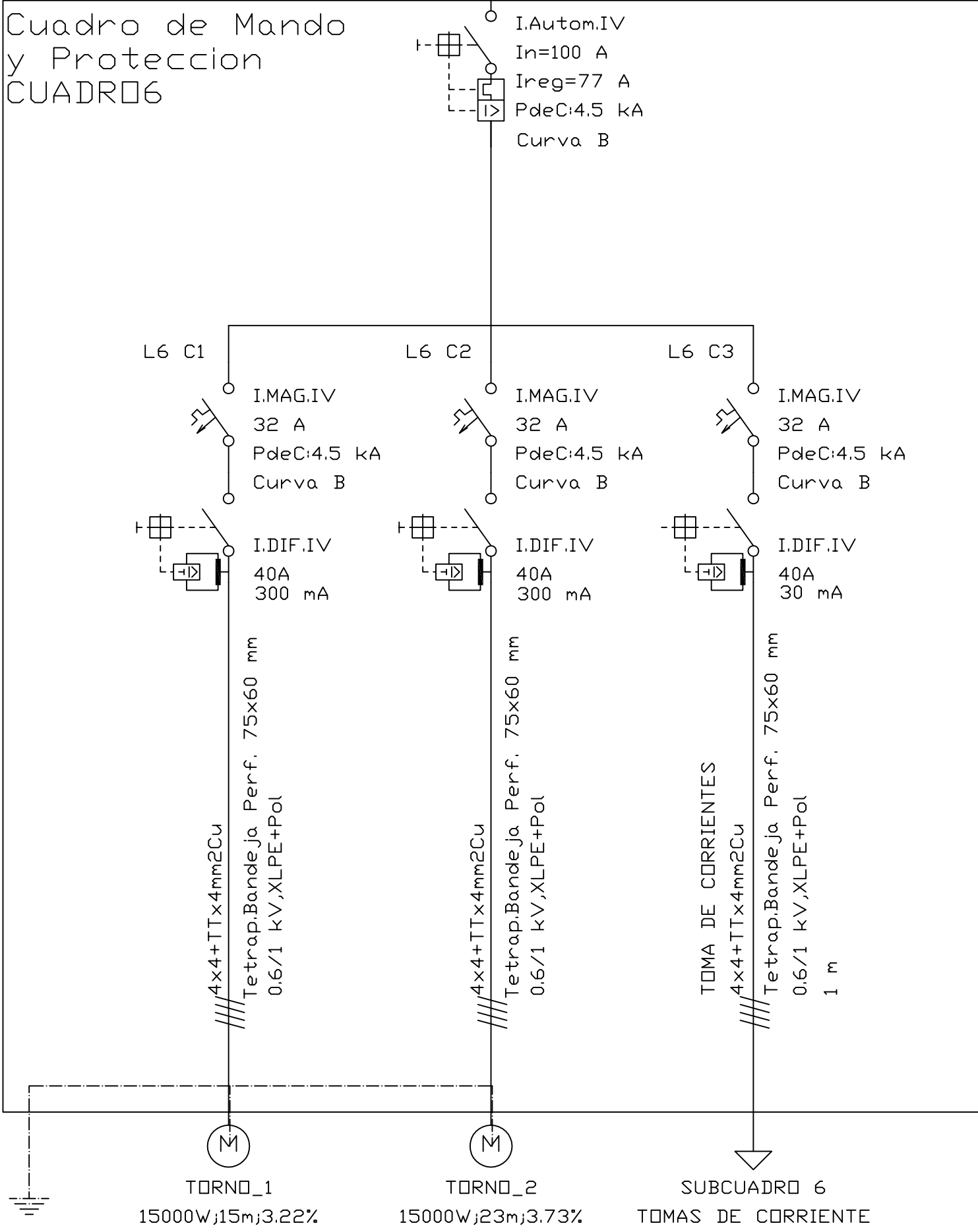
PLANO:


SUBCUADRO 5: TOMAS DE CORRIENTE

FECHA:
23-04-12

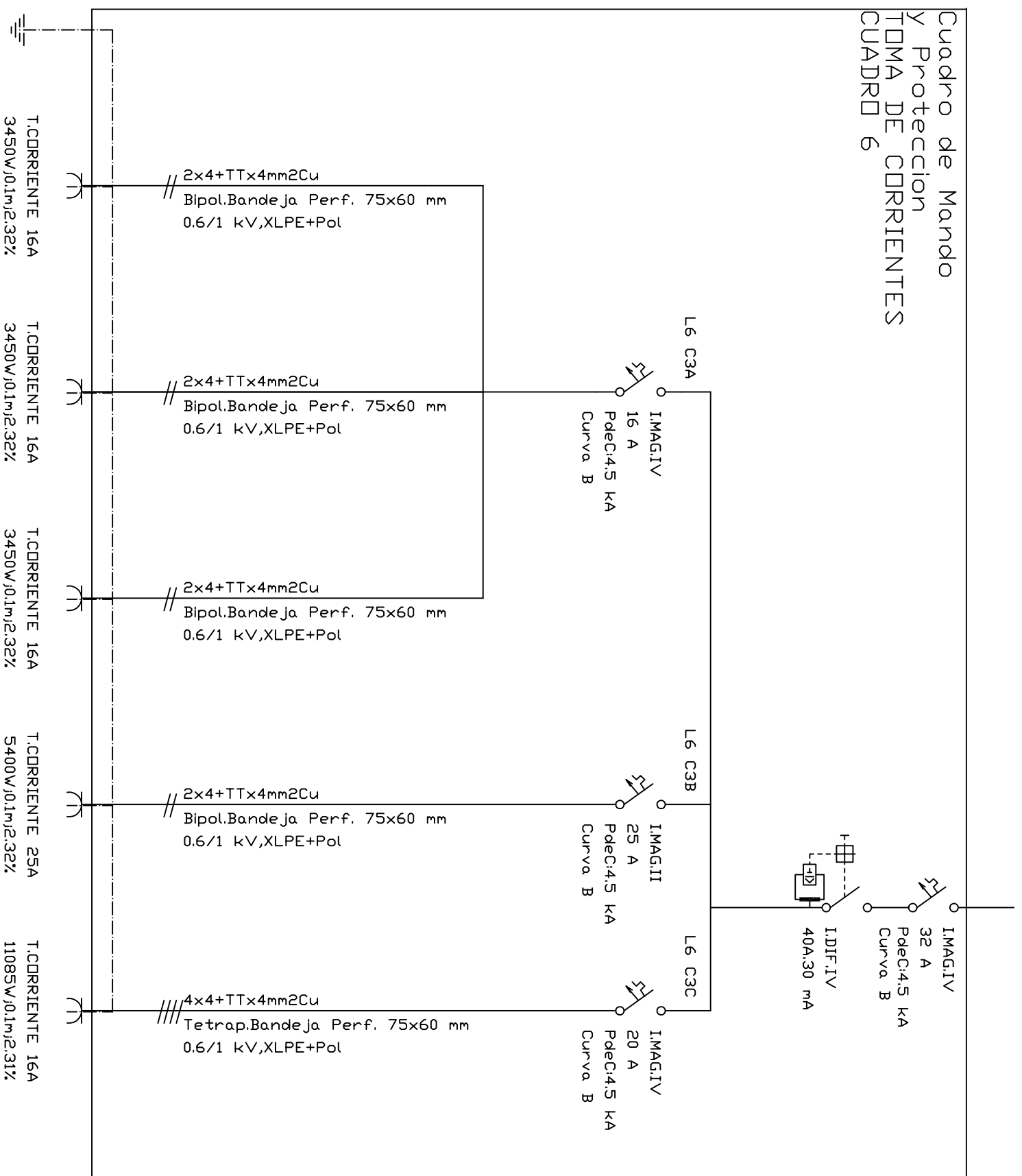
ESCALA:
S/E

Nº PLANO
23



 Universidad Pública de Navarra Nafarroako Unibertsitate Publikoa	E.T.S.I.I.T.	DEPARTAMENTO: PROYECTOS E INGENIERIA RURAL	
	INGENIERIA TECNICA INDUSTRIAL ELECTRICA	REALIZADO: GUERRERO CASTIELLA XABIER	
PROYECTO: INSTALACION ELECTRICA Y C.T. DE NAVE INDUSTRIAL DE TALLER DE MECANIZAZO		FIRMA:	
PLANO: CUADRO AUXILIAR 6	FECHA: 23-04-12	ESCALA: S/E	Nº PLANO: 24

Cuadro de Mando
y Proteccion
TOMA DE CORRIENTES
CUADRO 6



Universidad Pública
de Navarra
Nafarroako
Unibertsitate Publikoa

E.T.S.I.I.T.
INGENIERIA TECNICA INDUSTRIAL ELECTRICA

DEPARTAMENTO:
PROYECTOS E
INGENIERIA RURAL

PROYECTO:

INSTALACION ELECTRICA Y C.T. DE NAVE INDUSTRIAL
DE TALLER DE MECANIZAZO

REALIZADO:

GUERRERO CASTIELLA XABIER

FIRMA:

PLANO:

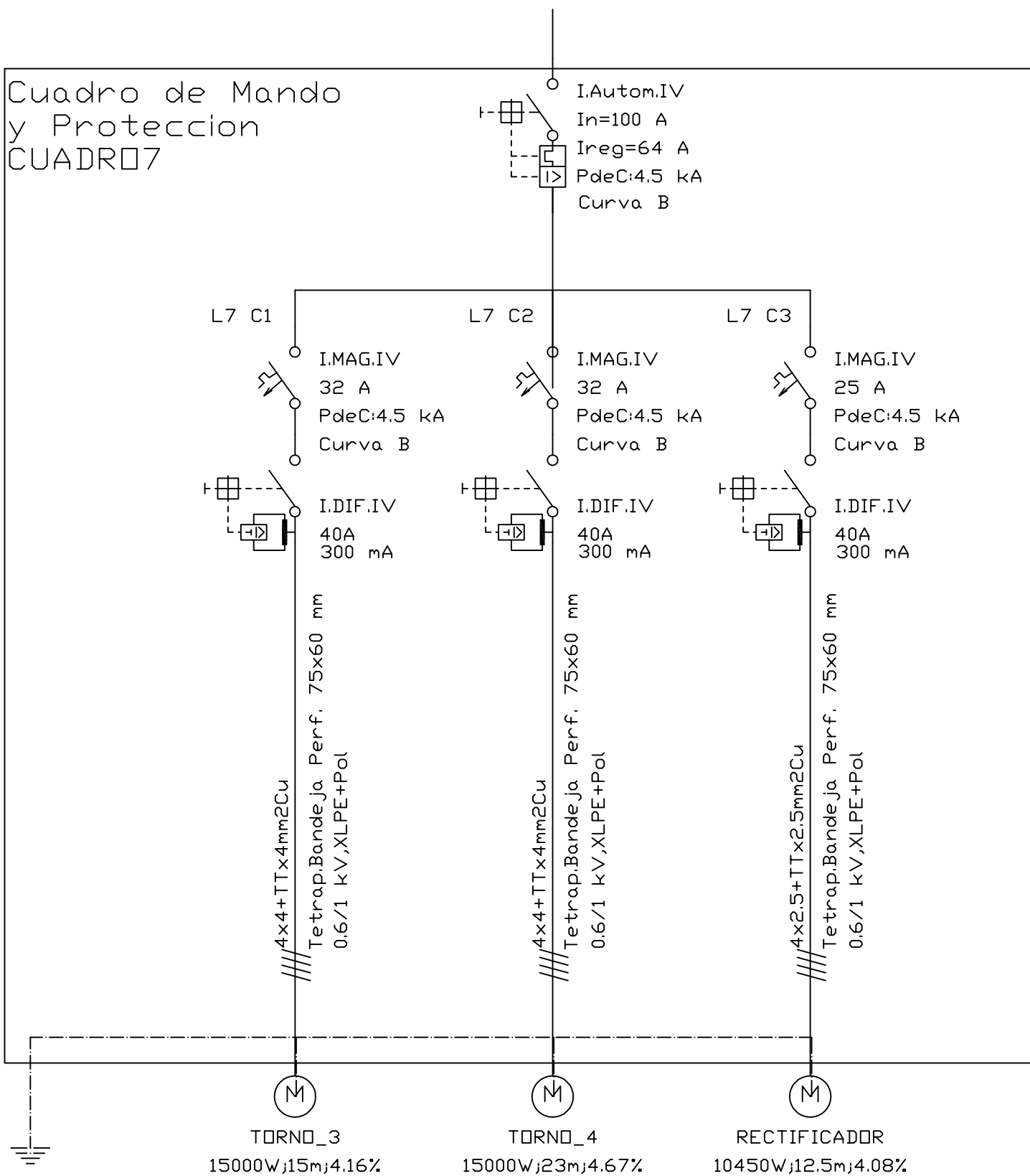
SUBCUADRO 6: TOMAS DE CORRIENTE

FECHA:
23-04-12

ESCALA:
S/E

Nº PLANO
25

Cuadro de Mando y Proteccion
CUADRO 7



Universidad Pública
de Navarra
Nafarroako
Unibertsitate Publikoa

E.T.S.I.I.T.
INGENIERIA TÉCNICA INDUSTRIAL ELÉCTRICA

DEPARTAMENTO:
PROYECTOS E
INGENIERIA RURAL

PROYECTO:

INSTALACIÓN ELÉCTRICA Y C.T. DE NAVE INDUSTRIAL
DE TALLER DE MECANIZADO

REALIZADO:

GUERRERO CASTIELLA XABIER
FIRMA:

PLANO:

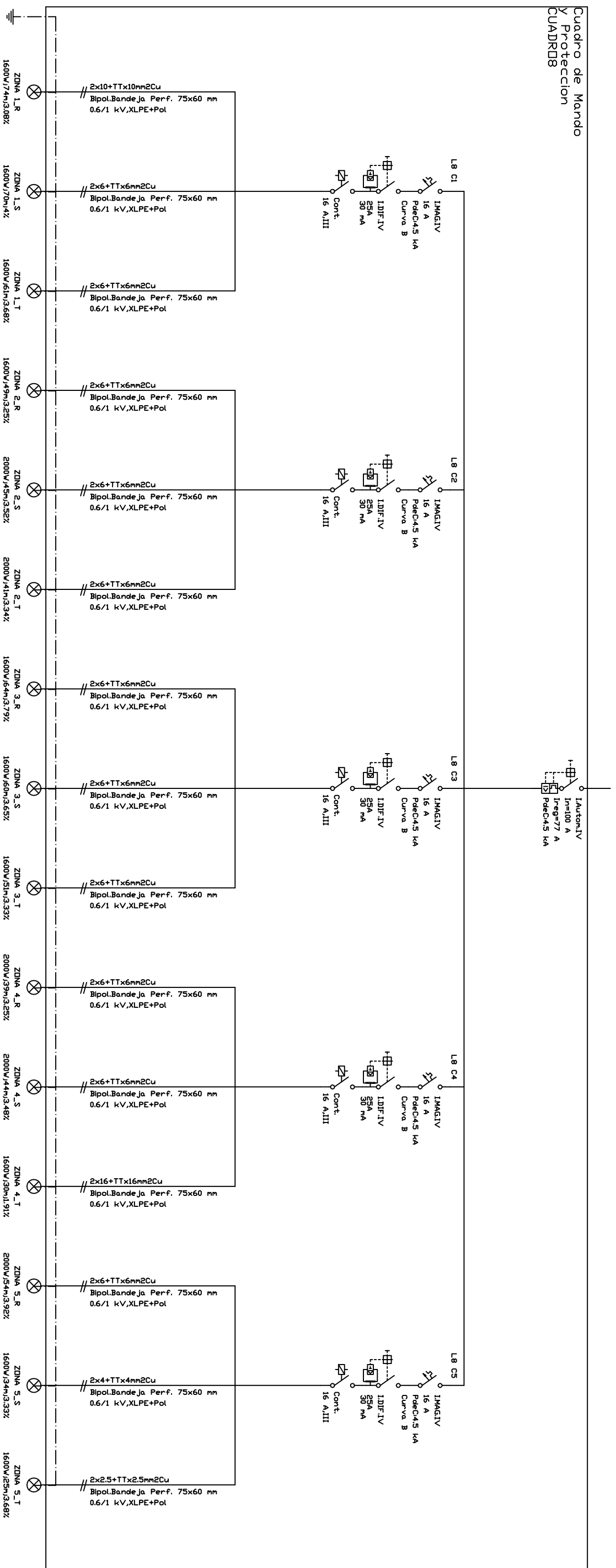
CUADRO AUXILIAR 7


FECHA:
23-04-12

ESCALA:
S/E

Nº PLANO
26

Cuadro de Mando y Protección
CUADRO 8



 Universidad Pública de Navarra Nafarroako Unibertsitate Publikoa	E.T.S.I.I.T. INGENIERIA TECNICA INDUSTRIAL ELECTRICA
	DEPARTAMENTO: PROYECTOS E INGENIERIA RURAL

PROYECTO:
 INSTALACION ELECTRICA Y C.T. DE NAVE INDUSTRIAL
 DE TALLER DE MECANIZAZO

PLANO:
 CUADRO 8

FECHA:	23-04-12
ESCALA:	S/E
Nº PLANO:	27



ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE INGENIEROS INDUSTRIALES Y DE TELECOMUNICACIÓN

Titulación:

INGENIERO TÉCNICO INDUSTRIAL ELÉCTRICO

Título del proyecto:

“INSTALACIÓN ELÉCTRICA DE BAJA TENSIÓN Y
CENTRO DE TRANSFORMACIÓN DE UNA NAVE
INDUSTRIAL”

4. PLIEGO DE CONDICIONES

Alumno: Xabier Guerrero Castiella

Tutor: José Javier Crespo Ganuza

Pamplona, Abril de 2012



ÍNDICE

4.1 Objeto	4
4.2 Condiciones generales	4
4.2.1 Normas generales	4
4.2.2 Ámbito de aplicación	4
4.2.3 Conformidad o variación de las condiciones	4
4.2.4 Rescisión	4
4.2.5 Condiciones generales	4
4.3 Condiciones de la ejecución	5
4.3.1 Datos de la obra	5
4.3.2 Obras que comprende	5
4.3.3 Mejoras y variaciones del proyecto	5
4.3.4 Personal	5
4.3.5 Condiciones de pago	6
4.4 Condiciones particulares	7
4.4.1 Disposiciones aplicables	7
4.4.2 Contradicciones y omisiones del proyecto	7
4.4.3 Prototipos	7
4.5 Normativa general	8
4.6 Conductores	9
4.6.1 Materiales	9
4.6.2 Redes aéreas para distribución de energía eléctrica	9
4.6.3 Sección de los conductores. Caídas de tensión	10
4.7 Receptores	11
4.7.1 Condiciones generales de la instalación	11
4.7.2 Conexión de receptores	11
4.7.3 Receptores de alumbrado. Instalación	12
4.7.4 Receptores a motor. Instalación	12
4.7.5 Aparatos de caldeo. Instalación	12
4.8 Protección contra sobreintensidades y sobretensiones	13
4.8.1 Protección de las instalaciones	13
4.8.2 Situación de los dispositivos de protección	13
4.8.3 Características de los dispositivos de protección	13
4.9 Protección contra contactos directos e indirectos	14
4.9.1 Protección contra contactos directos	14



4.9.2 Protección contra contactos indirectos.....	14
4.9.3 Puesta a tierra de las masas y dispositivos de corte por intensidad de defecto.....	15
4.10. Alumbrados especiales.....	16
4.10.1 Alumbrado de emergencia	16
4.10.2 Alumbrado de señalización.....	16
4.10.3 Locales con alumbrados especiales	16
4.10.4 Fuentes propias de energía.....	17
4.10.5 Instrucciones complementarias	17
4.11. Local	17
4.11.1 Prescripciones de carácter general	17
4.12. Mejoramiento del factor de potencia.....	18
4.13. Puestas a tierra	19
4.13.1 Objeto de la puesta a tierra	19
4.13.2 Definición.....	19
4.13.3 Partes que comprende la puesta a tierra	19
4.13.4 Electrodo. Naturaleza. Constitución. Dimensiones.....	20
4.13.5 Resistencia de tierra	21
4.13.6 Características y condiciones de instalación de las líneas de enlace con tierra, de las líneas principales de tierra y de sus derivaciones.....	21
4.13.7 Separación entre las tomas de tierra de las masas, de las instalaciones de utilización y de las masas de un centro de transformación.....	22
4.13.8 Revisión de las tomas de tierra.....	23



4.1 OBJETO

El objeto de este pliego de condiciones es, establecer las exigencias que deben satisfacer los materiales, el montaje y la realización de las obras de la instalación eléctrica de baja tensión y el centro de transformación de una nave industrial dedicada a la elaboración de todo tipo de materiales metalúrgicos y el tratado y corrección de dichos materiales. Dicha nave se encuentra situada en el municipio de Berrioplano polígono 23 , parcela 437 en la población de Aizoain en la provincia de Navarra.

4.2 CONDICIONES GENERALES

4.2.1 NORMAS GENERALES

Todas las instalaciones que se realicen en el desarrollo del presente proyecto, deberán cumplir lo preceptuado en el Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión, así como la reglamentación complementaria, deberán cumplir el Reglamento Electrotécnico para Centros de Transformación de Iberdrola (compañía suministradora).

4.2.2 ÁMBITO DE APLICACIÓN

Se aplicará todo lo expuesto en el presente pliego de condiciones en las obras de suministro y colocación de todas y cada una de las piezas o unidades de obra necesarias para efectuar debidamente la instalación eléctrica de la nave industrial anteriormente descrita.

4.2.3 CONFORMIDAD O VARIACIÓN DE LAS CONDICIONES

Se aplicarán estas condiciones para todas las obras incluidas en el apartado anterior, entendiéndose que el contratista, conoce estos pliegos, no admitiéndose otras modificaciones más que aquellas que pudiera introducir el autor del proyecto.

4.2.4 RESCISIÓN

Si la ejecución de las obras no fuera efectuada, o si el material presentado no reuniese las condiciones necesarias, se podrá proceder a la rescisión del contrato con pérdida de la fianza.

En este caso se fijará un plazo para tomar las medidas cuya paralización pudiera perjudicar las obras sin que durante este plazo se empiecen más trabajos.

No se abandonarán los acopios que se hubieran efectuado.

4.2.5 CONDICIONES GENERALES

El contratista deberá cumplir cuantas disposiciones vigentes hubiera de carácter social y de protección a la empresa nacional.

4.3 CONDICIONES GENERALES DE EJECUCIÓN



4.3.1 DATOS DE OBRA

Se entregará al contratista una copia de los planos, memoria y pliego de condiciones, así como cuantos planos o datos necesite la completa ejecución de la obra.

El contratista podrá tomar nota o sacar copia, a su costa, del presupuesto y anexos del proyecto, así como segundas copias de todos los documentos.

4.3.2 OBRAS QUE COMPRENDE

Las obras se ejecutan conforme al proyecto, a las condiciones contenidas en este pliego de condiciones y el particular, si lo hubiere, y de acuerdo con las normas de la empresa suministradora.

El contratista, salvo aprobación por escrito del director de obra, no podrá hacer ninguna modificación de cualquier naturaleza, tanto en la ejecución de las obras en relación con el proyecto, como en las condiciones técnicas específicas.

Las obras que comprende este proyecto, abarcan el suministro e instalación de los materiales precisos para efectuar la instalación eléctrica de la nave industrial, considerando nave industrial a las oficinas, almacenes, nave propiamente dicha, locales no nombrados que se encuentren dentro de la propiedad, así como el centro de transformación.

Las labores comprendidas son las siguientes.

- a) Los transportes necesarios, tanto para la traída de materiales, como para el envío de estos fuera de la zona.
- b) Suministros de todo material necesario para las instalaciones.
- c) Ejecución de los trabajos necesarios para la instalación de todo lo reseñado:
 - Colocación de luminarias.
 - Colocación de cableado.
 - Instalación de las protecciones eléctricas.
 - Colocación de bandejas y tubos protectores para cableado.
 - Ejecución del centro de transformación.

4.3.3 MEJORAS Y VARIACIONES DEL PROYECTO

No se considerarán como mejoras o variaciones del proyecto nada más que aquellas que hayan sido ordenadas expresamente, por escrito, por el director de obra y convenido el precio antes de proceder a su ejecución.

Las obras accesorias o delicadas, no incluidas en los precios de adjudicación, podrán ejecutarse con personal independientemente del contratista.

4.3.4 PERSONAL

El contratista no podrá utilizar en los trabajos, persona, que no sea de su exclusiva cuenta y cargo, salvo la excepción del apartado anterior. Igualmente, será de su exclusiva cuenta y cargo aquel personal ajeno al trabajo propiamente manual y que sea necesario para el control administrativo del mismo. El contratista deberá tener al frente de los trabajadores un técnico suficientemente especializado a juicio del director de obra.



El contratista deberá emplear en sus trabajos el número de operarios que sean necesarios para llevarlo a cabo con la conveniente rapidez, así como organizar el número de brigadas que se le indiquen, para trabajar en varios puntos a la vez.

El contratista tendrá al frente de los trabajadores, personal idóneo, el cual deberá atender cuantas órdenes procedan de la dirección técnica de las obras, estando a la expectativa, con objeto de que se lleven con el orden debido.

4.3.5 CONDICIONES DE PAGO

Se abonarán las unidades realmente ejecutadas, completamente terminadas, a los precios indicados en el presupuesto, y aplicándoles el coeficiente de subasta si lo hubiere.

Si alguna obra no se halla debidamente ejecutada, con sujeción estricta a las condiciones del contrato y fuese, sin embargo, admitida, podrá ser recibida provisional y aun definitivamente, en su caso; pero el contratista quedará obligado a conformarse con la rebaja que el director de obra señale y la propiedad apruebe, salvo en el caso que prefiera demolerla y rehacer a su costa, con arreglo a las condiciones del contrato.

No tendrá derecho el contratista a abono de obras ejecutadas sin orden concreta de la propiedad o del director de obra. Las obras accesorias y auxiliares ordenadas al contratista, se abonarán a precios de la contrata, si le son aceptables, con la rebaja correspondiente o la bonificación hecha en subasta. Si contienen materiales o unidades de obra no previstas en el proyecto, y que por tanto, no tiene precio señalado en el presupuesto, se determinará previamente el correspondiente precio contradictorio entre la propiedad y el contratista. Si se ejecutan las obras sin haberse cumplido este requisito previo, deberá conformarse con la tasación que realiza el director de obra.

Cuando la propiedad o el director de obra presumiese la existencia de vicios o defectos de construcción, sea en el curso de ejecución de obra o antes de su recepción definitiva, podrán ordenar la demolición y reconstrucción en la parte o extensión necesaria. Los gastos de estas operaciones serán de cuenta del contratista, cuando se confirmen los vicios o defectos supuestos.



4.4 CONDICIONES PARTICULARES

4.4.1 DISPOSICIONES APLICABLES

Además de las disposiciones contenidas en este pliego de condiciones, serán de aplicación en todas las instalaciones lo siguiente:

- Todas las disposiciones generales vigentes para la contratación de obras públicas.
- Normas UNE del instituto de normalización Española y aplicándose ante la no existencia de dicha normativa, las especificaciones recogidas en las Normas internacionales ISO; CIE; CEI o en su defecto las DIN; UTE o rango equivalente.
- Normas de la compañía suministradora de energía.

4.4.2 CONTRADICCIONES Y OMISIONES DEL PROYECTO

Lo mencionado en la memoria y omitido en los planos, o viceversa, habrá de ser ejecutado como si estuviera expuesto en ambos documentos; en caso de contradicción entre planos y la memoria, prevalecerá lo prescrito en los planos.

Las omisiones en los planos o las descripciones erróneas de los detalles de la obra que sean indispensables para llevar a cabo el espíritu o intención expuestos en los planos y en este pliego de condiciones, no sólo no eximen al contratista de la obligación de ejecutar estos detalles de obra, omitidos o erróneamente descritos sino que, por el contrario, deberán ser ejecutados como si estuviesen correctamente especificados en los planos y en este pliego de condiciones.

4.4.3 PROTOTIPOS

Antes de comenzar la obra, el adjudicatario podrá someter a la aprobación de la Dirección de Obras un prototipo de alguno de los materiales de los que consta el proyecto, con los cuales podrá realizar los ensayos que estime oportunos.

Tanto los materiales como el importe de los ensayos, serán por cuenta del adjudicatario.



4.5 NORMATIVA GENERAL

a) Se calificará como instalación eléctrica de baja tensión todo conjunto de aparatos y circuitos asociados en previsión de un fin particular.

Producción, conversión, transformación, transmisión, distribución o utilización de la energía eléctrica, cuyas tensiones nominales sean iguales o inferiores a 1000 V para corriente alterna.

b) Los materiales, aparatos y receptores utilizados en las instalaciones eléctricas de baja tensión cumplirán en lo que se refiere a condiciones de seguridad técnica, dimensiones y calidad, lo determinado en el reglamento.

c) Si en la instalación eléctrica están integrados circuitos en los que las tensiones empleadas son superiores al límite establecido para baja tensión se deberá cumplir en ellos las prescripciones del reglamento de alta tensión.

Nota: En virtud de este artículo se detallará la normativa acerca del transformador en un capítulo específico del presente pliego.

d) Cuando se construya un local, edificio, o agrupación de estos, cuya previsión de carga exceda de 50 kVA, o cuando la demanda de un nuevo suministro sea superior a esta cifra, la propiedad del inmueble deberá reservar un local destinado al montaje de la instalación de un centro de transformación, cuya disposición en el edificio corresponda a las características de la red de suministro aérea o subterránea, tenga las dimensiones necesarias para el montaje de los equipos y aparatos requeridos para dar el suministro de energía previsible. El local, que debe ser de fácil acceso, se destinará exclusivamente a la finalidad prevista y no podrá utilizarse como depósito de materiales, ni de piezas o elementos de recambio.

e) Corresponde al Ministerio de Industria, con arreglo a la ley del 24 de noviembre de 1939, la ordenación e inspección de la generación, transformación, distribución y aplicación de la energía eléctrica.

f) Las delegaciones provinciales del Ministerio de Industria, autorizarán el enganche y funcionamiento de las instalaciones eléctricas de baja tensión. Según su importancia, sus fines o la peligrosidad de sus características o de su situación, las delegaciones exigirán la presentación de un proyecto de la instalación, suscrito por un técnico competente, antes de iniciarse el montaje de la misma. En todo caso, y para autorizar cualquier instalación, la delegación deberá recibir y conformar el boletín extendido por el instalador autorizado que realiza el montaje, así como un acta de las pruebas realizadas por la compañía suministradora en la forma en que se establece en las instrucciones complementarias.



4.6 CONDUCTORES

4.6.1 MATERIALES

Los conductores utilizados en las redes aéreas serán de cobre, aluminio o de otros materiales o aleaciones que posean características eléctricas y mecánicas adecuadas. Pueden ser desnudos o aislados. Los conductores aislados serán de tensión nominal no inferior a 100 V. Y tendrán un aislamiento apropiado que garantice una buena resistencia a las acciones de la intemperie. Podrán utilizarse conductores de menor tensión nominal siempre que cumplan las condiciones de instalación señaladas para los mismos en la instrucción MI-BT 003.

Los aisladores serán de porcelana, vidrio o de otros materiales aislantes equivalentes que resistan las acciones de la intemperie, especialmente las variaciones de temperatura y la corrosión, debiendo ofrecer una resistencia suficiente a los esfuerzos mecánicos a que estén sometidos.

4.6.2 REDES AÉREAS PARA DISTRIBUCIÓN DE ENERGÍA ELÉCTRICA. CÁLCULO MECÁNICO Y EJECUCIÓN DE LAS INSTALACIONES

4.6.2.1 Instalaciones de conductores aislados:

Cuando se trate de conductores de tensión nominal inferior a 1000 voltios:

- a) Sobre aisladores de 1000 voltios de tensión nominal.
- b) Bajo envueltas aislantes resistentes a la intemperie que proporcionen un aislamiento con relación a tierra equivalente a 1000 voltios de tensión nominal.

Los empalmes y conexiones de conductores se realizarán cuidadosamente, de modo que en ellos la elevación de temperatura no sea superior a la de los conductores.

Se utilizarán piezas metálicas apropiadas resistentes a la corrosión, que aseguran un contacto eléctrico eficaz. En los conductores sometidos a tracción mecánica, los empalmes deberán soportar sin rotura ni deslizamiento del conductor, el 90% de su carga de rotura, no siendo admisible en estos empalmes su realización por soldadura o por torsión directa de los conductores, aunque este último sistema puede utilizarse cuando estos sean de cobre y su sección no superior a 10 mm².

En los empalmes y conexiones de conductores aislados o de estos con conductores desnudos se utilizarán accesorios adecuados resistentes a las acciones de la intemperie y se colocaran de forma que evite la infiltración de la humedad en los conductores aislados.

Las derivaciones se harán en las proximidades inmediatas de los soportes de línea (aisladores, cajas de derivación, etc.) y no originarán tracción mecánica sobre la misma.

4.6.2.2 Sección mínima del conductor neutro:

El conductor neutro tendrá, como mínimo, la sección que a continuación se especifica:



a) En distribución monofásica o de corriente continua:

- A dos hilos: igual a la del conductor de fase o polar.
- A tres hilos: hasta 16 mm^2 de cobre, igual a la del conductor de fase o polar; para secciones entre 16 y 35 mm^2 será de 16 mm^2 ; para secciones superiores a 35 la mitad de la sección de los conductores de fase.

b) En distribuciones trifásicas:

- A cuatro hilos (tres fases y neutro): hasta 16 mm^2 de cobre, igual a la del conductor de fase o polar; para secciones entre 16 y 35 mm^2 será de 16 mm^2 ; para secciones superiores a 35 la mitad de la sección de los conductores de fase.

4.6.2.3 Continuidad del conductor neutro:

El conductor neutro no podrá ser interrumpido en las redes de distribución, salvo que esta interrupción sea realizada por alguno de los dispositivos siguientes:

a) Interruptores o seccionadores omnipolares que actúen sobre el neutro al mismo tiempo que en las fases o que establezcan la conexión del neutro antes que las fases y desconecten estas antes que el neutro.

b) Uniones amovibles en el neutro próximas a los interruptores o seccionadores de los conductores de fase, debidamente señaladas y que solo pueden ser maniobradas mediante herramientas adecuadas, no debiendo, en este caso, ser seccionado el neutro sin que lo estén previamente las fases, ni conectadas estas sin haberlo sido el neutro previamente.

4.6.3 SECCIÓN DE LOS CONDUCTORES. CAÍDAS DE TENSIÓN

La sección de los conductores a utilizar se determina de forma que la caída de tensión entre el origen de la instalación y cualquier punto de utilización sea menor del 3% de la tensión nominal en el origen de la instalación, para alumbrado y del 5% para los demás usos. Esta caída de tensión se calculara considerando alimentados todos los aparatos susceptibles de funcionar simultáneamente.



4.7 RECEPTORES

4.7.1 CONDICIONES GENERALES DE LA INSTALACIÓN

Los receptores que se instalen tendrán que cumplir los requisitos de correcta utilización y seguridad. Durante su funcionamiento no deberán producir perturbaciones en las redes de distribución pública ni en las de comunicaciones.

Los receptores se instalarán de acuerdo con su destino (clase de local, emplazamiento, utilización, etc.), con los esfuerzos mecánicos previsibles y en las condiciones de ventilación necesarias para que ninguna temperatura peligrosa, tanto para la propia instalación como para objetos próximos, pueda producirse en funcionamiento. Soportarán la influencia de agentes exteriores a que estén sometidos en servicio: polvo, humedad, gases, etc.

Los circuitos que formen parte de los receptores salvo las excepciones que para cada caso puedan señalar prescripciones de carácter particular, deberán estar protegidos contra sobreintensidades siendo de aplicación para ello lo dispuesto en la instrucción MI-BT 022. Se adoptarán las características intensidad - tiempo de los dispositivos, de acuerdo con las características y condiciones de utilización de los receptores a proteger.

4.7.2 CONEXIÓN DE RECEPTORES

Todo receptor será accionado por un dispositivo que puede ir incorporado al mismo o a la instalación de alimentación. Para este accionamiento se utilizará alguno de los dispositivos indicados en la instrucción MI-BT 043.

Se admitirá, cuando prescripciones particulares no señalen lo contrario, que el accionamiento afecte a un conjunto de receptores.

Los receptores podrán conectarse a las canalizaciones directamente o por intermedio de un conductor móvil. Cuando esta conexión se efectúe directamente a una canalización fija, los receptores se situarán de manera que se pueda verificar su funcionamiento, proceder a su mantenimiento y controlar esta conexión. Si la conexión se efectuara por intermedio de un conductor móvil, este incluirá el número de conductores necesarios y, si procede, el conductor de protección.

En cualquier caso, los conductores en la entrada al aparato estarán protegidos contra riesgos de tracción, torsión, cizallamiento, abrasión, plegados excesivos, etc., por medio de dispositivos apropiados constituidos por materias aislantes. No se permitirá anudar los conductores o atarlos al receptor. Los conductores de protección tendrán longitud tal que, en caso de fallar el dispositivo impeditivo de tracción, queden únicamente sometidos hasta después que la hayan soportado los conductores de alimentación.

En los receptores que produzcan calor, si las partes del mismo que puedan tocar a su conductor de alimentación alcanzan más de 85° centígrados de temperatura, la envolvente exterior del conductor no será de materia termoplástica.

La conexión de conductores móviles a la instalación alimentadora se realizará utilizando:

- Tomas de corriente.
- Cajas de conexión.



4.7.3 RECEPTORES DE ALUMBRADO. INSTALACIÓN

Se prohíbe terminantemente colgar las armaduras de las lámparas utilizando para ello los conductores que llevan la corriente a las mismas. Las armaduras irán firmemente enganchadas a los techos mediante tirafondos atornillados o sistema similar. Si se emplea otro sistema de suspensión, este deberá ser firme y estar aislado totalmente de la armadura.

En caso de lámparas fluorescentes se utilizarán modelos iguales o similares a los presentados en la memoria, siendo la única condición que lleven una corrección del factor de potencia hasta 0.95.

Para la instalación de lámparas suspendidas sobre vías públicas, se seguirá lo dispuesto a la instrucción ITC BT 09 del Reglamento Electrotécnico para baja tensión.

4.7.4 RECEPTORES A MOTOR. INSTALACIÓN

Los motores se instalarán de manera que la aproximación a sus partes en movimiento no pueda ser causa de accidente. No estarán nunca en contacto con materiales fácilmente combustibles, guardando las siguientes distancias de seguridad:

- 0.5 m si la potencia del motor es igual o menor a 1 KW.
- 1 m si la potencia nominal es superior a 1 KW.

Todos los motores de potencia superior a 0.25 CV, y todos los situados en locales con riesgo de incendio o explosión, tendrán su instalación propia de protección. Esta constará de por lo menos un juego de fusibles cortacircuitos de acuerdo con las características del motor.

También se dotará al motor de un sistema de protección contra la falta de tensión mediante un dispositivo de corte automático de la alimentación, cuando el arranque espontáneo del motor, como consecuencia del restablecimiento de la tensión, pueda provocar accidente o perjudicar a este.

4.7.5 APARATOS DE CALDEO. INSTALACIÓN

Los aparatos de caldeo se instalarán de manera que no puedan inflamar las materias combustibles circundantes, aun en caso de empleo negligente o defectos previsibles de los mismos.

Los aparatos de caldeo industrial que estén destinados a estar en contacto con materias combustibles o inflamables y que en su uso normal no estén bajo la vigilancia de un operario, estarán provistos de un limitador de temperatura que interrumpa o reduzca el caldeo antes de alcanzar una temperatura peligrosa.

Los aparatos de caldeo por aire caliente estarán constituidos de manera que su elemento de caldeo sólo pueda ponerse en servicio después de hacerlo el ventilador correspondiente y cese aquel cuando el ventilador deje de funcionar. Los aparatos fijos, llevarán además, dos limitadores de temperatura, independientes entre sí, que impidan una elevación excesiva de ésta en los conductos de aire.



4.8 PROTECCIÓN CONTRA SOBREINTENSIDADES Y SOBRETENSIONES

4.8.1 PROTECCIÓN DE LAS INSTALACIONES

4.8.1.1 Protección contra sobreintensidades:

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

Excepto los conductores de protección, todos los conductores que forman parte de un circuito, incluyendo el conductor neutro o compensador, estarán protegidos contra los efectos de las sobreintensidades.

Se admiten como dispositivos de protección contra cortocircuitos los fusibles de características de funcionamiento adecuadas y los interruptores automáticos con sistema de corte electromagnético.

4.8.1.2 Protección contra sobrecargas:

El límite de intensidad admisible en un conductor ha de quedar en todo caso garantizado por el dispositivo de protección utilizado.

El dispositivo de protección general puede estar constituido por un interruptor automático de corte omnipolar o por un interruptor automático que corte únicamente los conductores de fase o polares bajo la acción del elemento que controle la corriente en el conductor neutro.

Como dispositivos de protección contra sobrecargas serán utilizados los fusibles calibrados de características adecuadas o los interruptores automáticos con curva térmica de corte.

4.8.2 SITUACIÓN DE LOS DISPOSITIVOS DE PROTECCIÓN

Todos los dispositivos de protección se instalarán en los diferentes cuadros instalados en la nave. Estos dispositivos protegerán tanto a las instalaciones como a las personas contra sobrecargas y cortocircuitos.

Se instalarán a tal fin interruptores automáticos, diferenciales y fusibles.

4.8.3 CARACTERÍSTICAS DE LOS DISPOSITIVOS DE PROTECCIÓN

- Deberán poder soportar la influencia de los agentes exteriores a que estén sometidos, presentando el grado de protección que les corresponda de acuerdo con sus condiciones de instalación.

- Los fusibles irán colocados sobre material aislante incombustible y estarán contruidos de forma que no puedan proyectar metal al fundirse. Cumplirán la condición de permitir su recambio bajo tensión de la instalación sin peligro alguno. Deberán llevar marcada la intensidad y tensión nominales de trabajo.

- Los interruptores automáticos serán los apropiados a los circuitos a proteger en su funcionamiento a las curvas intensidad-tiempo adecuadas. Deberán 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 las correspondientes a las de apertura y cierre. Cuando se utilicen para la protección contra cortocircuitos, su capacidad de corte estará de acuerdo con la intensidad de cortocircuito que pueda presentarse en el punto de su instalación, salvo que vayan asociados con fusibles adecuados que cumplan este requisito.

Los interruptores automáticos, llevarán marcada su intensidad y tensión nominales, el símbolo de la naturaleza de corriente en que hayan de emplearse y el símbolo que indique las características de desconexión, de acuerdo con la norma que le corresponda, o, en su defecto, irán acompañados de las curvas de desconexión.

4.9 PROTECCIÓN CONTRA CONTACTOS DIRECTOS E INDIRECTOS

4.9.1 PROTECCIÓN CONTRA CONTACTOS DIRECTOS

Para considerar satisfactoria la protección contra los contactos directos se tomará una de las siguientes medidas:

a) Alejamiento de las partes activas de la instalación del lugar donde circulen las personas habitualmente con un mínimo de 2.5 m hacia arriba, 1 m hacia abajo y 1 m lateralmente.

b) Interposición de obstáculos que impidan todo contacto accidental con las partes activas de la instalación. Los obstáculos deben estar fijados de forma segura y resistir a los esfuerzos mecánicos usuales que pueden presentarse en su función.

a) Recubrimiento de las partes activas de la instalación por medio de un aislamiento apropiado capaz de conservar sus propiedades con el tiempo y que limite la corriente de contacto a un valor no superior a 1 mA.

4.9.2 PROTECCIÓN CONTRA CONTACTOS INDIRECTOS

Para la elección de las medidas de protección contra contactos indirectos, se tendrá en cuenta la naturaleza de los locales o emplazamientos, las masas y los elementos conductores, la extensión e importancia de la instalación, etc., que obligaran en cada caso a adoptar la medida de protección más adecuada.

Para instalaciones con tensiones superiores a 250 V con relación a tierra es necesario establecer sistemas de protección, cualquiera que sea el local, naturaleza del suelo, etc.

Las medidas de protección contra contactos indirectos pueden ser de las clases siguientes:

Clase A:

Se basa en los siguientes sistemas:

- Separación de circuitos.
- Empleo de pequeñas tensiones.



- Separación entre las partes activas y las masas accesibles por medio de aislamientos de protección; inaccesibilidad simultáneamente de elementos conductores y masas.
- Recubrimiento de las masas con aislamientos de protección.
- Conexiones equipotenciales.

Clase B:

Se basa en los siguientes sistemas:

- Puesta a tierra de las masas y dispositivos de corte por intensidad de defecto.
- Puesta a tierra de las masas y dispositivos de corte por tensión de defecto.
- Puesta a neutro de las masas y dispositivos de corte por intensidad de defecto.

La aplicación de los sistemas de protección de la clase A no es generalmente posible, sin embargo se puede aplicar de manera limitada y solamente para ciertos equipos, materiales o partes de la instalación.

4.9.3 PUESTA A TIERRA DE LAS MASAS Y DISPOSITIVOS DE CORTE POR INTENSIDAD DE DEFECTO

Este sistema de protección consiste en la puesta a tierra de las masas, asociadas a un dispositivo de corte automático sensible a la intensidad de defecto que origine la desconexión de la instalación defectuosa. Requiere que se cumplan las condiciones siguientes:

En instalaciones con el punto neutro unido directamente a tierra (como es el caso):

- La corriente a tierra producida por un solo defecto franco debe hacer actuar el dispositivo de corte en un tiempo no superior a 5 segundos.
- Una masa cualquiera no puede permanecer en relación a una toma de tierra eléctricamente distinta, a un potencial superior, en valor eficaz a:
 - 24 voltios en locales conductores.
 - 50 voltios en los demás casos.
- Todas las masas de una instalación deben estar unidas a la misma toma de tierra.

Se utilizarán como dispositivos de corte automático sensibles a la corriente de defecto interruptores diferenciales. Los diferenciales provocan la apertura automática de la instalación cuando la suma vectorial de las intensidades que atraviesan los polos del aparato alcanza un valor predeterminado.

El valor mínimo de la corriente de defecto, a partir del cual el interruptor diferencial abre automáticamente, en un tiempo conveniente la instalación a proteger, determina la sensibilidad de funcionamiento del aparato.



4.10 ALUMBRADOS ESPECIALES

4.10.1 ALUMBRADO DE EMERGENCIA

Es aquel que debe permitir, en caso de fallo del alumbrado general, la evacuación segura y fácil del público hacia el exterior. Solamente podrá ser alimentado por fuentes propias de energía, sean o no exclusivas para dicho alumbrado, pero no por fuente de suministro exterior, cuando la fuente propia de energía este constituida por baterías de acumuladores o por aparatos autónomos automáticos, se podrá utilizar un suministro exterior para proceder a su carga.

El alumbrado de emergencia deberá poder funcionar durante un mínimo de una hora, proporcionando en el eje de los pasos principales una iluminación adecuada.

Este alumbrado se instalará en las salidas y en las señales indicadoras de la dirección de las mismas. Si hay un cuadro principal de distribución, en el local donde este se instale, así como sus accesos, estarán provistos de alumbrado de emergencia.

Deberá entrar en funcionamiento al producirse el fallo de los alumbrados generales o cuando la tensión de estos baje a menos del 70% de su tensión nominal.

4.10.2 ALUMBRADO DE SEÑALIZACIÓN

Es el que se instala para funcionar de modo continuo durante determinados periodos de tiempo. Este alumbrado debe señalar de modo permanente la situación de puertas, pasillos, escaleras y salidas de los locales, durante todo el tiempo que permanezcan con público. Deberá ser alimentado, al menos por dos suministros, sean ellos normales, complementarios o procedentes de fuente propia de energía eléctrica.

Deberá proporcionar en el eje de los pasos principales una iluminación mínima de 1 Lux.

Cuando el suministro habitual del alumbrado de señalización, falle o su tensión baje a menos del 70% de su valor nominal, la alimentación del alumbrado de señalización pasara automáticamente al segundo suministro.

Cuando los locales o dependencias que deban iluminarse con este alumbrado, coincidan con los que precisan alumbrado de emergencia, los puntos de luz de ambos alumbrados podrán ser los mismos.

4.10.3 LOCALES QUE DEBERÁN SER PROVISTOS DE ALUMBRADOS ESPECIALES

a) Con alumbrado de emergencia:

Todos los locales de reunión que puedan albergar a 300 personas o más, los locales de espectáculos y los establecimientos sanitarios.

b) Con alumbrado de señalización:

Estacionamientos subterráneos de vehículos, teatros y cines en sala oscura, grandes establecimientos sanitarios y cualquier otro local donde puedan producirse aglomeraciones de público en horas o lugares en que la iluminación natural de luz solar



no sea suficiente para proporcionar en el eje de los pasos principales una iluminación mínima de un lux.

4.10.4 FUENTES PROPIAS DE ENERGÍA

La fuente propia de energía estará constituida por baterías de acumuladores o aparatos autónomos automáticos o grupos electrógenos; la puesta en funcionamiento de unos y otros se producirá al producirse la falta de tensión en los circuitos alimentados por los diferentes suministros procedentes de la empresa o empresas distribuidoras de la energía eléctrica, o cuando aquella tensión descienda por debajo del 70% de su valor nominal.

La fuente propia de energía en ningún caso podrá estar constituida por baterías de pilas.

La capacidad mínima de esta fuente propia de energía será como norma general, la que se precisa para proveer al alumbrado de emergencia en las condiciones señaladas en el apartado 2.2 de la ITC-BT 028.

4.10.5 INSTRUCCIONES COMPLEMENTARIAS

Las líneas que alimentan directamente los circuitos individuales de las lámparas de los alumbrados especiales estarán protegidas por interruptores automáticos con una intensidad nominal de 10 amperios como máximo. Una misma línea no podrá alimentar más de 12 puntos de luz, o si en el local existen varios puntos de luz estos deberán ser alimentados por, al menos, dos líneas diferentes, aunque su número sea inferior a 12.

4.11 LOCAL

4.11.1 PRESCRIPCIONES DE CARÁCTER GENERAL

Las instalaciones en los locales a que afectan las presentes prescripciones cumplirán las condiciones de carácter general que a continuación se señalan, así como para determinados locales, las complementarias que más adelante se fijan.

a) Será necesario disponer de una acometida individual, siempre que el conjunto de las dependencias del local considerado constituya un edificio independiente, o igualmente en el caso en existan varios locales o viviendas en el mismo edificio y la potencia instalada en el local de pública concurrencia los justifique.

b) El cuadro general de distribución deberá colocarse en el punto más próximo posible a la entrada de la acometida o de la derivación individual y se colocara junto o sobre él el dispositivo de mando y protección preceptivo, según la instrucción MI-BT 016. Cuando no sea posible la instalación del cuadro general en este punto, se instalara, de todas formas, en dicho punto, un dispositivo de mando y protección.

Del citado cuadro general saldrán las líneas que alimentan directamente los aparatos receptores o bien las líneas generales de distribución a las que se conectara mediante cajas o a través de cuadros secundarios de distribución los distintos circuitos alimentadores. Los aparatos receptores que consuman mas de 15 A se alimentaran directamente desde el cuadro general o desde los secundarios.



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

d) En el cuadro general de distribución o en los secundarios se dispondrán dispositivos de mando y protección para cada una de las líneas generales de distribución, y las de alimentación directa a receptores. Cerca de cada uno de los interruptores del cuadro se colocará una placa indicadora del circuito al que pertenecen.

e) Las canalizaciones estarán constituidas por:

- Conductores aislados, de tensión nominal de aislamiento no inferior a 750 V, colocados bajo tubos protectores, de tipo no propagador de llama, preferentemente empotrados, en especial en las zonas accesibles al público.

- Conductores aislados, de tensión nominal de aislamiento no inferior a 750 V, con cubierta de protección, colocados en huecos de la construcción, totalmente contruidos en materiales incombustibles.

- Conductores rígidos, aislados de tensión nominal no inferior a 1000 V, armados colocados directamente sobre las paredes.

f) Se adoptarán las disposiciones convenientes para que las instalaciones no puedan ser alimentadas simultáneamente por dos fuentes de alimentación independientes entre sí.

4.12 MEJORAMIENTO DEL FACTOR DE POTENCIA

Las instalaciones que suministren energía a receptores de los que resulte un factor de potencia inferior a 0.90 deberán ser compensadas, sin que en ningún momento la energía absorbida por la red pueda ser capacitiva.

La compensación del factor de potencia podrá hacerse por una de las dos formas siguientes:

- Por cada receptor o grupo de receptores que funcionen por medio de un solo interruptor; es decir funcionen simultáneamente.

- Para la totalidad de la instalación. En este caso, la instalación de compensación ha de estar dispuesta para que, de forma automática, asegure que la variación del factor de potencia no sea superior de un 10% del valor medio obtenido en un prolongado periodo de funcionamiento.

Cuando se instalen condensadores y la conexión de estos con los receptores pueda ser cortada por medio de interruptores, estarán provistos aquellos de resistencias o reactancias se descarga a tierra.



4.13 PUESTAS A TIERRA

4.13.1 OBJETO DE LA PUESTA A TIERRA

Las puestas a tierra se establecen con el objeto principal de limitar la tensión que con respecto a tierra pueden 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 el material utilizado.

4.13.2 DEFINICIÓN

La denominación 'puesta a tierra', comprende toda ligazón metálica directa, sin fusibles ni protección alguna, de sección suficiente entre determinados elementos o partes de una instalación y un electrodo o grupo de electrodos enterrados en el suelo, con objeto de conseguir que el conjunto de instalaciones, no existan diferencias de potencial peligrosas y que al mismo tiempo permita el paso a tierra de las corrientes de falta o de descarga de origen atmosférico.

4.13.3 PARTES QUE COMPRENDE LA PUESTA A TIERRA

a) Tomas de tierra:

Las tomas de tierra están constituidas por los elementos siguientes:

- Electrodo: Es una masa metálica, permanentemente en contacto con el terreno, para facilitar el paso a este de las corrientes de defectos que puedan presentarse o la carga eléctrica que tenga o pueda tener.

- Línea de enlace con tierra: Esta 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.

Las instalaciones que lo precisen dispondrán de un número suficiente de puntos de puesta a tierra, convenientemente distribuidos, que estarán conectados al mismo electrodo o conjunto de electrodos.

El punto de puesta a tierra estará constituido por un dispositivo de conexión que permita la unión entre los conductores de las líneas de enlace y principal de tierra, de forma que pueda, mediante útiles apropiados separarse estas, con el fin de poder realizar la medida de resistencia a tierra.

b) Líneas principales de tierra:

Estarán formadas por conductores que partirán del punto de puesta a tierra y a las cuales estarán conectadas las derivaciones necesarias para la puesta a tierra de las masas generalmente a través de los conductores de protección.



c) Derivaciones de las líneas principales de tierra:

Estarán constituidas por conductores que unirán la línea principal de tierra con los conductores de protección o directamente con las masas.

d) 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.

En otros casos reciben igualmente el nombre de conductores de protección aquellos que tienen las masas:

- Al neutro de la red.
- A otras masas.
- A elementos metálicos distintos de las masas.
- A un relé de protección.

Los circuitos de puesta a tierra formaran una línea eléctricamente continua en la que no podrán incluirse en serie ni masas ni elementos metálicos, cualquiera que sean estos. Siempre la conexión de las masas y los elementos metálicos al circuito de puesta a tierra se efectuara por derivaciones desde este.

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

4.13.4 ELECTRODOS, NATURALEZA, CONSTITUCIÓN, DIMENSIONES Y CONDICIONES DE INSTALACIÓN

Los electrodos pueden ser artificiales o naturales. Se entiende por electrodos artificiales los establecidos con el exclusivo objeto de obtener la puesta a tierra, y por electrodos naturales las masas metálicas que puedan existir enterradas.

Para las puestas a tierra se emplearan principalmente electrodos artificiales. No obstante, los electrodos naturales que existieran en la zona de una instalación y que presenten y aseguren un buen contacto permanente con el terreno puedan utilizarse bien solos o conjuntamente con otros electrodos artificiales. En general, se puede prescindir de estos cuando su instalación presente requisitos anteriormente señalados, con sección suficiente y la resistencia de tierra que se obtenga con los mismos presente un valor adecuado.

a) Picas verticales:

Las picas verticales podrán estar constituidas por:

- Tubos de acero galvanizado de 25 mm. de diámetro exterior, como mínimo.
- Perfiles de acero dulce galvanizado de 60 mm, de lado, como mínimo.



- Barras de cobre o de acero de 14 mm. de diámetro, como mínimo; las barras de acero tienen que estar recubiertas de una capa protectora exterior de cobre de espesor apropiado.

Las longitudes mínimas de estos electrodos no serán inferiores a 2 m. 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, al 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.

4.13.5 RESISTENCIA DE TIERRA

El electrodo se dimensionará 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.

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

Bien entendido que los cálculos efectuados a partir de estos valores no dan más que un valor muy aproximado de la resistencia de tierra del electrodo.

4.13.6 CARACTERÍSTICAS Y CONDICIONES DE INSTALACIÓN DE LAS LÍNEAS DE ENLACE CON TIERRA, DE LAS LÍNEAS PRINCIPALES DE TIERRA Y DE SUS DERIVACIONES

Los conductores que constituyen las líneas de enlace con tierra, las líneas principales de tierra y sus derivaciones, serán de cobre o de otro metal de alto punto de fusión y su sección debe ser ampliamente dimensionada de tal forma que cumpla las condiciones siguientes:

a) La máxima corriente de falta que pueda producirse en cualquier punto de la instalación no debe originar en el conductor una temperatura cercana a la de fusión, ni poner en peligro los empalmes o conexiones en el tiempo máximo previsible de la duración de la falta, el cual solo podrá ser considerado como menor de dos segundos en los casos justificados por las características de los dispositivos de corte utilizados.

b) De cualquier forma los conductores no podrán ser, en ningún caso, de menos de 16 mm^2 de sección para las líneas principales de tierra ni de 35 mm^2 para las líneas de enlace con tierra, si son de cobre. Para otros metales o combinaciones de ellos, la sección mínima será aquella que tenga la misma conductancia que un cable de cobre de 16 mm^2 ó 35 mm^2 , según el caso.

Para las derivaciones de las líneas principales de tierra, las secciones mínimas serán las que se indican en la instrucción ITC-BT 018 para los conductores de protección.

Los conductores de enlace con tierra desnudos enterrados en el suelo se consideraran que forman parte del electrodo.



Si en una instalación existen tomas de tierra independientes, se mantendrá entre los conductores de tierra un aislamiento apropiado a las tensiones susceptibles de aparecer entre estos electrodos en caso de falta.

El recorrido de los conductores de la línea principal de tierra, sus derivaciones y los conductores de protección será lo mas corto posible y sin cambios bruscos de dirección. No estarán sometidos a esfuerzos mecánicos y estarán protegidos contra la corrosión y desgaste mecánico. Además los conductores de protección cumplirán con lo establecido en la instrucción ITC-BT 018.

Los conductores de los circuitos de tierra tendrán un buen contacto eléctrico tanto con las partes metálicas y masa 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 compresión, remaches o soldadura de alto punto de fusión tales como estaño, plata, etc.

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

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

4.13.7 SEPARACIÓN ENTRE LAS TOMAS DE TIERRA DE LAS MASAS, DE LAS INSTALACIONES DE UTILIZACIÓN Y LAS MASAS DE UN CENTRO DE TRANSFORMACIÓN

Se verificará que las masas puestas a tierra en una instalación de utilización, así como los conductores de protección asociados a estas masas o a los relés de protección de masas, no estarán unidas a la toma de tierra de las masas de un centro de transformación. Si no se hace el control mediante la medida efectuada entre las tomas de tierra de las masas de las instalaciones de utilización y de las masas del centro de transformación, se considera que las tomas de tierra son eléctricamente independientes cuando se cumplan todas y cada una de las condiciones siguientes:

a) No existe canalización metálica conductora (cubierta metálica de cable no aislada especialmente, canalizaciones de agua, gas, etc.) que una la zona de tierras del centro de transformación con la zona donde se encuentran los aparatos de utilización.

b) La distancia entre las tomas de tierra del centro de transformación y las tomas de tierra de otros elementos conductores enterrados en los locales de utilización es al menos de 15 m. Para terrenos cuya resistividad no sea elevada (100 Ohm-m). Cuando el terreno sea mal conductor esta distancia será aumentada.

c) El centro de transformación esta situado en un recinto aislado de los locales de utilización, o bien si esta contiguo a los locales de utilización o en el interior de los mismos, esta establecido de tal forma que sus elementos metálicos no estén unidos eléctricamente a los elementos metálicos constructivos de los locales de utilización.



4.13.8 REVISIÓN DE LAS TOMAS DE TIERRA

Por la importancia que ofrece, desde el punto de vista de la seguridad, cualquier instalación de toma a tierra deberá ser obligatoriamente comprobada por los servicios oficiales en el momento de dar de alta la instalación para el funcionamiento.

Personal técnicamente competente efectuara esta comprobación anualmente en la época en que el terreno este mas seco. Para ello se mediará la resistencia de tierra, reparando inmediatamente los defectos que se encuentren. En los lugares en que el terreno no sea favorable a la buena conservación de los electrodos, estos, así como también los conductores de enlace entre ellos hasta el punto de puesta a tierra se pondrán al descubierto para su examen, al menos una vez cada cinco años.

Pamplona, Abril de 2012

Xabier Guerrero Castiella



ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE INGENIEROS INDUSTRIALES Y DE TELECOMUNICACIÓN

Titulación:

INGENIERO TÉCNICO INDUSTRIAL ELÉCTRICO

Título del proyecto:

“INSTALACIÓN ELÉCTRICA DE BAJA TENSIÓN Y CENTRO
DE TRANSFORMACIÓN DE UNA NAVE INDUSTRIAL”

5. PRESUPUESTO

Alumno: Xabier Guerrero Castiella

Tutor: José Javier Crespo Ganuza

Pamplona: Abril de 2012



Presupuesto

5.	PRESUPUESTO.....	4
5.1	CAPITULO I: ACOMETIDA.....	4
5.1.1	ACOMETIDA	4
5.2	CAPITULO II: PROTECCIONES.....	5
5.2.1	Cuadro general de distribucion	5
5.2.2	Cuadro auxiliar 1	6
5.2.3	Cuadro auxiliar 2	8
5.2.4	Subcuadro 2: tomas de corriente.....	9
5.2.5	Cuadro auxiliar 3	10
5.2.6	Subcuadro 3: tomas de corriente.....	11
5.2.7	Cuadro auxiliar 4	12
5.2.8	Subcuadro 4: tomas de corriente.....	13
5.2.9	Cuadro auxiliar 5	14
5.2.10	Subcuadro 5: tomas de corriente.....	15
5.2.11	Cuadro auxiliar 6	16
5.2.12	Subcuadro 6: tomas de corriente.....	17
5.2.13	Cuadro auxiliar 7	18
5.2.14	Cuadro auxiliar 8	19
5.2.15	Tabla resumen.....	21
5.3	CAPITULO III: CONDUCTORES TUBOS Y CANALIZACIONES	22
5.3.1	CONDUCTORES	22
5.3.2	Tubos	24
5.3.3	Canalizaciones	24
5.3.4	Tabla resumen.....	24
5.4	CAPITULO IV: PUESTA A TIERRA	25
5.5	CAPITULO V: ALUMBRADO	26
5.5.1	Alumbrado interior	26
5.5.2	Alumbrado exterior.....	27
5.5.3	Alumbrado de emergencia.....	27
5.5.4	Tabla resumen.....	28

*Presupuesto*

5.6	CAPITULO VI: ELEMENTOS VARIOS	29
5.6.1	Tomas de corriente, bases, interruptores	29
5.7	CAPITULO VII: COMPENSACION DE ENERGIA REACTIVA.....	30
5.7.1	Batería de condensadores.....	30
5.8	CAPITULO VIII: CENTRO DE TRANSFORMACION.....	31
5.8.1	Obra civil	31
5.8.2	Caseta del centro	31
5.8.3	Transformador de potencia	32
5.8.4	Aparamenta de media tensión.....	33
5.8.5	Equipo de baja tensión	34
5.8.6	Puesta a tierra.....	36
5.8.7	Tabla resumen.....	37
5.9	CAPITULO IX: EQUIPO DE SEGURIDAD Y SALUD	38
5.9.1	Seguridad y salud.....	38
5.10	RESUMEN DEL PRESUPUESTO DE LA INSTALACIÓN.....	39



5. PRESUPUESTO

5.1 CAPITULO I: ACOMETIDA

5.1.1 ACOMETIDA

Nº de orden	Concepto/Referencia	Ud.	Precio Ud. (€)	Importe (€)
5.1.1.1	Marca: PRYSMIAN Cable RZ1-K 0.6/ 1 kV Flexible (1x185 mm ²) Cobre	132	68,50	9.042,00
5.1.1.2	Arqueta troncopiramidal de 1x1m ² de base y 1m de profundidad. El cierre será con marco y tapa de fundición 0,60x0,60 m ² .	1	145,00	145,00
5.1.1.3	Elemento recto KGF-14ED25.	1	2.137,20	2.137,20
5.1.1.4	Codo plano KGF-14LB.	1	1.175,40	1.175,40
5.1.1.5	Terminal de conexión KHO-16BC1.	1	706,30	706,30
5.1.1.6	Terminal de conexión KHO-16AL01. .	1	586,45	586,45
5.1.1.7	Zanja sobre tierra de 40x80 cm. con arena lavada debajo del tubo y relleno de tierra excavada.	1	3,15	3,15
5.1.1.8	Mano de obra. Incluso elementos necesarios para su montaje. Totalmente instalado.	1	270,00	270,00

SUBTOTAL 14.065,50



5.2 CAPITULO II: PROTECCIONES

5.2.1 CUADRO GENERAL DE DISTRIBUCION

Nº de orden	Concepto/Referencia	Ud.	Precio Ud. (€)	Importe (€)
5.2.1.1	Armario metálico de distribución Marca: Merlin Gerin Modelo: Prisma, Sistema P, con IP55, de medidas: 2050x800x400mm, con su placa de montaje y puesta a tierra	1	1.685,50	1.685,50
5.2.1.2	Interruptor automático Schneider Electric Serie: Micrologic 2.0 NS2000N Poder De Corte: 50kA, Curva B, III+N Calibre: 1000 A	1	3.845,30	3.845,30
5.2.1.3	Relé diferencial Schneider Electric Sensibilidad: 1 A.	1	2.040,10	2.040,10
5.2.1.4	Interruptor automático Schneider Electric Serie: Micrologic 2.0 NS2000N Poder De Corte: 15kA, Curva C, III+N Calibre: 50 A	2	721,50	1.443,00
5.2.1.5	Interruptor automático Schneider Electric Serie: Micrologic 2.0 NS2000N Poder De Corte: 15kA, Curva C. III+N Calibre: 100 A	7	914,19	6.399,33
5.2.1.6	Mano de obra, etiquetado, instalado, conexionado de líneas, pruebas y puesta en marcha, incluso pequeño material y accesorios para su montaje.	1	350,00	350,00

SUBTOTAL 15.763,23



Presupuesto

5.2.2 CUADRO AUXILIAR 1

Nº de orden	Concepto/Referencia	Ud.	Precio Ud. (€)	Importe (€)
5.2.2.1	Armario metálico de distribución Marca: Merlin Gerin Modelo: Prisma, Sistema P, con IP55, de medidas: 1200x800x250mm, con su placa de montaje y puesta a tierra	1	1.152,36	1.152,36
5.2.2.2	Interruptor automático Schneider Electric Serie: Micrologic 2.0 NSX125 Poder De Corte: 6A, Curva B, III+N Calibre: 10 A	1	88,50	88,50
5.2.2.3	Interruptor automático Schneider Electric Serie: Micrologic 2.0 NSX125 Poder De Corte: 6A, Curva B, III+N Calibre: 16 A	1	96,70	96,70
5.2.2.4	Interruptor automático Schneider Electric Serie: Micrologic 2.0 NSX125 Poder De Corte: 6A, Curva B, III+N Calibre: 20 A	1	105,60	105,60
5.2.2.5	Interruptor automático Schneider Electric Serie: Micrologic 2.0 NSX125 Poder De Corte: 6A, Curva B, III+N Calibre: 25 A	1	140,50	140,50
5.2.2.6	Interruptor automático Schneider Electric Serie: Micrologic 2.0 NSX125 Poder De Corte: 6A, Curva B, III+N Calibre: 50 A	1	175,40	175,40
5.2.2.7	Interruptor diferencial Schneider Electric Clase AC, Tipo ID, 4 P, Vigi C60 Calibre: 25 A Sensibilidad: 30 mA.	2	241,20	482,40



Presupuesto

5.2.2.8	Interruptor diferencial Schneider Electric Clase AC, Tipo ID, 4 P, Vigi C60 Calibre: 25 A Sensibilidad: 300 mA.	2	148,68	297,36
5.2.2.9	Mano de obra, etiquetado, instalado, conexionado de líneas, pruebas y puesta en marcha, incluso pequeño material y accesorios para su montaje.	1	350,00	350,00

SUBTOTAL 2.888,82



Presupuesto

5.2.3 CUADRO AUXILIAR 2

Nº de orden	Concepto/Referencia	Ud.	Precio Ud. (€)	Importe (€)
5.2.3.1	Armario metálico de distribución Marca: Merlin Gerin Modelo: Prisma, Sistema P, con IP55, de medidas: 1200x800x250mm, con su placa de montaje y puesta a tierra	1	1.152,36	1.152,36
5.2.3.2	Interruptor automático Schneider Electric Serie: Micrologic 2.0 NSX125 Poder De Corte: 4,5A, Curva B, III+N Calibre: 100 A	1	198,80	198,80
5.2.3.3	Interruptor automático Schneider Electric Serie: Micrologic 2.0 NSX125 Poder De Corte: 4,5A, Curva B, III+N Calibre: 32 A	2	160,50	321,00
5.2.3.4	Interruptor automático Schneider Electric Serie: Micrologic 2.0 NSX125 Poder De Corte: 4,5A, Curva B, III+N Calibre: 50 A	1	175,40	175,40
5.2.3.5	Interruptor automático Schneider Electric Serie: Micrologic 2.0 NSX125 Poder De Corte: 4,5A, Curva B, III+N Calibre: 16 A	8	101,50	812,00
5.2.3.6	Interruptor diferencial Schneider Electric Clase AC, Tipo ID, 4 P, Vigi C60 Calibre: 40 A Sensibilidad: 30 mA.	1	241,20	241,20
5.2.3.7	Interruptor diferencial Schneider Electric Clase AC, Tipo ID, 4 P, Vigi C60 Calibre: 63 A Sensibilidad: 300 mA.	2	148,68	297,36
5.2.3.8	Mano de obra, etiquetado, instalado, conexionado de líneas, pruebas y puesta en marcha, incluso pequeño material y accesorios para su montaje.	1	350,00	350,00



SUBTOTAL 3.548,12

5.2.4 SUBCUADRO 2: TOMAS DE CORRIENTE

Nº de orden	Concepto/Referencia	Ud.	Precio Ud. (€)	Importe (€)
5.2.4.1	Armario metálico de distribución Marca: Merlin Gerin Modelo: Prisma, Sistema P, con IP55, de medidas: 900x600x250mm, con su placa de montaje y puesta a tierra	1	930,00	930,00
5.2.4.2	Interruptor automático Schneider Electric Serie: Micrologic 2.0 NSX125 Poder De Corte: 4,5A, Curva B, III+N Calibre: 16 A	1	101,50	101,50
5.2.4.3	Interruptor automático Schneider Electric Serie: Micrologic 2.0 NSX125 Poder De Corte: 4,5A, Curva B, III+N Calibre: 20 A	1	105,60	105,60
5.2.3.4	Interruptor automático Schneider Electric Serie: Micrologic 2.0 NSX125 Poder De Corte: 4,5A, Curva B, III+N Calibre: 25 A	1	128,30	128,30
5.2.4.5	Interruptor automático Schneider Electric Serie: Micrologic 2.0 NSX125 Poder De Corte: 4,5A, Curva B, III+N Calibre: 32 A	1	160,50	160,50
5.2.4.6	Interruptor diferencial Schneider Electric Clase AC, Tipo ID, 4 P, Vigi C60 Calibre: 40 A Sensibilidad: 30 mA.	1	241,20	241,20
5.2.4.7	Mano de obra, etiquetado, instalado, conexionado de líneas, pruebas y puesta en marcha, incluso pequeño material y accesorios para su montaje.	1	175,00	175,00



SUBTOTAL 1.842,10
5.2.5 CUADRO AUXILIAR 3

Nº de orden	Concepto/Referencia	Ud.	Precio Ud. (€)	Importe (€)
5.2.5.1	Armario metálico de distribución Marca: Merlin Gerin Modelo: Prisma, Sistema P, con IP55, de medidas: 1200x800x250mm, con su placa de montaje y puesta a tierra	1	1.152,36	1.152,36
5.2.5.2	Interruptor automático Schneider Electric Serie: Micrologic 2.0 NSX125 Poder De Corte: 4,5A, Curva B, III+N Calibre: 100 A	1	198,80	198,80
5.2.5.3	Interruptor automático Schneider Electric Serie: Micrologic 2.0 NSX125 Poder De Corte: 4,5A, Curva B, III+N Calibre: 32 A	2	160,50	321,00
5.2.5.4	Interruptor automático Schneider Electric Serie: Micrologic 2.0 NSX125 Poder De Corte: 4,5A, Curva B, III+N Calibre: 50 A	1	175,40	175,40
5.2.5.5	Interruptor automático Schneider Electric Serie: Micrologic 2.0 NSX125 Poder De Corte: 4,5A, Curva B, III+N Calibre: 16 A	8	101,50	812,00
5.2.5.6	Interruptor diferencial Schneider Electric Clase AC, Tipo ID, 4 P, Vigi C60 Calibre: 40 A Sensibilidad: 30 mA.	1	241,20	241,20
5.2.5.7	Interruptor diferencial Schneider Electric Clase AC, Tipo ID, 4 P, Vigi C60 Calibre: 63 A Sensibilidad: 300 mA.	2	148,68	297,36



Presupuesto

5.2.5.8	Mano de obra, etiquetado, instalado, conexionado de líneas, pruebas y puesta en marcha, incluso pequeño material y accesorios para su montaje.	1	350,00	350,00
---------	--	---	--------	--------

SUBTOTAL 3.548,12

5.2.6 SUBCUADRO 3: TOMAS DE CORRIENTE

Nº de orden	Concepto/Referencia	Ud.	Precio Ud. (€)	Importe (€)
5.2.6.1	Armario metálico de distribución Marca: Merlin Gerin Modelo: Prisma, Sistema P, con IP55, de medidas: 900x600x250mm, con su placa de montaje y puesta a tierra	1	930,00	930,00
5.2.6.2	Interruptor automático Schneider Electric Serie: Micrologic 2.0 NSX125 Poder De Corte: 4,5A, Curva B, III+N Calibre: 16 A	1	101,50	101,50
5.2.6.3	Interruptor automático Schneider Electric Serie: Micrologic 2.0 NSX125 Poder De Corte: 4,5A, Curva B, III+N Calibre: 20 A	1	105,60	105,60
5.2.6.4	Interruptor automático Schneider Electric Serie: Micrologic 2.0 NSX125 Poder De Corte: 4,5A, Curva B, III+N Calibre: 25 A	1	128,30	128,30
5.2.6.5	Interruptor automático Schneider Electric Serie: Micrologic 2.0 NSX125 Poder De Corte: 4,5A, Curva B, III+N Calibre: 32 A	1	160,50	160,50
5.2.6.6	Interruptor diferencial Schneider Electric Clase AC, Tipo ID, 4 P, Vigi C60 Calibre: 40 A Sensibilidad: 30 mA.	1	241,20	241,20



Presupuesto

5.2.6.7	Mano de obra, etiquetado, instalado, conexionado de líneas, pruebas y puesta en marcha, incluso pequeño material y accesorios para su montaje.	1	175,00	175,00
---------	--	---	--------	--------

SUBTOTAL 1.842,10

5.2.7 CUADRO AUXILIAR 4

Nº de orden	Concepto/Referencia	Ud.	Precio Ud. (€)	Importe (€)
5.2.7.1	Armario metálico de distribución Marca: Merlin Gerin Modelo: Prisma, Sistema P, con IP55, de medidas: 1200x800x250mm, con su placa de montaje y puesta a tierra	1	1.152,36	1.152,36
5.2.7.2	Interruptor automático Schneider Electric Serie: Micrologic 2.0 NSX125 Poder De Corte: 6A, Curva B, III+N Calibre: 100 A	1	220,30	220,30
5.2.7.3	Interruptor automático Schneider Electric Serie: Micrologic 2.0 NSX125 Poder De Corte: 6A, Curva B, III+N Calibre: 63 A	1	198,60	198,60
5.2.7.4	Interruptor automático Schneider Electric Serie: Micrologic 2.0 NSX125 Poder De Corte: 6A, Curva B, III+N Calibre: 32 A	3	169,90	509,70
5.2.7.5	Interruptor diferencial Schneider Electric Clase AC, Tipo ID, 4 P, Vigi C60 Calibre: 60 A Sensibilidad: 30 mA.	1	226,50	226,50
5.2.7.6	Interruptor diferencial Schneider Electric Clase AC, Tipo ID, 4 P, Vigi C60 Calibre: 60 A Sensibilidad: 300 mA.	1	185,40	185,40



Presupuesto

5.2.7.7	Mano de obra, etiquetado, instalado, conexionado de líneas, pruebas y puesta en marcha, incluso pequeño material y accesorios para su montaje.	1	250,00	250,00
---------	--	---	--------	--------

SUBTOTAL 2.742,86

5.2.8 SUBCUADRO 4: TOMAS DE CORRIENTE

Nº de orden	Concepto/Referencia	Ud.	Precio Ud. (€)	Importe (€)
5.2.8.1	Armario metálico de distribución Marca: Merlin Gerin Modelo: Prisma, Sistema P, con IP55, de medidas: 900x600x250mm, con su placa de montaje y puesta a tierra	1	930,00	930,00
5.2.8.2	Interruptor automático Schneider Electric Serie: Micrologic 2.0 NSX125 Poder De Corte: 4,5A, Curva B, III+N Calibre: 16 A	1	101,50	101,50
5.2.8.3	Interruptor automático Schneider Electric Serie: Micrologic 2.0 NSX125 Poder De Corte: 4,5A, Curva B, III+N Calibre: 20 A	1	105,60	105,60
5.2.8.4	Interruptor automático Schneider Electric Serie: Micrologic 2.0 NSX125 Poder De Corte: 4,5A, Curva B, III+N Calibre: 25 A	1	128,30	128,30
5.2.8.5	Interruptor automático Schneider Electric Serie: Micrologic 2.0 NSX125 Poder De Corte: 4,5A, Curva B, III+N Calibre: 32 A	1	160,50	160,50
5.2.8.6	Interruptor diferencial Schneider Electric Clase AC, Tipo ID, 4 P, Vigi C60 Calibre: 40 A Sensibilidad: 30 mA.	1	241,20	241,20



Presupuesto

5.2.8.7	Mano de obra, etiquetado, instalado, conexionado de líneas, pruebas y puesta en marcha, incluso pequeño material y accesorios para su montaje.	1	175,00	175,00
---------	--	---	--------	--------

SUBTOTAL 1.842,10

5.2.9 CUADRO AUXILIAR 5

Nº de orden	Concepto/Referencia	Ud.	Precio Ud. (€)	Importe (€)
5.2.9.1	Armario metálico de distribución Marca: Merlin Gerin Modelo: Prisma, Sistema P, con IP55, de medidas: 1200x800x250mm, con su placa de montaje y puesta a tierra	1	1.152,36	1.152,36
5.2.9.2	Interruptor automático Schneider Electric Serie: Micrologic 2.0 NSX125 Poder De Corte: 6A, Curva B, III+N Calibre: 100 A	1	220,30	220,30
5.2.9.3	Interruptor automático Schneider Electric Serie: Micrologic 2.0 NSX125 Poder De Corte: 6A, Curva B, III+N Calibre: 63 A	1	198,60	198,60
5.2.9.4	Interruptor automático Schneider Electric Serie: Micrologic 2.0 NSX125 Poder De Corte: 6A, Curva B, III+N Calibre: 32 A	3	169,90	509,70
5.2.9.5	Interruptor diferencial Schneider Electric Clase AC, Tipo ID, 4 P, Vigi C60 Calibre: 60 A Sensibilidad: 30 mA.	1	226,50	226,50



Presupuesto

5.2.9.6	Interruptor diferencial Schneider Electric Clase AC, Tipo ID, 4 P, Vigi C60 Calibre: 60 A Sensibilidad: 300 mA.	1	185,40	185,40
5.2.9.7	Mano de obra, etiquetado, instalado, conexionado de líneas, pruebas y puesta en marcha, incluso pequeño material y accesorios para su montaje.	1	250,00	250,00

SUBTOTAL 2.742,86

5.2.10 SUBCUADRO 5: TOMAS DE CORRIENTE

Nº de orden	Concepto/Referencia	Ud.	Precio Ud. (€)	Importe (€)
5.2.10.1	Armario metálico de distribución Marca: Merlin Gerin Modelo: Prisma, Sistema P, con IP55, de medidas: 900x600x250mm, con su placa de montaje y puesta a tierra	1	930,00	930,00
5.2.10.2	Interruptor automático Schneider Electric Serie: Micrologic 2.0 NSX125 Poder De Corte: 4,5A, Curva B, III+N Calibre: 16 A	1	101,50	101,50
5.2.10.3	Interruptor automático Schneider Electric Serie: Micrologic 2.0 NSX125 Poder De Corte: 4,5A, Curva B, III+N Calibre: 20 A	1	105,60	105,60
5.2.10.4	Interruptor automático Schneider Electric Serie: Micrologic 2.0 NSX125 Poder De Corte: 4,5A, Curva B, III+N Calibre: 25 A	1	128,30	128,30



Presupuesto

5.2.10.5	Interruptor automático Schneider Electric Serie: Micrologic 2.0 NSX125 Poder De Corte: 4,5A, Curva B, III+N Calibre: 32 A	1	160,50	160,50
5.2.10.6	Interruptor diferencial Schneider Electric Clase AC, Tipo ID, 4 P, Vigi C60 Calibre: 40 A Sensibilidad: 30 mA.	1	241,20	241,20
5.2.10.7	Mano de obra, etiquetado, instalado, conexionado de líneas, pruebas y puesta en marcha, incluso pequeño material y accesorios para su montaje.	1	175,00	175,00

SUBTOTAL 1.842,10

5.2.11 CUADRO AUXILIAR 6

Nº de orden	Concepto/Referencia	Ud.	Precio Ud. (€)	Importe (€)
5.2.11.1	Armario metálico de distribución Marca: Merlin Gerin Modelo: Prisma, Sistema P, con IP55, de medidas: 1200x800x250mm, con su placa de montaje y puesta a tierra	1	1.152,36	1.152,36
5.2.11.2	Interruptor automático Schneider Electric Serie: Micrologic 2.0 NSX125 Poder De Corte: 4,5A, Curva B, III+N Calibre: 100 A	1	198,80	198,80
5.2.11.3	Interruptor automático Schneider Electric Serie: Micrologic 2.0 NSX125 Poder De Corte: 4,5A, Curva B, III+N Calibre: 32 A	3	160,50	481,50
5.2.11.4	Interruptor diferencial Schneider Electric Clase AC, Tipo ID, 4 P, Vigi C60 Calibre: 40 A Sensibilidad: 30 mA.	1	241,20	241,20



Presupuesto

5.2.11.5	Interruptor diferencial Schneider Electric Clase AC, Tipo ID, 4 P, Vigi C60 Calibre: 40 A Sensibilidad: 300 mA.	1	189,40	189,40
5.2.11.6	Mano de obra, etiquetado, instalado, conexionado de líneas, pruebas y puesta en marcha, incluso pequeño material y accesorios para su montaje.	1	250,00	250,00

SUBTOTAL 2.513,26

5.2.12 SUBCUADRO 6: TOMAS DE CORRIENTE

Nº de orden	Concepto/Referencia	Ud.	Precio Ud. (€)	Importe (€)
5.2.12.1	Armario metálico de distribución Marca: Merlin Gerin Modelo: Prisma, Sistema P, con IP55, de medidas: 900x600x250mm, con su placa de montaje y puesta a tierra	1	930,00	930,00
5.2.12.2	Interruptor automático Schneider Electric Serie: Micrologic 2.0 NSX125 Poder De Corte: 4,5A, Curva B, III+N Calibre: 16 A	1	101,50	101,50
5.2.12.3	Interruptor automático Schneider Electric Serie: Micrologic 2.0 NSX125 Poder De Corte: 4,5A, Curva B, III+N Calibre: 20 A	1	105,60	105,60



Presupuesto

5.2.12.4	Interruptor automático Schneider Electric Serie: Micrologic 2.0 NSX125 Poder De Corte: 4,5A, Curva B, III+N Calibre: 25 A	1	128,30	128,30
5.2.12.5	Interruptor automático Schneider Electric Serie: Micrologic 2.0 NSX125 Poder De Corte: 4,5A, Curva B, III+N Calibre: 32 A	1	160,50	160,50
5.2.12.6	Interruptor diferencial Schneider Electric Clase AC, Tipo ID, 4 P, Vigi C60 Calibre: 40 A Sensibilidad: 30 mA.	1	241,20	241,20
5.2.12.7	Mano de obra, etiquetado, instalado, conexionado de líneas, pruebas y puesta en marcha, incluso pequeño material y accesorios para su montaje.	1	175,00	175,00

SUBTOTAL 1.842,10

5.2.13 CUADRO AUXILIAR 7

Nº de orden	Concepto/Referencia	Ud.	Precio Ud. (€)	Importe (€)
5.2.13.1	Armario metálico de distribución Marca: Merlin Gerin Modelo: Prisma, Sistema P, con IP55, de medidas: 1200x800x250mm, con su placa de montaje y puesta a tierra	1	1.152,36	1.152,36
5.2.13.2	Interruptor automático Schneider Electric Serie: Micrologic 2.0 NSX125 Poder De Corte: 4,5A, Curva B, III+N Calibre: 100 A	1	198,80	198,80



Presupuesto

5.2.13.3	Interruptor automático Schneider Electric Serie: Micrologic 2.0 NSX125 Poder De Corte: 4,5A, Curva B, III+N Calibre: 32 A	2	160,50	321,00
5.2.13.4	Interruptor automático Schneider Electric Serie: Micrologic 2.0 NSX125 Poder De Corte: 4,5A, Curva B, III+N Calibre: 25 A	1	128,30	128,30
5.2.13.5	Interruptor diferencial Schneider Electric Clase AC, Tipo ID, 4 P, Vigi C60 Calibre: 40 A Sensibilidad: 300 mA.	2	189,40	378,80
5.2.13.6	Mano de obra, etiquetado, instalado, conexionado de líneas, pruebas y puesta en marcha, incluso pequeño material y accesorios para su montaje.	1	250,00	250,00

SUBTOTAL 2.429,26

5.2.14 CUADRO AUXILIAR 8

Nº de orden	Concepto/Referencia	Ud.	Precio Ud. (€)	Importe (€)
5.2.14.1	Armario metálico de distribución Marca: Merlin Gerin Modelo: Prisma, Sistema P, con IP55, de medidas: 1200x800x250mm, con su placa de montaje y puesta a tierra	1	1.152,36	1.152,36
5.2.14.2	Interruptor automático Schneider Electric Serie: Micrologic 2.0 NSX125 Poder De Corte: 4,5A, Curva B, III+N Calibre: 100 A	1	198,80	198,80



Presupuesto

5.2.14.3	Interruptor automático Schneider Electric Serie: Micrologic 2.0 NSX125 Poder De Corte: 4,5A, Curva B, III+N Calibre: 16 A	5	101,50	507,50
5.2.14.4	Interruptor diferencial Schneider Electric Clase AC, Tipo ID, 4 P, Vigi C60 Calibre: 40 A Sensibilidad: 300 mA.	5	241,20	1.206,00
5.2.14.5	Mano de obra, etiquetado, instalado, conexionado de líneas, pruebas y puesta en marcha, incluso pequeño material y accesorios para su montaje.	1	200,00	200,00

SUBTOTAL 3.264,66



Presupuesto

5.2.15 TABLA RESUMEN

SUBTOTAL	PRESUPUESTO TOTAL CAPITULO II	Importe (€)
5.2.1	CUADRO GENERAL DE DISTRIBUCION	15.763,26
5.2.2	CUADRO AUXILIAR 1	2.888,82
5.2.3	CUADRO AUXILIAR 2	3.548,12
5.2.4	SUBCUADRO 2: TOMAS DE CORRIENTE	1.842,10
5.2.5	CUADRO AUXILIAR 3	3.548,12
5.2.6	SUBCUADRO 3: TOMAS DE CORRIENTE	1.842,10
5.2.7	CUADRO AUXILIAR 4	2.742,86
5.2.8	SUBCUADRO 4: TOMAS DE CORRIENTE	1.842,10
5.2.9	CUADRO AUXILIAR 5	2.742,86
5.2.10	SUBCUADRO 5: TOMAS DE CORRIENTE	1.842,10
5.2.11	CUADRO AUXILIAR 6	2.513,26
5.2.12	SUBCUADRO 6: TOMAS DE CORRIENTE	1.842,10
5.2.13	CUADRO AUXILIAR 7	2.429,26
5.2.14	CUADRO AUXILIAR 8	3.264,66

SUBTOTAL

48.651,72



5.3 CAPITULO III: CONDUCTORES TUBOS Y CANALIZACIONES

5.3.1 CONDUCTORES

Nº de orden	Concepto/Referencia	Ud.	Precio Ud. (€)	Importe (€)
5.3.1.1	Cable flexible designación RZ1-K(AS) 0,6/1 kV (UNE 21123-4, 21145, 21147.1, 21432.1, 21174, 21172 o IEC 1034, IEEE 383.74). Sección de 2x2,5+TTx1,5 mm ² en cobre, Afumex Iristech 1000V de PRYSMIAN o equivalente aprobado, instalado	190,1	2,65	503,77
5.3.1.2	Cable flexible designación RZ1-K(AS) 0,6/1 kV (UNE 21123-4, 21145, 21147.1, 21432.1, 21174, 21172 o IEC 1034, IEEE 383.74). Sección de 4x2,5+TTx1,5 mm ² en cobre, Afumex Iristech 1000V de PRYSMIAN o equivalente aprobado, instalado	245,5	4,95	1.215,23
5.3.1.3	Cable flexible designación RZ1-K(AS) 0,6/1 kV (UNE 21123-4, 21145, 21147.1, 21432.1, 21174, 21172 o IEC 1034, IEEE 383.74). Sección de 2x4+TTx1,5 mm ² en cobre, Afumex Iristech 1000V de PRYSMIAN o equivalente aprobado, instalado	145	3,26	472,70
5.3.1.4	Cable flexible designación RZ1-K(AS) 0,6/1 kV (UNE 21123-4, 21145, 21147.1, 21432.1, 21174, 21172 o IEC 1034, IEEE 383.74). Sección de 4x4+TTx1,5 mm ² en cobre, Afumex Iristech 1000V de PRYSMIAN o equivalente aprobado, instalado	125,1	5,47	684,30
5.3.1.5	Cable flexible designación RZ1-K(AS) 0,6/1 kV (UNE 21123-4, 21145, 21147.1, 21432.1, 21174, 21172 o IEC 1034, IEEE 383.74). Sección de 2x6+TTx1,5 mm ² en cobre, Afumex Iristech 1000V de PRYSMIAN o equivalente aprobado, instalado	554,4	7,53	4.174,63
5.3.1.6	Cable flexible designación RZ1-K(AS) 0,6/1 kV (UNE 21123-4, 21145, 21147.1, 21432.1, 21174, 21172 o IEC 1034, IEEE 383.74). Sección de 4x6+TTx1,5 mm ² en cobre, Afumex Iristech 1000V de PRYSMIAN o equivalente aprobado, instalado	2,8	14,60	40,88
5.3.1.7	Cable flexible designación RZ1-K(AS) 0,6/1 kV (UNE 21123-4, 21145, 21147.1, 21432.1, 21174, 21172 o IEC 1034, IEEE 383.74). Sección de 2x10+TTx1,5 mm ² en cobre, Afumex Iristech 1000V de PRYSMIAN o equivalente aprobado, instalado	60,7	11,80	716,26



Presupuesto

5.3.1.8	Cable flexible designación RZ1-K(AS) 0,6/1 kV (UNE 21123-4, 21145, 21147.1, 21432.1, 21174, 21172 o IEC 1034, IEEE 383.74). Sección de 4x10+TTx1,5 mm2 en cobre, Afumex Iristech 1000V de PRYSMIAN o equivalente aprobado, instalado	94,4	20,40	1.925,76
5.3.1.9	Cable flexible designación RZ1-K(AS) 0,6/1 kV (UNE 21123-4, 21145, 21147.1, 21432.1, 21174, 21172 o IEC 1034, IEEE 383.74). Sección de 2x16+TTx1,5 mm2 en cobre, Afumex Iristech 1000V de PRYSMIAN o equivalente aprobado, instalado	20	17,83	356,60
5.3.1.10	Cable flexible designación RZ1-K(AS) 0,6/1 kV (UNE 21123-4, 21145, 21147.1, 21432.1, 21174, 21172 o IEC 1034, IEEE 383.74). Sección de 4x16+TTx1,5 mm2 en cobre, Afumex Iristech 1000V de PRYSMIAN o equivalente aprobado, instalado	150,4	27,61	4.152,54
5.3.1.11	Cable flexible designación RZ1-K(AS) 0,6/1 kV (UNE 21123-4, 21145, 21147.1, 21432.1, 21174, 21172 o IEC 1034, IEEE 383.74). Sección de 4x35+TTx1,5 mm2 en cobre, Afumex Iristech 1000V de PRYSMIAN o equivalente aprobado, instalado	78	31,70	2.472,60
5.3.1.12	Cable flexible designación RZ1-K(AS) 0,6/1 kV (UNE 21123-4, 21145, 21147.1, 21432.1, 21174, 21172 o IEC 1034, IEEE 383.74). Sección de 4x50+TTx1,5 mm2 en cobre, Afumex Iristech 1000V de PRYSMIAN o equivalente aprobado, instalado	150	48,79	7.318,50
5.3.1.13	Cable flexible designación RZ1-K(AS) 0,6/1 kV (UNE 21123-4, 21145, 21147.1, 21432.1, 21174, 21172 o IEC 1034, IEEE 383.74). Sección de 4x50+TTx1,5 mm2 en cobre, Afumex Iristech 1000V de PRYSMIAN o equivalente aprobado, instalado	150	54,30	8.145,00

SUBTOTAL 32.178,76



Presupuesto

5.3.2 TUBOS

Nº de orden	Concepto/Referencia	Ud.	Precio Ud. (€)	Importe (€)
5.3.2.1	Tubo de termoplástico de PVC corrugado de color negro, temperatura máxima de instalación 20° C. Ø 32 mm	42	11,07	464,94
5.3.2.2	Tubo de termoplástico de PVC corrugado de color negro, temperatura máxima de instalación 20° C. Ø 40 mm	60	14,10	846,00
5.3.2.3	Tubo de termoplástico de PVC corrugado de color negro, temperatura máxima de instalación 20° C. Ø 50 mm	85	17,21	1.462,85
5.3.2.4	Material aleatorio a la instalación y medios auxiliares.	1	1.500,00	1.500,00

SUBTOTAL 4.273,79

5.3.3 CANALIZACIONES

Nº de orden	Concepto/Referencia	Ud.	Precio Ud. (€)	Importe (€)
5.3.3.1	Mt. de Bandeja portables de malla Pemsaband Standard G.S, referencia 75221200, de dimensiones 200x35 mm. Totalmente instalada.	200	13,10	2.620,00
5.3.3.2	Soporte para la bandeja, Marca: Pensaband, Modelo: Omega, Ref. 62021203. (incluye parte proporcional a la instalación). Totalmente instalado	58	6,26	363,08
5.3.3.3	Zanja sobre tierra de 20x20 cm. con arena lavada debajo del tubo y relleno de tierra excavada	196,25	2,50	490,63
5.3.3.4	Mano de obra. Inclusiones necesarios para montaje	1	500,00	500,00

SUBTOTAL 3.973,71

5.3.4 TABLA RESUMEN

SUBTOTAL	PRESUPUESTO TOTAL CAPITULO III	Importe (€)
5.3.1	CONDUCTORES	32.178,76
5.3.2	TUBOS	4.273,79
5.3.3	CANALIZACION	3.973,71

SUBTOTAL 40.426,26



5.4 CAPITULO IV: PUESTA A TIERRA

Nº de orden	Concepto/Referencia	Ud.	Precio Ud. (€)	Importe (€)
5.4.1.1	Pica de tierra de acero y recubierta de cobre, de 2 m de longitud y 20 mm. de diámetro, de la marca Klk. Ref: 20NU183. Totalmente instalada	4	19,29	77,16
5.4.1.2	Arqueta de registro de instalación de tierra con tapa de registro URIARTE TR-230, recibida en hormigón HM-20-E-40-2B de espesor 25 cm y 80 cm de profundidad. Incluido mano de obra.	4	38,06	152,24
5.4.1.3	Metros de cable de cobre desnudo de 1x50mm ² . Totalmente instalado.	177	6,95	1.230,15
5.4.1.4	Grapa para la conexión de picas, de aleación de cobre, de la marca Klk. Ref: KU-1625 Ix (incluye tornillería de acero inoxidable). Totalmente instalada.	4	5,93	23,72
5.4.1.5	Punto de puesta a tierra, de la marca Klk. Ref: PT-4, (incluye tornillería de acero inoxidable). Totalmente instalado.	1	14,52	14,52
5.4.1.6	Kits de soldadura aluminotérmica. Totalmente instalada.	20	7,36	147,20
5.4.1.7	Terminales, de la marca Klk. Ref: TK 150 T (incluye tornillería de acero inoxidable). Totalmente instalado.	4	4,95	19,80
5.4.1.8	Material aleatorio a la instalación y medios auxiliares	1	300,00	300,00

SUBTOTAL 1.964,79



5.5 CAPITULO V: ALUMBRADO

5.5.1 ALUMBRADO INTERIOR

Nº de orden	Concepto/Referencia	Ud.	Precio Ud. (€)	Importe (€)
5.5.1.1	Lámpara de halogenuros metálicos: Marca Philips; MASTER HPI Plus 400W/745 BUS-P E40 CRP. Totalmente instalada.	65	90,19	5.862,35
5.5.1.2	Luminaria industrial: Marca Philips; Modelo: Cabana; Totalmente instalada. Ref: HPK 150	65	213,00	13.845,00
5.5.1.3	Lámpara fluorescente: Marca Philips; MASTER TL-D Super 80 58W/840 SLV. Totalmente instalada.	48	7,35	352,80
5.5.1.4	Luminaria estanca: Marca Philips; Modelo: Pacific; Ref: TCW596 2xTL-D58W IC LW D6 TW3. Totalmente instalada	24	313,00	7.512,00
5.5.1.5	Lámpara fluorescente de bajo consumo: Marca Philips; MASTER PL-S 9W/827/2P 1CT	12	4,52	54,24
5.5.1.6	Aplicador estanco y redondo: Marca Legrand; Totalmente instalado. Ref: 620 01	6	67,90	407,40
5.5.1.7	Luminaria estanca: Marca Philips; Modelo: Pacific; Ref: TCW596 2xTL-D58W IC LW D6 TW3. Totalmente instalada.	16	313,00	5.008,00
5.5.1.8	Lámpara fluorescente compacta: Marca Osram; DULUX F 36W/840 2G10 FS1. Totalmente instalada.	8	19,80	158,40
5.5.1.9	Material aleatorio a la instalación y medios auxiliares	1	150,00	150,00

SUBTOTAL 33.350,19



Presupuesto

5.5.2 ALUMBRADO EXTERIOR

Nº de orden	Concepto/Referencia	Ud.	Precio Ud. (€)	Importe (€)
5.5.2.1	Lámpara de halogenuros metálicos: Marca Philips; MASTER HPI-T Plus 250W/645 E40 SLV. Totalmente instalada.	16	58,54	936,64
5.5.2.2	Luminaria industrial: Marca Philips; Modelo: Cabana; Totalmente instalada. Ref: HPK 150	16	213,00	3.408,00
5.5.2.3	Material aleatorio a la instalación y medios auxiliares	1	150,00	150,00

SUBTOTAL 4.494,64
5.5.3 ALUMBRADO DE EMERGENCIA

Nº de orden	Concepto/Referencia	Ud.	Precio Ud. (€)	Importe (€)
5.5.3.1	Luminaria de emergencia: Marca Legrand; Ref: B65 615 64; 11W. Totalmente instalada.	17	92,64	1.574,88
5.5.3.2	Luminaria de emergencia: Marca Legrand; Ref: B65 615 61; 6W. Totalmente instalada.	13	58,60	761,80
5.5.3.3	Luminaria de emergencia: Marca Legrand; Ref: C3 615 08; 6W. Totalmente instalada.	10	36,93	369,30
5.5.3.4	Luminaria de emergencia: Marca Legrand; Ref: C3 615 10; 6W. Totalmente instalada	1	47,13	47,13
5.5.3.5	Material aleatorio a la instalación y medios auxiliares	1	150,00	150,00

SUBTOTAL 2.903,11



Presupuesto

5.5.4 TABLA RESUMEN

SUBTOTAL	PRESUPUESTO TOTAL CAPITULO III	Importe (€)
5.5.1	ALUMBRADO EXTERIOR	33.350,19
5.5.2	ALUMBRADO INTERIOR	4.494,64
5.5.3	ALUMBRADO DE EMERGENCIA	2.903,11
SUBTOTAL		40.747,94



5.6 CAPITULO VI: ELEMENTOS VARIOS

5.6.1 TOMAS DE CORRIENTE, BASES, INTERRUPTORES

Nº de orden	Concepto/Referencia	Ud.	Precio Ud. (€)	Importe (€)
5.6.1.1	Caja tomas de corriente de 16 A. Ref:0577 Marca: Legrand	5	33,57	167,85
5.6.1.2	Caja tomas de corriente de 16 A. Ref:0577 Marca: Legrand	5	9,59	47,95
5.6.1.3	Toma corriente Monofásica 16 A (2P+T) Ref:0576 Marca: Legrand; IP 44	27	8,21	221,67
5.6.1.4	Toma corriente Monofásica 25 A (2P+T) Ref:0576 Marca: Legrand; IP 44	5	9,60	48,00
5.6.1.5	Toma corriente Trifásica 32 A (3P+N+T) Ref:0576 Marca: Legrand; IP 44	5	10,35	51,75
5.6.1.6	Base de enchufe con placa y marco incorporados, 2P + T 16A, 230V Serie: Ibiza, Marca: BJC	27	8,34	225,18
5.6.1.7	Interruptor 10A, 250V Ref:0718 Serie: Decor, Marca: BJC	32	3,23	103,36
5.6.1.8	Interruptor 10A, 250V Ref:0718 Serie: Decor, Marca: BJC	32	3,23	103,36
5.6.1.9	Contactores Merlin Gerin	5	74,92	374,60
5.6.1.10	Mano de obra incluso material necesario	1	270,00	270,00

SUBTOTAL 1.613,72



5.7CAPITULO VII: COMPENSACION DE ENERGIA REACTIVA

5.7.1 BATERÍA DE CONDENSADORES

Nº de orden	Concepto/Referencia	Ud.	Precio Ud. (€)	Importe (€)
5.7.1.1	Batería automática de condensadores Rectimat 2 clase SAH 400V de Merlin Gerin de 150kVAr, escalonados en un bloque de 25kVAr y dos bloques de 50kVAr. Dimensiones: 2100mm de altura, 800mm de longitud y 500mm de profundidad. Compuesta por condensadores Varplus, con protección interna, contactores Telemecanique con resistencias de preinserción, fusibles ARP y regulador de energía reactiva, e inductancias antiarmónicos sintonizados a 215Hz. Incluido zócalo, accesorios de fijación, colocación, conexionado y programación. Totalmente instalada	1	9.405,66	9.405,66
5.7.1.2	Material aleatorio a la instalación y medios auxiliares	1	150,00	150,00

SUBTOTAL 9.555,66



5.8 CAPITULO VIII: CENTRO DE TRANSFORMACION

5.8.1 OBRA CIVIL

Nº de orden	Concepto/Referencia	Ud.	Precio Ud. (€)	Importe (€)
5.8.1.1	Preparación y acondicionamiento de espacio para instalación de edificio prefabricado de Ormazábal tipo PF-202. Dimensiones de excavación 5,680 m longitud, 3,420 m anchura, 0,700 m profundidad. Colocación capa de arena de 0.1 m, colocación de tubos de canalización, relleno, compactado del hueco perimetral con materiales de la excavación, reposición del pavimento y retirada de sobrante a vertedero.	1	1.125,00	1.125,00

SUBTOTAL 1.125,00

5.8.2 CASETA DEL CENTRO

Nº de orden	Concepto/Referencia	Ud.	Precio Ud. (€)	Importe (€)
5.8.2.1	CASETA tipo PF- 202, de la marca Ormazabal, con paneles que forman la envolvente, armaduras de hormigón unidas entre sí y al colector de tierras. Se incluye en el precio el montaje.	1	7.125,00	7.125,00

SUBTOTAL 7.125,00



Presupuesto

5.8.3 TRANSFORMADOR DE POTENCIA

Nº de orden	Concepto/Referencia	Ud.	Precio Ud. (€)	Importe (€)
5.8.3.1	Transformador de 630 KVAS 13,2-20 KV/420 V, normas UNE, tecnología de llenado integral y refrigerado por baño de aceite.	1	12.688,21	12.688,21

SUBTOTAL 12.688,21



Presupuesto

5.8.4 APARAMENTA DE MEDIA TENSIÓN

Nº de orden	Concepto/Referencia	Ud.	Precio Ud. (€)	Importe (€)
5.8.4.1	<p>CELDA DE LINEA</p> <p>Celda de llegada o salida de línea, bajo envolvente metálica, de la marca Merlin Gerin, tipo IM 400-24-25, Vn=24kV, In=400A, de 375mm de ancho por 1600mm de alto y 840mm de fondo:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Interruptor seccionador (SF6); - Juego de barras tripolar para unión con otra celda; - Mando manual CIT; - Seccionador de puesta a tierra (SF6) con poder de cierre; - 3 indicadores de presencia de tensión con lámparas; - Bornes para conexión de cable seco unipolar de sección igual o inferior a 400 mm²; <p>Se incluye en el precio el montaje y conexión;</p>	1	1.385,00	1.385,00
5.8.4.2	<p>CELDA DE PROTECCIÓN</p> <p>Celda con interruptor – fusibles asociados a la salida del cable, bajo envolvente metálica, de la marca Merlin Gerin, tipo PM 200-24-25, Vn=24kV, In=400A, de 375mm de ancho por 1600mm de alto y 840mm de fondo:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Interruptor-seccionador 400A (SF6); - Seccionador de puesta a tierra doble: <ul style="list-style-type: none"> * Superior (SF6): Poder de cierre = 40 kA crestas; * Inferior (aire): Poder de cierre = 5 kA cresta; - Juego de barras tripolar (400A); - Mando manual CIT; - 3 indicadores de presencia de tensión con lámparas; - Preparada para 3 fusibles, normas DIN de 24 kV; - Bornes para conexión de cable seco unipolar de sección inferior o igual a 150 mm². <p>Se incluye en el precio el montaje y conexión;</p>	1	4.100,00	4.100,00



Presupuesto

	CELDA DE MEDIDA			
5.8.4.3	<p>Celda de medida de tensión e intensidad con entrada inferior y salida superior lateral por barras, bajo envolvente metálica, de la marca Merlin Gerin, tipo GBC-A 400-24-25, V_n=24kV, I_n=400A, de 750mm de ancho por 1600mm de alto y 840mm de fondo:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Embarrado interno de 400A o 630A; - Preparado para 2 o 3 transformadores de intensidad; - Preparada para 2 transformadores de tensión bipolares o 3 transformadores de tensión unipolares; - 2 juego de barras tripolar para entrada y salida; <p>Se incluye en el precio el montaje y conexión;</p>	1	4.960,00	4.960,00
5.8.4.4	Metros de conductor RV 0,6/1kV, de 3x1x240mm ² , de CU, aislamiento de XLPE y cubierta de PVC, de la marca Prysmian. Totalmente instalado.	3	85,95	257,85

SUBTOTAL 10.702,85

5.8.5 EQUIPO DE BAJA TENSION

Nº de orden	D Concepto/Referencia	Ud.	Precio Ud. (€)	Importe (€)
5.8.5.1	<p>PUNTES B.T. 400 V:</p> <p>Juego de puentes de cables de Baja Tensión, de sección 1 x 150 mm² Al(Polietileno Reticulado) sin armadura, y todos los accesorios para la conexión formados por un grupo de de cables en la cantidad 1 x Fase + 1 x Neutro de 3 m de longitud. Totalmente instalados.</p>	1	420,00	420,00



Presupuesto

5.8.5.2	<p>MEDIDA DE ENERGÍA:</p> <p>Conjunto de medida de energía, que incluye el tubo de acero galvanizado y sus fijaciones; el conductor para los circuitos de intensidad y tensión; y el módulo de medida de tarifa doble que incluye dos contadores de activa con un taxímetro y un contador de reactiva, así como un reloj para discriminación de tarifas. Totalmente instalado.</p>	1	1.765,00	1.765,00
5.8.5.3	<p>CUADRO DE BAJA TENSIÓN</p> <p>- Armario metálico de distribución Marca: Scheider Electric, Modelo: Prisma, Sistema G, con IP55, de 11 módulos, de medida: 650x600x230mm. Ref.: 08303.</p> <p>- Interruptor automático magnetotérmico Merlin Gerin C120H, Poder de Corte: 15 KA, 4 P, Calibre: 10 A. Curva D.</p> <p>- Interruptor automático Merlin Gerin, 4 P. Serie: Compact NS 1000 A. Poder de corte: 50kA, Curva B.</p> <p>- Interruptor diferencial Merlin Gerin, clase AC, tipo ID 2 P, 10 A, 30 mA.</p> <p>- Interruptor diferencial Merlin Gerin, clase AC, tipo ID 4 P, 1000 A, 300 mA.</p> <p>Totalmente instalados.</p>	1	5.672,75	5.672,75

SUBTOTAL 7.857,75



Presupuesto

5.8.6 PUESTA A TIERRA

Nº de orden	Concepto/Referencia	Ud.	Precio Ud. (€)	Importe (€)
5.8.6.1	TIERRA DE PROTECCIÓN: Instalación de puesta a tierra de protección, debidamente montada y conexionada, empleando conductor de cobre desnudo, unido a picas de acero cobreado de 14 mm de diámetro, con las siguientes características: Geometría: anillo rectangular Profundidad: 0,8 m Nº de picas: 6 Longitud picas: 2 m Dimensiones: 6x3,5 m². Totalmente instalada.	1	980,00	980,00
5.8.6.2	TIERRA DE SERVICIO: Instalación exterior realizada con cobre aislado con el mismo tipo de materiales que las de las tierras de protección. Totalmente instalada.	1	490,00	490,00
5.8.6.3	TIERRA DE PROTECCIÓN(INTERIOR): Instalación interior de tierra de protección en la caseta de transformación, con el conductor de cobre desnudo grapado en la pared, y conectado a las celdas y demás apartamiento de la caseta, así como a una caja general de tierra de protección según las normas de la compañía suministradora. Totalmente instalada.	1	389,00	389,00
5.8.6.4	TIERRA DE SERVICIO(INTERIOR): Tiene el conductor de cobre aislado, grapado en la pared, y conectado al nudo de B.T. así como una caja general de tierra de servicio según las normas de la compañía suministradora. Totalmente instalada.	1	325,00	325,00
5.8.6.5	Cabeza pararrayos punta Franklin, incluso adaptador mastil. Conductor de cobre desnudo de 50 mm ² uniendo 1 pica de 14 mm de diámetro y 4 m de longitud . Totalmente instalado y conexionado.	1	187,16	187,16
5.8.6.6	Descargador autoválvula PDV 100 10 KA. Tensión residual máx. = 20 KV. Ref: 217608-7214 Pica de 14 mm de diámetro y 2m de longitud. Incluso elementos de conexión. Totalmente instalado y conexionado	1	2.927,20	2.927,20

SUBTOTAL 5.298,36



Presupuesto

5.8.7 TABLA RESUMEN

SUBTOTAL	PRESUPUESTO TOTAL CAPITULO VIII	Importe (€)
5.8.1	OBRA CIVIL	1.125,00
5.8.2	CASETA DEL CENTRO	7.125,00
5.8.3	TRANSFORMADOR DE POTENCIA	12.688,21
5.8.4	APARAMENTA DE MEDIA TENSION	10.702,85
5.8.5	EQUIPO DE BAJA TENSION	7.857,75
5.8.6	PUESTA A TIERRA	5.298,36
SUBTOTAL		44.797,17



5.9 CAPITULO IX: EQUIPO DE SEGURIDAD Y SALUD

5.9.1 SEGURIDAD Y SALUD

Nº de orden	Concepto/Referencia	Ud.	Precio Ud. (€)	Importe (€)
5.9.1.1	Casco de seguridad dieléctrico con pantalla para protección de descargas eléctricas.	4	3,73	14,92
5.9.1.2	Arnés de seguridad con amarre dorsal + amarre torsal + amarre lateral, acolchado y cinturón giro 180º para trabajos de electricidad, fabricado con fibra de nylon de 45 mm y elementos metálicos de acero inoxidable.	4	54,45	217,80
5.9.1.3	Placa Reglamentarias "Peligro de Muerte" o "Primeros Auxilios"	6	12,20	73,20
5.9.1.4	Señal triangular y soporte Señal de seguridad triangular de L= 70 cm, normalizada, con trípode tubular, colocación y desmontaje según RD. 485/97.	2	15,96	31,92
5.9.1.5	Gafas protectoras contra impactos, incoloras.	4	3,14	12,56
5.9.1.6	Gafas antipolvo antiempañables, panorámicas.	4	0,81	3,24
5.9.1.7	Protectores auditivos con arnés a la nuca	10	3,12	31,20
5.9.1.8	Juego de tapones antirruído de silicona ajustables.	10	1,41	14,10
5.9.1.9	Faja protección lumbar.	2	2,80	5,60
5.9.1.10	Chaleco de trabajo de poliéster-algodón.	3	3,50	10,50
5.9.1.11	Par de rodilleras ajustables de protección ergonómica.	2	2,63	5,26
5.9.1.12	Cinturón portaherramientas.	3	5,89	17,67
5.9.1.13	Mono de trabajo, de una pieza de poliésteralgodón	5	15,29	76,45
5.9.1.14	Par guantes de uso general de maniobra	5	98,00	490,00
5.9.1.15	Par de botas de seguridad con puntera metálica para refuerzo y plantillas de acero flexibles, para riesgos de perforación, amortizable en tres usos.	6	24,50	147,00
5.9.1.16	Banqueta aislante para maniobrar la aparamenta	2	150,50	301,00
5.9.1.17	Lámpara portátil de mano, con cesto protector y mango aislante.	2	3,45	6,90
5.9.1.18	Extintor de CO2 de 5 Kg de eficacia equivalente 89 B, incluso botellín impulsor, soportes y mano de obra colocación, según norma UNE 23110. medida la unidad instalada.	1	112,63	112,63

SUBTOTAL 1.571,95



Presupuesto

5.10 RESUMEN DEL PRESUPUESTO DE LA INSTALACIÓN

ORDEN	DESCRIPCIÓN	TOTAL(EUROS)
CAPITULO I	ACOMETIDA	14065,5
CAPITULO II	PROTECCIONES	48651,72
CAPITULO III	CONDUCTORES, TUBOS Y CANALIZACIONES	40426,6
CAPITULO IV	PUESTA A TIERRA	1964,79
CAPITULO V	ALUMBRADRO	40747,94
CAPITULO VI	ELEMENTOS VARIOS	1613,72
CAPITULO VII	COMPENSACION ENERGIA REACTIVA	9555,66
CAPITULO VIII	CENTRO DE TRANSFORMACIÓN	4479,17
CAPITULO IX	EQUIPO DE SEGURIDAD Y SALUD	1571,95
TOTAL	PRESUPUESTO DE EJECUCION DEL MATERIAL	163077,05
	GASTOS GENERALES(5%)	8153,85
	BENEFICIO INDUSTRIAL(10%)	16307,7
TOTAL	PRESUPUESTO DE EJ. POR CONTRATA SIN IVA	187538,60
	IVA (18%)	33756,95
TOTAL	PRESUPUESTO DE EJECUCION POR CONTRATA	221295,55
	REDACCION DEL PROYECTO(4%)	8851,82
	DIRECCIÓN DE LA OBRA (4%)	8851,82
TOTAL	PRESUPUESTO TOTAL	238999,19

El presupuesto total de la instalación asciende a la cantidad de doscientos treinta y ocho mil novecientos noventa y nueve EUROS con diecinueve CENTIMOS

Pamplona, Abril de 2012

Xabier Guerrero Castiella



ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE INGENIEROS INDUSTRIALES Y DE TELECOMUNICACIÓN

Titulación:

INGENIERO TÉCNICO INDUSTRIAL ELÉCTRICO

Título del proyecto:

“INSTALACIÓN ELÉCTRICA DE BAJA TENSIÓN Y
CENTRO DE TRANSFORMACIÓN DE UNA NAVE
INDUSTRIAL”

6. ESTUDIO BASICO DE SEGURIDAD Y SALUD

Alumno: Xabier Guerrero Castiella

Tutor: José Javier Crespo Ganuza

Pamplona, Abril de 2012



INDICE

6.1 Objeto del estudio.....	4
6.2 Conceptos básicos sobre seguridad y salud en el trabajo.....	4
6.3 Riesgos generales y su prevención.....	4
6.4 Riesgos profesionales y factores de riesgo en el trabajo.....	5
6.4.1 El trabajo.....	5
6.4.2 La salud.....	6
6.4.3 Los riesgos profesionales.....	6
6.5 Condiciones de seguridad.....	8
6.5.1 Factores de seguridad en el lugar de trabajo.....	8
6.5.2 Máquinas y equipos de trabajo.....	9
6.5.3 Riesgo eléctrico.....	9
6.5.4 Riesgo de incendio.....	10
6.6 Medio ambiente físico.....	10
6.6.1 Ruido.....	10
6.6.2 Vibraciones.....	11
6.6.3 Radiaciones.....	11
6.6.4 Condiciones termo-higiénicas.....	12
6.7 Contaminantes químicos y biológicos.....	12
6.7.1 Contaminantes químicos.....	12
6.7.2 Contaminantes biológicos.....	13
6.8 Planes de emergencia y evacuación.....	13
6.9 Normas implantadas en el presente proyecto.....	14



6.9.1 Normas generales.....	14
6.9.2 Prevención de accidentes por caídas.....	15
6.9.3 Prevención de accidentes oculares.....	16
6.9.4 Prevención de accidentes por corte.....	16
6.9.5 Prevención de accidentes por atrapamiento.....	16
6.9.6 Prevención de accidentes con herramientas manuales.....	17
6.9.7 Prevención de accidentes en máquinas portátiles eléctricas.....	17
6.9.8 Prevención de accidentes en máquinas neumáticas.....	18
6.9.9 Prevención de accidentes de maquinas-herramientas.....	18
6.9.10 Prevención en almacenamientos.....	18
6.9.11 Prevención de accidentes eléctricos.....	19



6.1 OBJETO DEL ESTUDIO

Este estudio tiene como objeto el que la empresa contratista que lleve a cabo la instalación a que hace referencia este Proyecto, la lleve a efecto en las mejores condiciones que puedan alcanzarse respecto a garantizar el mantenimiento de la salud, la integridad física y la vida de los trabajadores, cumpliendo así lo ordenado en el Real Decreto 1627/97 de 24 de Octubre (B.O.E. de 25/10/97).

6.2 CONCEPTOS BÁSICOS SOBRE SEGURIDAD Y SALUD EN EL TRABAJO

El punto de partida para el desarrollo de las funciones del nivel básico de la actividad preventiva es el conocimiento de los conceptos y aspectos más generales relativos a la seguridad y a salud laboral y la prevención de los riesgos derivados del trabajo en la empresa.

Objetivos:

- Conocer los conceptos fundamentales que conforman el campo de la seguridad y salud laboral.
- Identificar la normativa básica que regula la materia de la seguridad y salud laboral.

La salud, en líneas generales, es el resultado de un proceso de desarrollo individual de la persona, que se puede ir logrando o perdiendo en función de las condiciones que le rodean, es decir, su entorno y su propia voluntad.

La seguridad es la eliminación de todo riesgo profesional, o dicho de otra manera, la eliminación de toda posibilidad de daño a las personas o bienes, como consecuencia de circunstancias o condiciones de trabajo.

Una vez definido seguridad y salud, se deben de ver los posibles riesgos que se pueden tener en el trabajo, identificarlos en la nave del presente proyecto, y dar unas soluciones para minimizar lo máximo posible el riesgo de daño a personas o bienes.

6.3 RIESGOS GENERALES Y SU PREVENCIÓN

Existen elementos energéticos agresivos presentes en el medio ambiente y generados por fuentes concretas. Estas energías son mecánicas, térmicas y electromagnéticas. Las más destacables son:



- Ruido.
- Vibraciones.
- Iluminación.
- Condiciones ambientales (Termohigrométricas).
- Radiaciones ionizantes y no ionizantes.
- Campos eléctricos y magnéticos.
- Presiones y depresiones.

Una vez visto los tipos de riesgos, es necesario poner medidas de seguridad, y para ello es conveniente:

- Identificar y valorar los diferentes factores de riesgo presentes en la actividad laboral y los daños que puedan ocasionar en la salud de los trabajadores.
- Reconocer las situaciones de riesgo para proponer y desarrollar acciones de prevención eficaces.

6.4 RIESGOS PROFESIONALES Y FACTORES DE RIESGO EN EL TRABAJO

6.4.1 EL TRABAJO

El trabajo es la actividad que realiza el hombre transformando la naturaleza para su beneficio, buscando satisfacer necesidades humanas, mejorar la calidad de vida, satisfacción personal...

Esta actividad puede provocar efectos no deseados sobre la salud de los trabajadores, ya sea por la pérdida o ausencia de trabajo (hoy en día la precariedad del mercado laboral y el paro suponen un importante problema para la salud, con repercusiones individuales, familiares y sociales) o por las condiciones en las cuales se realiza (accidentes, enfermedades derivadas del entorno laboral).

Aunque las formas de entender el trabajo han variado a lo largo de la historia, el trabajo presenta dos características fundamentales:

- **Tecnificación:** invención y uso de máquinas, herramientas y equipos de trabajo que facilitan la realización de las distintas tareas para la transformación de la naturaleza.
- **Organización:** planificación de la actividad laboral. Coordinando las tareas de los distintos trabajadores se consiguen mejores resultados.



Cuando no se controlan adecuadamente ambos efectos o no funcionan con corrección, aparecen riesgos para la salud y la seguridad de los trabajadores.

6.4.2 LA SALUD

La salud es según la Organización Mundial de la Salud el estado completo de bienestar físico, mental y social. Así pues, debemos considerar la salud como un proceso permanente de desarrollo. No es fruto del azar y se puede perder y recuperar, según las condiciones laborales de cada trabajador.

6.4.3 LOS RIESGOS PROFESIONALES

Se trata de las situaciones que pueden romper el equilibrio físico, psíquico y social de los trabajadores.

La Ley de Prevención de Riesgos Laborales lo describe así:

“Posibilidad de que un trabajador sufra un daño derivado de su trabajo. La calificación de su gravedad dependerá de la probabilidad de que se produzca el daño y la severidad del mismo.”

El otro concepto relacionado a la prevención de riesgos es el peligro, que se define como propiedad o aptitud intrínseca de algún elemento de trabajo para ocasionar daños. En ocasiones se confunden estos dos términos.

a) Condiciones de trabajo

Son cualquier característica del trabajo mismo que pueda tener una influencia significativa en la generación de riesgos para la seguridad y la salud del trabajo.

Ellas son:

- Las características generales de los locales, instalaciones, equipos y otros útiles existentes en el centro de trabajo.
- La naturaleza de los agentes físicos, químicos y biológicos presentes en el ambiente de trabajo y sus correspondientes intensidades.
- Los procedimientos para el uso de los agentes citados que influyan en la generación de riesgos.



- Aquellas características del trabajo, incluidas aquellas relativas a su organización y ordenación, que influyan en la magnitud de los riesgos a que esté expuesto un trabajador.

b) Factores de riesgo

Es el elemento o conjunto de variables que están presentes en las condiciones de trabajo y que pueden originar una disminución del nivel de salud del trabajador. El estudio de estos factores se divide en 5 grupos:

1) Condiciones de seguridad: Son las condiciones materiales que pueden dar lugar a un accidente en el trabajo.

- Lugar y superficie de trabajo.
- Máquinas y equipos de trabajos.
- Riesgos eléctricos.
- Manipulación, transporte,...

2) Medio ambiente físico del trabajo: Aparecen de forma natural o modificados por el proceso de producción.

- Condiciones de temperatura, humedad, ventilación.
- Iluminación.
- Ruido.
- Vibraciones.
- Radiaciones (ionizantes o no)

3) Contaminantes: Son elementos extraños al organismo humano capaces de producir alteraciones a la salud. Pueden ser:

- Contaminantes químicos, o las sustancias químicas que durante la fabricación, transporte, almacenamiento o uso puedan incorporarse al ambiente en forma de aerosol, gas o vapor y afectar a la salud de los trabajadores. Su vía de entrada al organismo suele ser la respiratoria, pero también a través de la piel o por el aparato digestivo.
- Contaminantes biológicos, o los microorganismos que pueden estar presentes en el ambiente del trabajo y originar alteraciones en la salud, como pueden ser bacterias, virus, pelos de animales, o polen y polvo de los vegetales.

4) Exceso de carga física o mental: Tienen que ver con la organización y estructura empresarial, que suelen afectar en el ámbito físico y mental debido a los esfuerzos realizados por el trabajador.

- Carga física, esfuerzos físicos de todo tipo así como situación estática.



- Carga mental, nivel de exigencia psíquica de la tarea (monotonía, falta de autonomía,...)

5) Factores organizativos que afectan al tipo de jornada, horarios, decisiones a tomar, etc.: Para la prevención de estos factores de riesgo hay unas técnicas específicas a cumplir:

- Seguridad en el trabajo.
- Higiene industrial.
- Medicina del trabajo.
- Psicología.
- Ergonomía.

Se deben adoptar las medidas necesarias para cumplir estos requisitos así previniendo los riesgos.

6.5 CONDICIONES DE SEGURIDAD

Para evitar el mayor número de accidentes posibles hay que extremar las siguientes precauciones:

6.5.1 FACTORES DE SEGURIDAD EN EL LUGAR DE TRABAJO

En el trabajo siempre se deberá cumplir:

- Condiciones constructivas, el diseño y características constructivas de los lugares de trabajo, como ofrecer seguridad frente a riesgo de resbalones o caídas, choques, golpes, derrumbamientos,... esos elementos son la seguridad estructural, espacios de trabajo en zonas peligrosas, suelos, aberturas, desniveles y barandillas, tabiques y ventanas, puertas, rampas, escaleras de mano, condiciones de protección contra incendios, acceso para minusválidos, instalación eléctrica,...
- Orden, limpieza y mantenimiento, en todas las zonas del trabajo.
- Señalización de seguridad y salud.
- Instalaciones de servicio y protección.
- Condiciones ambientales, temperatura, ruido, contaminantes,...
- Iluminación.



- Servicios higiénicos y locales de descanso, como fuentes de agua potable, vestuarios, locales al aire libre,...
- Material y locales de primeros auxilios.

6.5.2 MÁQUINAS Y EQUIPOS DE TRABAJO

Se debe tener en cuenta:

- Las condiciones características específicas del trabajo que se desarrolle.
- Los riesgos existentes para la seguridad y la salud de los trabajadores en el lugar de trabajo.
- Las adaptaciones necesarias para su uso por trabajadores discapacitados.

Para disminuir la tasa de siniestralidad laboral en lo referente a los accidentes que se producen a causa de fallos de seguridad relacionados con las máquinas se necesita:

- Seguridad en el producto, el mercado CE garantiza la comercialización de máquinas y equipos que vengan de fábrica con los requisitos de seguridad necesarios para proteger a los trabajadores.
- Instalación, siguiendo instrucciones del fabricante y en los lugares apropiados.
- Mantenimiento, por personal especializado.
- Uso adecuado, por el personal autorizado.

6.5.3 RIESGO ELÉCTRICO

Existen dos tipos de contacto eléctrico:

- Directo, con las partes activas de los materiales y equipos.
- Indirecto, con partes puestas accidentalmente bajo tensión.

Para evitar en la medida de lo posible los riesgos de los contactos eléctricos hay que:



- Alejar las partes activas, para evitar contactos fortuitos.
- Aislarlas también con recubrimientos apropiados.
- Interponer obstáculos para impedir contactos accidentales.

6.5.4 RIESGO DE INCENDIO

Está presente en cualquier actividad. Cuando estos rasgos se presentan es más fácil que se produzca un incendio:

- Combustible presente (cualquier sustancia capaz de arder).
- Comburente (sustancia que hace que otra entre en combustión).
- Fuente de calor (foco de calor).
- Reacción en cadena (proceso que acelera la propagación del fuego).

Factores a tener en cuenta en la actuación contra el incendio:

- Diseño, estructura y materiales de construcción de las instalaciones.
- Situación del centro de trabajo, tipo de actividad, edificios colindantes,...
- Detección y alarma, cualquier incendio es controlable si se detecta y localiza a tiempo, antes de propagarse y alcanzar grandes dimensiones.
- Medios de extinción, como son los equipos portátiles (extintores), instalaciones fijas (bocas de incendio, columnas secas, rociadores,...).
- Evacuación del personal, para evitar daños en la salud de los trabajadores se debe tener un plan de evacuación.

6.6 MEDIO AMBIENTE FÍSICO

6.6.1 RUIDO

Las características del sonido que hacen diferentes unos ruidos de otros son:



- frecuencia: es la periodicidad en que se repite una oscilación sonora. Se mide en hertzios y determina el tono. Las frecuencias altas o agudas son las más graves para la salud.
- Intensidad: fuerza de vibración sonora. Se mide en decibelios y determina el grado de presión o energía sonora. Clasifica los sonidos en fuertes o débiles.

6.6.2 VIBRACIONES

Son oscilaciones de partículas alrededor de un punto, en un medio físico equilibrado cualquiera. Se producen por el efecto propio del funcionamiento de una máquina o equipo. Pueden producir varios efectos:

- Muy baja frecuencia (menos de 2 hertzios): alteraciones del sentido del equilibrio, provocando mareos, náuseas y vómitos (movimiento de balanceo de coches, barcos,...).
- Baja y media frecuencia (de 2 a 20 hertzios): afectan sobre todo a la columna vertebral, aparato digestivo y visión (vehículos y maquinaria industrial, tractores, obras públicas).
- Alta frecuencia (de 20 a 300 hertzios): pueden producir quemaduras por rozamiento y problemas vasomotores).

6.6.3 RADIACIONES

Son ondas de energía que inciden sobre el organismo humano, pudiendo llegar a producir efectos dañinos para la salud de los trabajadores. Existen dos tipos:

- Radiaciones ionizantes: ondas de alta frecuencia (rayos X, rayos g, partículas atómicas,...) que tienen gran poder energético ya que pueden transformar la estructura de los átomos provocando la expulsión de electrones de su orbita. Los efectos para la salud dependen de la dosis absorbida por el organismo. Puede afectar tanto a los tejidos como a los órganos. Provocando desde nauseas, vómitos y cefaleas hasta alteraciones cutáneas y cáncer.
- Radiaciones no ionizantes: son ondas de baja o media frecuencia (microondas, infrarrojos, ultravioleta,...) que poseen poca energía (no producen la ionización de la materia. Pueden provocar efectos térmicos o irritaciones en la piel hasta conjuntivitis, quemaduras graves, cáncer de piel.



6.6.4 CONDICIONES TERMO-HIGIÉNICAS

Son las condiciones físicas ambientales de la temperatura, humedad y ventilación, en las que se desarrolla un trabajo. Hay diferentes variables que deben considerarse de forma global:

- Temperatura del aire, humedad del aire, temperatura de paredes y objetos, velocidad del aire, actividad física, clase de ropa.
- Unas malas condiciones pueden provocar efectos negativos para la salud como resfriados, deshidratación, golpes de calor,... o efectos en la conducta como aumento de la fatiga.

6.7 CONTAMINANTES QUÍMICOS Y BIOLÓGICOS

6.7.1 CONTAMINANTES QUÍMICOS

Son sustancias constituidas por materia inerte que pueden estar presentes en el aire que respiramos de forma sólida, líquida o gaseosa. Se pueden incorporar en el ambiente al transportarse, fabricación, almacenamiento o uso.

Las vías de entrada en este organismo son:

- Vía respiratoria, nariz, boca laringe, pulmones,...
- Vía dérmica, se incorpora el contaminante a la sangre a través de la piel.
- Vía digestiva, todo el aparato digestivo mas las mucosidades del sistema respiratorio.
- Vía parenteral, penetración por llagas, heridas o punciones.

Los efectos de estos contaminantes son:

- Irritantes, hinchazón de la zona de contacto.
- Asfixiantes, impide la llegada de oxígeno a las células y altera los mecanismos oxidativos biológicos.
- Anestésicos, depresores del sistema nervioso central.
- Corrosivos, destruyen los tejidos con los que entran en contacto.



- Neumoconióticos, partículas sólidas que se acumulan en las vías respiratorias.
- Sensibilizantes, producen reacciones alérgicas.
- Cancerígenas, pueden ser mutágenos (modificaciones hereditarias) y teratógenos (producen malformaciones en la descendencia).
- Tóxicos sistémicos, alteran órganos y sistemas específicos.

6.7.2 CONTAMINANTES BIOLÓGICOS

Son microorganismos o partes de seres vivos que pueden estar presentes en el ambiente de trabajo y originar alteraciones. Son bacterias, virus y hongos, que penetran en el organismo y producen cualquier tipo de infección.

6.8 PLANES DE EMERGENCIA Y EVACUACIÓN

El artículo 20 de la Ley de Prevención de Riesgos Laborales señala las obligaciones que tiene el empresario relacionadas con la adopción de medidas de emergencia en la empresa o centro de trabajo.

El empresario deberá también analizar las posibles situaciones de emergencia y adoptar las medidas necesarias en materia de primeros auxilios, lucha contra incendios y evacuación de personal.

Para ello debe designar a las personas encargadas de poner en práctica estas medidas y comprobar periódicamente su correcto funcionamiento. El personal citado deberá poseer la formación necesaria, ser un número suficiente y disponer del material adecuado en función de las circunstancias señaladas.

Para la aplicación de esas medidas, el empresario deberá organizar las relaciones que sean necesarias con servicios externos de la empresa que garanticen la rapidez y eficacia de las mismas.

El plan de Autoprotección es un estudio completo desde el punto de vista de la seguridad de un edificio o un grupo de ellos, incluyendo las actividades que en ellos se desarrollen, con sus instalaciones de prevención y protección con lo que cuenta, así como los medios humanos y materiales disponibles.

Contenidos:

- Evaluación del riesgo: Valoración de las condiciones de riesgo del edificio en función de los medios disponibles.



- Medios de protección: Medios humanos y materiales disponibles y precisos, determinando los equipos y sus funciones para establecer los datos de interés que garanticen la prevención de riesgos.
- Plan de emergencia: Contempla las diversas hipótesis de emergencia, los planes de actuación de cada una de ellas y las condiciones de uso y mantenimiento de las instalaciones.
- Implantación; Divulgación general del plan, programas de formación específica del personal incorporado al mismo, realización de simulacros, programas de seguimientos,..

6.9 NORMAS IMPLANTADAS EN EL PRESENTE PROYECTO

6.9.1 NORMAS GENERALES

- a) Todo aviso o señal de seguridad constituye una norma, por lo que se debe cumplir en todo momento.
- b) Todo trabajador debe cumplir las indicaciones dadas por su superior en cuanto a métodos de Seguridad y Salud en el Trabajo.
- c) Cualquier rotura, daño o defecto producido sobre las instalaciones, trabajadores, máquinas, etc..., deben ser comunicados de inmediato al personal responsable.
- d) El lugar o puesto de trabajo debe mantenerse en todo momento ordenado y limpio.
- e) El tránsito de personal por el taller debe efectuarse por los pasillos señalizados a tal efecto, y bajo ningún concepto se permite correr. Los pasillos y las calles deben estar libres de obstáculos.
- f) Cualquier herida o lesión, por leve que sea, debe ser tratada de inmediato en el botiquín (primeros auxilios) por el personal responsable.
- g) Sólo se puede comer y beber durante el tiempo establecido a tal efecto, en los recintos donde está expresamente permitido.
- h) Durante el tiempo de trabajo está totalmente prohibido ingerir bebidas alcohólicas y productos de naturaleza narcótica. Tampoco se permitirá la entrada al trabajador que se encuentre en estado de embriaguez.



- i) No se debe penetrar en los recintos cerrados ni en los de paso restringido al personal autorizado.
- j) En recintos donde se almacenan materias fácilmente inflamables está terminantemente prohibido fumar.
- k) Se debe conocer perfectamente el funcionamiento y ubicación de los extintores.
- l) No se debe usar el aire comprimido para limpiar el polvo de las ropas o para quitar virutas.
- m) Queda totalmente prohibido detenerse debajo de cargas suspendidas en el aire.
- n) En los puestos donde se requiere, es obligatorio el uso de equipo de protección personal.
- o) No se debe apilar o dejar material fuera de los lugares señalados.
- p) Para la extracción de líquidos corrosivos, deben emplearse dispositivos que eviten salpicaduras, como son los volcadores, sifones,..
- q) Revisar las herramientas de trabajo para asegurarse de su correcto estado de utilización.

6.9.2 PREVENCIÓN DE ACCIDENTES POR CAÍDAS

- a) Mantener el lugar o puesto de trabajo limpio, especialmente de grasa, aceite u otros líquidos.
- b) Al subir o bajar escaleras fijas, apoyar toda la superficie del pie para evitar torceduras o resbalamientos. No correr en los desplazamientos.
- c) No pisar objetos o zonas que carezcan de rigidez.
- d) Señalizar y/o tapar los huecos que supongan riesgos de caídas.
- e) Los pasillos y zonas de paso deben estar despejadas.
- f) Si se debe acceder a algún punto de altura, emplear plataformas o escaleras perfectamente apuntadas, pero nunca se deben encaramar a las máquinas o estanterías, ni emplear taburetes, sillas, mesas o cajas, etc.
- g) Al transportar una carga, procurar que no impida la visión.



6.9.3 PREVENCIÓN DE ACCIDENTES OCULARES

- a) Las gafas de protección se usarán con todos sus componentes, sin desmontar sus protecciones laterales, y su obligatoriedad será fijada mediante carteles indicativos.
- b) El buen uso y conservación es responsabilidad del usuario. En caso de necesitarlo el operario, las gafas se proveerán con cristales graduados.
- c) Está prohibido retirar las protecciones contra la proyección de partículas de que disponen diversas máquinas.
- d) El uso de las gafas es obligatorio cuando se trabaja con máquinas que carecen de protección contra la proyección de partículas.
- e) En el caso que se produzca la proyección de un cuerpo extraño al ojo, sin enclavamiento, se procederá a su extracción con una punta de pañuelo enrollada.

6.9.4 PREVENCIÓN DE ACCIDENTES POR CORTE

- a) En la manipulación de tablones deben emplearse toda clase de protecciones contra los cortes, como son guantes, manguitos, botas, etc.
- b) Manipular las piezas de tamaño mediano y grande de una en una. Si la pieza se desliza no se debe intentar sujetarla.
- c) El uso de guantes es estrictamente obligatorio durante el manejo de tablones punzantes, cortantes o con aristas vivas.
- d) Las virutas de las máquinas se deben retirar con ganchos provistos de cazoletas que protejan la mano. Bajo ningún pretexto se utilizarán las manos para retirarlas.

6.9.5 PREVENCIÓN DE ACCIDENTES POR ATRAPAMIENTO

- a) Se debe tener precaución con el movimiento de elementos que pueden atrapar algún miembro por compresión.
- b) Se debe tener precaución con los elementos de máquinas o instalaciones en donde el movimiento de traslación o rotación pueda arrastrar al trabajador por enganche de un miembro o parte de su vestimenta.



- c) No se debe acompañar con las manos desplazamientos automáticos de piezas y máquinas.
- d) Se debe tener precaución con el movimiento de los componentes de máquinas en los que puedan entrar o quedar atrapadas cualquier parte del cuerpo.

6.9.6 PREVENCIÓN DE ACCIDENTES CON HERRAMIENTAS MANUALES

- a) Las herramientas manuales sólo se deben emplear para el fin por el que se han concebido, y nunca con segundas aplicaciones ni fines auxiliares. Por ello debe procurarse que no tengan defectos ni desgastes que dificulten su correcta utilización.
- b) Todas las herramientas manuales deben permanecer perfectamente limpias; en el momento de utilizarlas, las manos deberán estar secas y limpias de grasas o aceites que impidan la seguridad en la sujeción.
- c) Las herramientas cortantes o punzantes se mantendrán debidamente afiladas y deberán carecer de rebabas. Cuando no se utilicen estarán provistas de fundas protectoras para filos o puntas.

6.9.7 PREVENCIÓN DE ACCIDENTES EN MÁQUINAS PORTÁTILES ELÉCTRICAS

- a) Los enchufes y alargaderas eléctricas deben ser inspeccionados periódicamente, revisando la funda protectora de los hilos, y las conexiones de las clavijas.
- b) Se debe evitar poner las máquinas sobre lugares húmedos.
- c) Las tomas de corriente nunca se deben efectuar directamente con los cables, sino con clavijas normalizadas.
- d) En trabajos con amoladora, pulidoras, etc., el operario deberá mantenerse siempre fuera del plano de rotación del disco.
- e) Al trabajar con estas herramientas en lugares húmedos o en locales donde se suda mucho, se deben utilizar transformadores que reduzcan la tensión a menos de 50 voltios.
- f) En caso de avería, los cables no se deben reparar con cinta aislante, ya que con el tiempo se reseca, pierde el poder adhesivo y absorbe la humedad; lo correcto es reemplazarlos por otros nuevos.



6.9.8 PREVENCIÓN DE ACCIDENTES EN MÁQUINAS NEUMÁTICAS

- a) Los racores y la herramienta deben estar bien acoplados a la máquina, por ello se deben revisar periódicamente.
- b) Nunca se debe doblar la manguera para cortar el aire, sino que se debe interrumpir desde la fuente de alimentación.
- c) Las mangueras de aire comprimido se mantendrán fuera de los pasillos y de paso con objeto de no tropezar con ellas ni de que puedan ser atrapadas por ruedas de vehículos y, en consecuencia, ser dañadas.
- d) No se debe dirigir el aire a presión hacia las demás personas.

6.9.9 PREVENCIÓN DE ACCIDENTES DE MÁQUINAS-HERRAMINETAS

- a) Antes de poner en marcha una máquina, se deben conocer las operaciones se han de realizar y su correcto empleo.
- b) Debe prestarse la máxima atención al proceso de trabajo establecido para cada operación.
- c) No se debe iniciar ningún trabajo sin que las protecciones de la máquina estén correctamente colocadas.
- d) En operaciones con máquinas herramientas, el operario debe llevar la ropa de trabajo (buzo) bien ajustado al cuerpo, con las mangas ajustadas a la muñeca y sin que los cinturones tengan libres o sueltos los extremos.

6.9.10 PREVENCIÓN EN ALMACENAMIENTOS

- a) Al almacenar los materiales se deberá cuidar:
 - Obstruir el acceso a las tomas de agua, extintores, llaves contraincendio, cuadros eléctricos, interruptores, cajas de fusible, válvulas, máquinas, etc.
 - Bloquear los equipos de primeros auxilios, puertas o salidas de personal, pasillos, etc.
 - Dejar ocultos carteles informativos, señales de seguridad, indicaciones, etc.



- b) Al almacenar materiales pesados, se debe tener en cuenta que los pisos inferiores sean más resistentes.
- c) Almacenar correctamente para evitar los riesgos de accidentes debidos al paso de trabajadores y carretillas.
- d) Tipo de apilado
 - Cruzado: Se coloca una capa de materiales en ángulo recto con la capa inmediatamente inferior.
 - De bidones: De pie con el tapón hacia arriba; entre fila y fila habrán de ir tablas de madera como soporte y protección.

6.9.11 PREVENCIÓN DE ACCIDENTES ELÉCTRICOS

- a) Bajo ningún concepto se deben tocar los conductores eléctricos desnudos.
- b) Nunca se deben manipular las instalaciones eléctricas; es tarea del personal especializado.
- c) Cualquier instalación, máquina o aparato eléctricos deben ser inspeccionados detenidamente antes de su utilización, así como sus cables y anclajes.
- d) Si se observa alguna chispa, desconectar y solicitar la revisión por los expertos.
- e) No colocar los cables sobre hierro, tuberías, chapas o muebles metálicos.
- f) Al desconectar un aparato, tirar de la clavija, nunca del cable.
- g) No se debe reparar un fusible, sino sustituirlo por otro nuevo.
- h) Nunca se debe apagar un incendio de origen eléctrico con agua. Se deben utilizar extintores de anhídrido carbónico o de polvo.
- i) Cómo proceder en caso de accidente eléctrico por contacto.
 - Desconectar la corriente.
 - Alejar al accidentado por contacto, empleando materiales aislantes, guantes de goma, madera seca, etc. No tocarlo sin estar aislados.
 - Practicar la respiración artificial inmediatamente.
 - Avisar al médico.
- j) Las cinco reglas básicas contra riesgos eléctricos.



Estudio básico de seguridad y salud laboral

- Antes de utilizar cualquier aparato o instalación eléctrica, hay que asegurarse de su perfecto estado.
- Para utilizar un aparato o instalación eléctrico, sólo se deben manipular los elementos de mano previstos para tal fin.
- No se deben emplear aparatos eléctricos ni instalaciones eléctricas cuando accidentalmente se encuentren mojadas, o cuando la misma persona tenga las manos o los pies húmedos.
- En caso de avería o incidente, se debe cortar la corriente como primera medida, después avisar al personal especializado.
- En caso de avería de la instalación o de la herramienta, se debe llamar al electricista, no se debe utilizar la instalación y se ha de impedir que otros la utilicen.

Pamplona, Abril de 2012

Xabier Guerrero Castiella



ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE INGENIEROS INDUSTRIALES Y DE TELECOMUNICACIÓN

Titulación:

INGENIERO TÉCNICO INDUSTRIAL ELÉCTRICO

Título del proyecto:

“INSTALACIÓN ELÉCTRICA DE BAJA TENSIÓN Y
CENTRO DE TRANSFORMACIÓN DE UNA NAVE
INDUSTRIAL”

7. BIBLIOGRAFÍA

Alumno: Xabier Guerrero Castiella

Tutor: José Javier Crespo Ganuza

Pamplona, Abril de 2012



ÍNDICE

7.1 Reglamento, normativas y libros.....	3
7.2 Paginas Web de empresas.....	4
7.2.1 Empresas de las que se han escogido los productos.....	4
7.2.2 Direcciones Web de empresas consultadas.....	5
7.2.3 Otras direcciones Web de interés.....	7



7.1 REGLAMENTO, NORMATIVAS Y LIBROS

Para la realización del proyecto de han debido de consultar, los reglamentos, normativas y libros que a continuación se exponen:

- Reglamento Electrotécnico para Baja Tensión e Instrucciones Técnicas Complementarias. Ministerio de Industria y Energía.
- Reglamento de Líneas Eléctricas Aéreas de Alta Tensión. Colección Leyes, Normas y Reglamentos. Ministerio de Ciencia y Tecnología.
- Reglamento sobre Centrales Eléctricas, Subestaciones y Centros de transformación. Colección de leyes, Normas y Reglamentos. Ministerio de Industria y Energía.
- Reglamento sobre Acometidas Eléctricas. Colección Leyes, Normas y Reglamentos. Ministerio de Industria y Energía.
- Reglamento sobre las Condiciones Técnicas y Garantías de Seguridad en Centrales Eléctricas, Subestaciones y Centros de Transformación e Instrucciones Técnicas Complementarias. Ministerio de Industria y Energía.
- Normas Tecnológicas de la edificación.
- Manual del alumbrado Westinghouse. Ed. CIE Inversiones editoriales. 4ª Edición.
- Puesta a tierra en edificios y en instalaciones eléctricas. Ed. Paraninfo 1997. Juan José Martínez Requera y José Carlos Toledano Gasca.
- Fernando Martínez Domínguez, Instalaciones eléctricas de alumbrado e industriales. Ed. Paraninfo.
- Reglamento de Verificaciones eléctricas y Regularidad en el Suministro de Energía Eléctrica.
- Normas UNE y Recomendaciones UNESA que sean de aplicación.
- Normas particulares de “Iberdrola distribución eléctrica”.
- Protecciones en las instalaciones eléctricas. Paulino Montané. Ed. Marcombo.
- Proyecto tipo Unión Fenosa para centro de transformación de distribución en edificio prefabricado.



- Instalaciones eléctricas de enlace y centros de transformación. Alberto Guerrero Fernández. Ed. McGraw-Hill.
- Proyecto tipo para centro de transformación compacto en edificio prefabricado de superficie. Iberdrola.
- Centros de transformación MT/BT, Schneider Electric.
- Cuadernos técnicos, Schneider Electric.

7.2 PAGINAS WEB DE EMPRESAS

7.2.1 EMPRESAS DE LAS QUE SE HAN ESCOGIDO LOS PRODUCTOS

Las direcciones de las páginas Web de los distintos fabricantes de los que se han escogido los distintos elementos para realizar el presente proyecto, son las siguientes:

- Ormazabal: <http://www.ormazabal.com>
Edificio prefabricado para el centro de transformación.
- Schneider Electric: <http://www.schneiderelectric.es>
Celdas del centro de transformación.
Interruptor automático magnetotérmico.
Interruptor automático diferencial.
Transformador de potencia.
- Manufacturas eléctricas S.A (MESA). <http://www.me-sa.es>
Fusibles limitadores de Media Tensión para celda de protección del transformador.
- Artech: <http://www.artech.es>
Transformador de tensión e intensidad para la celda de medida del centro de transformación.
- Prysmian: http://www.es.prysmian.com/es_ES/cs/index.html
Conductores escogidos para la alimentación de los distintos receptores.



-
- KLK electro materiales: <http://www.klk.es>
 - Picas para las Puestas a Tierra.
 - Arqueta de hierro para picas.
 - Grapa para la conexión de las picas.
 - Puntos de puesta a tierra.
 - Kits de soldadura aluminotérmica.
 - Terminales.

 - Philips: <http://www.philips.es/>
 - Lámparas y luminarias.

 - Osram: <http://www.osram.es/>
 - Lámparas y luminarias.

 - Legrand: <http://www.legrand.es/>
 - Lámparas y luminarias de emergencia y señalización.
 - Tomas de corriente.
 - Caja para tomas de corriente.
 - Placa de montaje para tomas de corriente.

 - BJC: <http://www.bjc.es/>
 - Bases de enchufe.
 - Interruptores.
 - Conmutadores.

 - Pemsa: <http://www.pemsa-rejiband.com/>
 - Bandeja.
 - Soportes para la bandeja.

 - TUBIFOR. <http://www.directindustry.com>

 - - Tubos de PVC para canalización de conductores

7.2.2 DIRECCIONES WEB DE EMPRESAS CONSULTADAS

En este apartado se citan una serie de direcciones Web de empresas que han sido consultadas, con el objetivo de elegir los productos más convenientes para el presente proyecto.

Este apartado puede ser de utilidad para la futura ampliación o reforma en la nave industrial del presente proyecto u otros.



- Postes Nervión: <http://www.postesnervion.es>
Centros de transformación prefabricados.
- Elkor: <http://www.elkor.es/>
Centros de transformación prefabricados.
Celdas para C.T.
- Schneider Electric: <http://www.schneiderelectric.es>
Centros de transformación prefabricados.
Celdas para C.T.
- Ibérica de aparellajes: <http://www.iberapa.es/>
Centros de transformación prefabricados.
Celdas para C.T.
- Industrias de aparellaje eléctrico: <http://www.inael.es/>
Centros de transformación prefabricados.
Celdas para C.T.
Fusibles.
- Manufacturas eléctricas S.A. (MESA). <http://www.me-sa.es>
Celdas para C.T.
- ABB: <http://www.abb.es>
Transformador de intensidad.
Transformador de tensión.
Transformador de distribución.
Fusibles.
Celdas para C.T.
Interruptores.
Interruptor automático magnetotérmico.
Interruptor automático diferencial.
- Incoesa: <http://www.incoesa.com/>
Transformador de distribución.
Centro de transformación prefabricado.
- Alkargo: <http://www.alkargo.com/>
Transformador de distribución.



- Merten: <http://www.merten.es/html/es/index.html>
Interruptores.
- Imefy : <http://www.imefy.com>
Transformador de potencia.
- Cotradis: <http://www.cotradis.com>
Transformador de distribución.
- BICC general cable: <http://www.generalcable.com>
Cables y accesorios.
- Incasa: <http://www.incasa-cables.com>
Cables y accesorios.
- Draka: <http://www.draka.es>
Cables y accesorios.
- Facosa: <http://www.facosa.com>
Cables y accesorios.
- Ornalux: <http://www.ornalux.com/>
Luminarias.

7.3.3 OTRAS DIRECCIONES WEB DE INTERÉS

- <http://www.energuia.com>
- <http://www.sercobe.es>
- <http://www.arqui.com>
- <http://www.procuno.com>
- <http://www.electroindustria.com>
- <http://bdd.unizar.es>
- <http://www.coitiab.es/reglamentos/electricidad/jccm>
- <http://www.unesa.es>
- <http://www.iberdrola.es>
- <http://www.ffii.nova.es/puntoinfomcyt/normascompaniaselectricas.asp?BT=on>



-
- <http://www.ffii.nova.es/puntoinformcyt/normascompaniaselectricas.asp?AT=on>
 - <http://www.voltimum.es>

Pamplona, Abril de 2012

Xabier Guerrero Castiella