



INSTALACIÓN ELÉCTRICA EN BAJA TENSIÓN
DE UNA NAVE INDUSTRIAL



ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE INGENIEROS
INDUSTRIALES Y DE TELECOMUNICACIÓN

Titulación:

INGENIERO TÉCNICO INDUSTRIAL ELÉCTRICO

Título del proyecto:

INSTALACIÓN ELÉCTRICA EN BAJA TENSIÓN DE UNA
NAVE INDUSTRIAL

DOCUMENTO 1. MEMORIA

Daniel Baquedano de Miguel

José Javier Crespo Ganuza

Pamplona, 15 de Abril de 2014

CAPITULO 1 MEMORIA
Daniel Baquedano de Miguel

1



INSTALACIÓN ELÉCTRICA EN BAJA TENSIÓN DE UNA NAVE INDUSTRIAL



INDICE. Capítulo 1 MEMORIA

1.1 INTRODUCCIÓN	
1.1.1 OBJETO DEL PROYECTO.....	3
1.1.2 SITUACIÓN.....	3
1.1.3 PREVISIÓN DE POTENCIA.....	3
1.1.4 PRESCRIPCIONES OFICIALES.....	4
1.1.5 SUMINISTRO DE ENERGÍA	5
1.1.6 SOLUCIÓN ADOPTADA.....	5
1.1.7 CARACTERISTICAS GENERALES.....	5
1.2 CENTRO DE TRANSFORMACIÓN.....	5
1.2.1 OBJETO.....	5
1.2.1.1 REGLAMENTACIÓN Y DISPOSICIONES OFICIALES.....	5
1.2.2 TITULAR.....	7
1.2.3 EMPLAZAMIENTO.....	7
1.2.4 CARACTERISTICAS GENERALES DEL C.T.....	7
1.2.5 PROGRAMA DE POTENCIA Y NECESIDADES.....	7
1.2.6 DESCRIPCIÓN DE LA INSTALACIÓN.....	8
1.2.6.1 OBRA CIVIL.....	8
1.2.6.2 INSTALACIÓN ELÉCTRICA.....	10
1.2.6.3 MEDIDA DE LA ENERGÍA ELÉCTRICA.....	16
1.2.6.4 PUESTAS A TIERRA.....	16
1.2.6.5 INSTALACIONES SECUNDARIAS.....	16
1.3 ESQUEMA DE DISTRIBUCIÓN.....	17
1.3.1 INTRODUCCIÓN.....	17
1.3.2 TIPOS DE ESQUEMAS DE DISTRIBUCIÓN.....	18
1.3.3 ESQUEMA DE DISTRIBUCIÓN ESCOGIDO.....	20
1.4 TIERRAS.....	20
1.5 DISTRIBUCIÓN EN B.T.	21
1.5.1 LEGISLACIÓN APLICABLE.....	21
1.5.2 SUPERFICIE Y CLASIFICACIÓN DEL LOCAL.....	21
1.5.3 SUMINISTRO DE ENERGÍA.....	21
1.5.4 RECEPTORES.....	21
1.5.5 PROTECCIONES.....	24
1.5.5.1 PROTECCIÓN CONTRA SOBRECARGAS.....	25
1.5.5.2 PROTECCIÓN CONTRA CORTOCIRCUITOS.....	26
1.5.5.3 PROTECCIÓN DE LAS PERSONAS.....	31
1.5.6 DESCRIPCIÓN DE LA INSTALACIÓN.....	33
1.5.6.1 DERIVACIÓN INDIVIDUAL.....	33
1.5.6.2 CONTADORES.....	34
1.5.6.3 CUADRO GENERAL Y SECUNDARIOS.....	34
1.5.6.4 SISTEMA DE INSTALACIÓN.....	35
1.5.6.5 CONEXIÓN Y MANIOBRA DE RECEPTORES.....	36
1.5.6.6 BATERÍA DE CONDESADORES	36
1.5.6.7 PROTECCIONES.....	36
1.5.7 ALUMBRADO DE SEÑALIZACIÓN Y EMERGENCIA.....	50



INSTALACIÓN ELÉCTRICA EN BAJA TENSIÓN DE UNA NAVE INDUSTRIAL



1.1 INTRODUCCIÓN:

1.1.1 OBJETO DEL PROYECTO:

La presente memoria tiene por objeto el estudio de la instalación eléctrica en Baja Tensión de una nave industrial dedicada a la producción de armarios y estanterías de acero inoxidable a medida. La instalación eléctrica constará de:

- Instalación de alumbrado interior, exterior, de emergencia y señalización.
- Instalación de fuerza y tomas de corriente.
- Centro de transformación de media a baja tensión.
- Protección eléctrica de las líneas que alimentan 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).

1.1.2 SITUACIÓN:

La nave en cuestión está situada en la calle B, nº3, del polígono industrial de Ablitas (Navarra) y dispone de 3.330 m². Se compone de un aparcamiento (874 m²), una zona de fabricación (2164 m²) y de un edificio de dos plantas (262 m² cada planta). En dicho edificio tenemos los vestuarios, los aseos, un pequeño almacén y las oficinas. En la zona de fabricación se encuentra la maquinaria.

Los planos de localización y emplazamiento se adjuntan en el documento Planos del presente proyecto.

1.1.3 PREVISIÓN DE POTENCIA:

La actividad comercial contará con los útiles y herramientas necesarios para el correcto funcionamiento del proceso industrial. Para ello cuenta con la siguiente maquinaria:

Máquina	Potencia (w)
Centro pulido	8200
sierra	2600
Prensa 1	7500
Prensa 2	7500
Cizalla	7500
Plegadora 1	5000
Plegadora 2	5000
Punzonadora	8000
Soldadura 1	12000



INSTALACIÓN ELÉCTRICA EN BAJA TENSIÓN DE UNA NAVE INDUSTRIAL



Soldadura 2	12000
Soldadura 3	12000
Tronzadora	9000
Taladro	2500
Cargador 1	4200
Cargador 2	4200
Compresor 1	5000
Compresor 2	5000
Puente grúa	14000

1.1.4. PRESCRIPCIONES OFICIALES

Para la redacción del presente Proyecto, en sus apartados de Baja Tensión y del Centro de Transformación, así como para la posterior ejecución de las obras, se tendrán en cuenta las Disposiciones, Prescripciones y Normas contenidas en los Reglamentos e Instrucciones siguientes:

1.-El Reglamento Sobre Condiciones Técnicas y Garantías de Seguridad en Centrales Eléctricas, Subestaciones y Centros de Transformación, aprobado por Real Decreto del Ministerio de Industria y Energía 3275/1982 de 12 de Noviembre, B.O.E. de 01/12/82.

2.-Las Instrucciones Técnicas Complementarias, MIE-RAT, del Reglamento Sobre Condiciones Técnicas y Garantías de Seguridad en Centrales Eléctricas, Subestaciones y Centros de Transformación, aprobadas por Orden del Ministerio de Industria y Energía de 6 de Julio de 1.984, B.O.E. de 01/08/84.

3.-La Instrucción EH-82 para el Proyecto y Ejecución de Obras de Hormigón en Masa o Armado, aprobado por Real Decreto 2252/192 de 24 de Julio, B.O.E. de 13/09/82.

4.- Real Decreto 842/2002 de 2 de Agosto, por el que se aprueba el Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión y las Instrucciones Técnicas Complementarias, ITC-BT.

5.-Las Normas UNE de obligado cumplimiento.

6.-El Decreto Foral 129/1991 de 4 de Abril por el que se establecen Normas de Carácter Técnico para las Instalaciones Eléctricas con objeto de Proteger a la Avifauna, B.O.N. de 26/04/91.

Así mismo, se tendrán en cuenta todas las ampliaciones, modificaciones e interpretaciones publicadas posteriormente y relacionadas con los Decretos y Órdenes anteriormente señalados.



INSTALACIÓN ELÉCTRICA EN BAJA TENSIÓN DE UNA NAVE INDUSTRIAL



1.1.5. SUMINISTRO DE ENERGÍA

El suministro de energía eléctrica será realizado en Media Tensión, a 13,2 KV, por parte de la Empresa Suministradora IBERDROLA, S.A. siendo las características principales del mismo las siguientes:

- Clase de corriente: Alterna trifásica
- Tensión de servicio: 13.2 KV
- Frecuencia: 50 hz

1.1.6. SOLUCIÓN ADOPTADA

La solución adoptada es la realización un Centro de Transformación de tipo interior-prefabricado de 250 KVA, y una instalación eléctrica en B.T. El transformador está sobredimensionado para las características de nuestra instalación. Esto se debe a un margen de seguridad para posibles ampliaciones.

1.1.7. CARACTERÍSTICAS GENERALES

Las características generales de la nueva instalación a realizar, son las que a continuación se detallan:

Centro de transformación:

- Tipo: Interior prefabricado
- Potencia: 250KVA
- Relación de transformación:(13,2KV-20KV)+ 2,5 + 5 + 7,5 + 10 %/420-3x242 V.
- Nivel de aislamiento: 24KV

Derivación individual de baja tensión:

- RZ1-K 0,6/1 KV. 4x185 de Al

1.2. CENTRO DE TRANSFORMACIÓN

1.2.1. OBJETO

Este capítulo tiene por objeto definir las características del Centro de Transformación MT/BT destinado al suministro de energía eléctrica.

1.2.1.1. Reglamentación y disposiciones oficiales

Normas Generales:

- Reglamento sobre Condiciones Técnicas y Garantías de Seguridad en Líneas Eléctricas de Alta Tensión. Aprobado por Real Decreto 223/2008, de 15 de febrero.
- Instrucciones Técnicas Complementarias del Reglamento sobre Condiciones Técnicas y Garantías de Seguridad en Líneas Eléctricas de Alta Tensión.



INSTALACIÓN ELÉCTRICA EN BAJA TENSIÓN DE UNA NAVE INDUSTRIAL



- Reglamento sobre Condiciones Técnicas y Garantías de Seguridad en Centrales Eléctricas, Subestaciones y Centros de Transformación. Aprobado por Real Decreto 3.275/1982, de 12 noviembre, B.O.E. 01-12-1982.
- Instrucciones Técnicas Complementarias del Reglamento sobre Condiciones Técnicas y Garantías de Seguridad en Centrales Eléctricas, Subestaciones y Centros de Transformación. Real Decreto 3275/1982. Aprobadas por Orden del MINER de 18 de octubre de 1984, B.O.E. 25-10-1984.
- Reglamento Electrotécnico para Baja Tensión. Aprobado por Decreto 842/2002, de 02 de agosto, B.O.E. 224 de 18-09-2002.
- Instrucciones Técnicas Complementarias, denominadas MI-BT. Aprobadas por Orden del MINER de 18 de septiembre de 2002.
- Modificaciones a las Instrucciones Técnicas Complementarias. Hasta el 10 de marzo de 2000.
- Autorización de Instalaciones Eléctricas. Aprobado por Ley 40/94, de 30 de diciembre, B.O.E. de 31-12-1994.
- Ordenación del Sistema Eléctrico Nacional y desarrollos posteriores. Aprobado por Ley 40/1994, B.O.E. 31-12-1994.
- Real Decreto 1955/2000, de 1 de diciembre, por el que se regulan las actividades de transporte, distribución, comercialización, suministro y procedimientos de autorización de instalaciones de energía eléctrica (B.O.E. de 27 de diciembre de 2000).
- Real Decreto 614/2001, de 8 de junio, sobre disposiciones mínimas para la protección de la salud y seguridad de los trabajadores frente al riesgo eléctrico. Condiciones impuestas por los Organismos Públicos afectados.
- Ley de Regulación del Sector Eléctrico, Ley 54/1997 de 27 de noviembre.
- Reglamento de Verificaciones Eléctricas y Regularidad en el Suministro de Energía, Decreto de 12 Marzo de 1954 y Real Decreto 1725/84 de 18 de Julio.
- Real Decreto 2949/1982 de 15 de Octubre de Acometidas Eléctricas.
- NTE-IEP. Norma tecnológica de 24-03-1973, para Instalaciones Eléctricas de Puesta a Tierra.
- Normas UNE / IEC.

Normas y recomendaciones de diseño de la aparamenta eléctrica:

- CEI 129, 265-1, 298
- UNE 20100, 20081, 21136
- RU 6407B
- CEI 56, 420, 694
- UNE 20801
- CEI 255, 801



INSTALACIÓN ELÉCTRICA EN BAJA TENSIÓN DE UNA NAVE INDUSTRIAL



- UNE 20101
- UNE 21428
- RU 5201D

1.2.2. TITULAR

El Centro de transformación será propiedad de BittorInox.S.L., empresa dedicada a la construcción de armarios y estanterías de acero inoxidable a medida.

1.2.3. EMPLAZAMIENTO

El CT se ubicará junto a el aparcamiento de la nave industrial situada en la parcela N°3, en la calle B del polígono industrial de Ablitas (Navarra). Para más detalle acerca de la situación del centro de transformación consultar los planos que en este proyecto se adjuntan.

1.2.4. CARACTERÍSTICAS GENERALES DEL CENTRO DE TRANSFORMACIÓN

El C.T. objeto de este proyecto, es del tipo Abonado, realizándose la medida de energía en Media Tensión.

La energía será suministrada por la compañía IBERDROLA a la tensión de 13.200 V, trifásica a frecuencia de 50 Hz.

La acometida a las celdas de MT del CT. Se ejecutará mediante cable seco tipo DHZ1 12/20 KV de 3*1*185 mm² de Aluminio. La longitud de la línea de acometida al CT será aproximadamente de 36 m

La aparamenta del Centro de Transformación la conformarán celdas modulares de aislamiento y corte en Hexafluoruro de azufre (SF6).

Las celdas cumplirán las siguientes funciones:

- Celda de entrada de Línea,
- Celda de Protección
- Celda de Medida
- Celda de transformación.

Las características pormenorizadas y su descripción se detallarán en apartados subsiguientes de esta Memoria y del resto de documentos que se acompañan.

1.2.5. PROGRAMA DE NECESIDADES Y POTENCIA INSTALADA EN KVA

Se precisa el suministro de energía a una tensión de 13.200 V. Con una potencia máxima actual de **196.477,8 w**. Para atender a las necesidades indicadas, la potencia total instalada en este centro de transformación es de 250 KVA.



1.2.6. DESCRIPCIÓN DE LA INSTALACIÓN

1.2.6.1. Obra Civil

Para el diseño del local del C.T. se han observado todas las normativas que le son de aplicación, teniendo en cuenta las distancias y dimensiones necesarias para pasillos, accesos, etc.

Características detalladas

- **Envolvente**

La envolvente de estos centros es de hormigón armado vibrado. Se compone de dos partes: una que aglutina el fondo y las paredes, que incorpora las puertas y rejillas de ventilación natural, y otra que constituye el techo.

Las piezas construidas en hormigón ofrecen una resistencia característica de 300 kg/cm². Además, disponen de una armadura metálica, que permite la interconexión entre sí y al colector de tierras. Esta unión se realiza mediante latiguillos de cobre, dando lugar a una superficie equipotencial que envuelve completamente al centro. Las puertas y rejillas están aisladas eléctricamente, presentando una resistencia de 10 k Ω respecto de la tierra de la envolvente. Las cubiertas están formadas por piezas de hormigón con inserciones en la parte superior para su manipulación.

En la parte inferior de las paredes frontal y posterior se sitúan los orificios de paso para los cables de MT y BT. Estos orificios están semiperforados, realizándose en obra la apertura de los que sean necesarios para cada aplicación. De igual forma, dispone de unos orificios semiperforados practicables para las salidas a las tierras exteriores.

- **Placa piso**

Sobre la placa base y a una altura de unos 400 mm se sitúa la placa piso, que se sustenta en una serie de apoyos sobre la placa base y en el interior de las paredes, permitiendo el paso de cables de MT y BT a los que se accede a través de unas troneras cubiertas con losetas

- **Accesos**

En la pared frontal se sitúan las puertas de acceso de peatones, las puertas del transformador (ambas con apertura de 180°) y las rejillas de ventilación. Todos estos materiales están fabricados en chapa de acero, incombustibles y suficientemente rígidas.

Las puertas de acceso disponen de un sistema de cierre con objeto de garantizar la seguridad de funcionamiento para evitar aperturas intempestivas de las mismas del Centro de Transformación. Para ello se utiliza una cerradura que ancla las puertas en dos puntos, uno en la parte superior y otro en la parte inferior.



INSTALACIÓN ELÉCTRICA EN BAJA TENSIÓN DE UNA NAVE INDUSTRIAL



- Ventilación

Las rejillas de ventilación natural están formadas por lamas en forma de "V" invertida, diseñadas para formar un laberinto que evita la entrada de agua de lluvia en el Centro de Transformación y se complementa cada rejilla interiormente con una malla mosquitera. Los cálculos correspondientes a la ventilación del centro de transformación están en el apartado 2, Cálculos.

- Acabado

El acabado de las superficies exteriores se efectúa con pintura acrílica rugosa de color blanco en las paredes y marrón en el perímetro de la cubierta o techo, puertas y rejillas de ventilación. Las piezas metálicas expuestas al exterior están tratadas adecuadamente contra la corrosión.

- Calidad

Estos edificios prefabricados han sido acreditados con el Certificado de Calidad UNESA de acuerdo a la RU 1303A

- Alumbrado

El equipo está provisto de alumbrado conectado y gobernado desde el cuadro general de BT, el cual dispone de una línea individual para realizar dicho cometido.

- Varios

Sobrecargas admisibles y condiciones ambientales de funcionamiento según normativa vigente.

- Cimentación

Para la ubicación de los Centros de Transformación PFU es necesaria una excavación, cuyas dimensiones variarán en función de la solución adoptada para la red de tierras, sobre cuyo fondo se extiende una capa de arena compactada y nivelada de 100 mm de espesor.

- Dimensiones

Dimensiones exteriores

Longitud	4480mm
Fondo	2380mm
Altura	3045mm
Altura vista	2585mm
Peso	12000kg



INSTALACIÓN ELÉCTRICA EN BAJA TENSIÓN DE UNA NAVE INDUSTRIAL



Dimensiones interiores

Longitud 4280mm

Fondo 2200mm

Altura 2355mm

Dimensiones de la excavación

Longitud 5260mm

Fondo 3180mm

Profundidad 560mm

Nota: Estas dimensiones son aproximadas en función de la solución adoptada para el anillo de tierras.

1.2.6.2. Instalación eléctrica

- Características de la Red de Alimentación

La red de la cual se alimenta el Centro de Transformación es del tipo subterráneo, a una Tensión Nominal de 13,2 KV, y nivel de aislamiento según lista 2 (MIE-RAT 12), y una frecuencia de 50 Hz.

La Potencia de Cortocircuito en el punto de acometida según los datos aportados por la compañía suministradora, es de 350 MVA lo que equivale a una corriente de Cortocircuito de 15,3 KA eficaces.

El Centro de Transformación se alimenta desde una línea, parte aérea y parte subterránea, propiedad de BittorInox, y dispondrá de una celda de Línea precintada por IBERDROLA

- Características de la Aparata de Alta Tensión

El Centro de Transformación, estará constituido por celdas y tendrá las siguientes características generales: Las celdas CGMcosmos forman un sistema de equipos modulares de reducidas dimensiones para MT, con aislamiento y corte en gas, cuyos embarrados se conectan utilizando unos elementos de unión consiguiendo una conexión totalmente apantallada, e insensible a las condiciones externas (polución, salinidad, inundación, etc.).

Las partes que componen estas celdas son:

- Base y frente

La base soporta todos los elementos que integran la celda. La rigidez mecánica de la chapa y su galvanizado garantizan la indeformabilidad y resistencia a la corrosión de esta base. La



INSTALACIÓN ELÉCTRICA EN BAJA TENSIÓN DE UNA NAVE INDUSTRIAL



altura y diseño de esta base permite el paso de cables entre celdas sin necesidad de foso, y facilita la conexión de los cables frontales de acometida.

La parte frontal incluye en su parte superior la placa de características eléctricas, la mirilla para el manómetro, el esquema eléctrico de la celda, los accesos a los accionamientos del mando y el sistema de alarma sonora de puesta a tierra. En la parte inferior se encuentra el dispositivo de señalización de presencia de tensión y el panel de acceso a los cables y fusibles. En su interior hay una pletina de cobre a lo largo de toda la celda, permitiendo la conexión a la misma del sistema de tierras y de las pantallas de los cables.

Lleva además un sistema de alarma sonora de puesta a tierra, que suena cuando habiendo tensión en la línea se introduce la palanca en el eje del seccionador de puesta a tierra. Al introducir la palanca en esta posición, un sonido indica que puede realizarse un cortocircuito o un cero en la red si se efectúa la maniobra.

➤Cuba

La cuba, fabricada en acero inoxidable de 2 mm de espesor, contiene el interruptor, el embarrado y los portafusibles, y el gas se encuentra en su interior a una presión absoluta de 1,15 bar (salvo para celdas especiales). El sellado de la cuba permite el mantenimiento de los requisitos de operación segura durante más de 30 años, sin necesidad de reposición de gas.

Esta cuba cuenta con un dispositivo de evacuación de gases que, en caso de arco interno, permite su salida hacia la parte trasera de la celda, evitando así, con ayuda de la altura de las celdas, su incidencia sobre las personas, cables o la aparamenta del Centro de Transformación.

En su interior se encuentran todas las partes activas de la celda (embarrados, interruptor-seccionador, puesta a tierra, tubos portafusible, etc.).

a) Interruptor/ Seccionador / Seccionador de puesta a tierra

El interruptor disponible en el sistema CGMcosmos tiene tres posiciones: conectado, seccionado y puesto a tierra.

La actuación de este interruptor se realiza mediante palanca de accionamiento sobre dos ejes distintos: uno para el interruptor (conmutación entre las posiciones de interruptor conectado e interruptor seccionado); y otro para el seccionador de puesta a tierra de los cables de acometida (que conmuta entre las posiciones de seccionado y puesto a tierra).

b) Mando

Los mandos de actuación son accesibles desde la parte frontal, pudiendo ser accionados de forma manual.

c) Fusibles

En las celdas CPM-F de protección mediante fusibles, los fusibles se montan sobre carros que se introducen en los tubos portafusibles, de resina aislante y que son perfectamente estancos respecto del gas y del exterior. El disparo se producirá por fusión de uno de los fusibles o



INSTALACIÓN ELÉCTRICA EN BAJA TENSIÓN DE UNA NAVE INDUSTRIAL



cuando la presión interior de los tubos portafusibles se eleve, debido a un fallo en los fusibles o al calentamiento excesivo de estos.

d) Conexión de cables

La conexión de cables se realiza por la parte frontal, mediante pasatapas standard.

e) Enclavamientos

La función de los enclavamientos incluidos en todas las celdas CGMcosmos es que:

- I. No se pueda conectar el seccionador de puesta a tierra con el aparato principal cerrado, y recíprocamente, no se pueda cerrar el aparato principal si el seccionador de puesta a tierra está conectado.
- II. No se pueda quitar la tapa frontal si el seccionador de puesta a tierra está abierto, y a la inversa, no se pueda abrir el seccionador de puesta a tierra cuando la tapa frontal ha sido extraída.

f) Características eléctricas

Tensión nominal 24 kV

Nivel de aislamiento

Frecuencia industrial (1 min)

- a tierra y entre fases 50 kV
- a la distancia de seccionamiento 60 kV

Impulso tipo rayo

- a tierra y entre fases 125 kV
- a la distancia de seccionamiento 145 kV

En la descripción de cada celda se incluyen los valores propios correspondientes a las Intensidades Nominales Térmica y Dinámica.

- Características de la aparamenta de Baja Tensión

El elemento de salida en Baja Tensión será un interruptor automático de 400 A IV polos 22 KA, que tiene como misión actuar como protección general de la instalación eléctrica de potencia en Baja Tensión.

- Características descriptivas de las celdas y transformadores de Alta Tensión



1. Entrada / Salida 1:CGMCOSMOS-L Interruptor-seccionador

Celda con envolvente metálica, formada por un modulo de 24 kV de tensión nominal y 400A de intensidad nominal. Sus dimensiones son 365 mm de ancho, 735 mm de fondo y 1740 mm de alto, con un peso de 95 kg.

La celda CML de línea, está constituida por un módulo metálico con aislamiento y corte en gas, que incorpora en su interior un embarrado superior de cobre, y una derivación con un interruptor-seccionador rotativo, con capacidad de corte y aislamiento, y posición de puesta a tierra de los cables de acometida inferior-frontal mediante bornasenchufables. Presenta también captadores capacitivos para la detección de tensión en los cables de acometida.

Características constructivas de la celda:

- Intensidad de corta duración (1 s), eficaz: 16 kA
- Intensidad de corta duración (1 s), cresta: 40 kA
- Nivel de aislamiento
 - Frecuencia industrial (1 min) a tierra y entre fases: 28 kV
 - Impulso tipo rayo a tierra y entre fases (cresta): 75 kV
- Capacidad de cierre (cresta): 40 kA
- Capacidad de corte
 - Corriente principalmente activa: 400 A

Mando interruptor

Manual tipo B

2. Protección General 1: CGMCOSMOS, Protección por fusibles

Celda con envolvente metálica, formada por un módulo de 24 kV de tensión nominal y 400A de intensidad nominal (200A en la salida inferior en derivación). Sus dimensiones son 470 mm de ancho, 735 mm de fondo y 1740 mm de alto, con un peso de 140 kg.

La celda CGMcosmos-P de protección con fusibles, está constituida por un módulo metálico con aislamiento y corte en gas, que incorpora en su interior un embarrado superior de cobre, y una derivación con un interruptor-seccionador rotativo, con capacidad de corte y aislamiento, y posición de puesta a tierra de los cables de acometida inferior-frontal mediante bornasenchufables, y en serie con él, un conjunto de fusibles fríos, combinados o asociados a ese interruptor. Presenta también captadores capacitivos para la detección de tensión en los cables de acometida y puede llevar un sistema de alarma sonora de puesta a tierra, que suena cuando habiendo tensión en la línea se introduce la palanca en el eje del seccionador de puesta a tierra. Al introducir la palanca en esta posición, un sonido indica que puede realizarse un cortocircuito o un cero en la red si se efectúa la maniobra.

Características eléctricas

- Intensidad asignada en la derivación: 200 A
- Intensidad fusibles: 3x25 A
- Intensidad de corta duración (1 s), eficaz: 16 kA
- Intensidad de corta duración (1 s), cresta: 40 kA



INSTALACIÓN ELÉCTRICA EN BAJA TENSIÓN DE UNA NAVE INDUSTRIAL



- Nivel de aislamiento
Frecuencia industrial (1 min)
a tierra y entre fases: 50 kV
Impulso tipo rayo
a tierra y entre fases (cresta): 125 kV
- Capacidad de cierre (cresta): 40 kA
- Capacidad de corte
Corriente principalmente activa: 400 A
- Mando posición con fusibles: manual tipo BR

3. Medida: CGMCOSMOS-M Medida

Celda con envolvente metálica, formada por un módulo de 24 kV de tensión nominal y 400A de intensidad nominal. Sus dimensiones son 800 mm de ancho, 1025 mm de fondo y 1740 mm de alto, con un peso de 165 kg.

La celda CGMcosmos-M de medida es un módulo metálico, construido en chapa galvanizada, que permite la incorporación en su interior de los transformadores de tensión e intensidad que se utilizan para dar los valores correspondientes a los aparatos de medida, control y contadores de medida de energía.

Por su constitución, esta celda puede incorporar los transformadores de cada tipo (tensión e intensidad), normalizados en las distintas compañías suministradoras de electricidad.

La tapa de la celda cuenta con los dispositivos que evitan la posibilidad de contactos indirectos y permiten el sellado de la misma, para garantizar la no manipulación de las conexiones.

Esta celda constara de tres transformadores de tensión y tres de intensidad, de aislamiento seco y construidos atendiendo a las correspondientes normas UNE, CEI y particulares de IBERDROLA, con las siguientes características:

Transformadores de tensión

Relación de transformación	$13200\sqrt{3}-110\sqrt{3}$
Potencia	15VA
Sobretensión admisible en permanencia	1,2 Un
Clase de precisión	0,5



Transformadores de intensidad

Relación de transformación	15-30/5A
Potencia	15VA
Intensidad térmica	80 In (Min. 5kA)
Sobreintensidad admisible en permanencia	1,2 In
Clase de precisión	0,5

Transformador potencia: Transformador seco 24 kV

Transformador trifásico reductor de tensión, construido según las normas citadas anteriormente, de marca COTRADIS, con neutro accesible en el secundario, de potencia 250 kVA y refrigeración natural seco, de tensión primaria 13,2 - 20 kV y tensión secundaria 420 V en vacío (B2).

- Regulación en el primario: $\pm 2,5\%$, $\pm 5\%$
- Tensión de cortocircuito (Ecc): 4%
- Grupo de conexión: Dyn11
- Refrigeración: Natural silicona

- Características descriptivas de los cuadros de Baja Tensión

La descripción y características técnicas de estos cuadros se especificarán en el preceptivo proyecto de la Instalación Eléctrica de Baja Tensión para el local comercial al que abastece de energía el Centro de Transformación objeto de este proyecto.

- Características del material vario de AT y BT

El material vario del C.T. es aquel que, aunque forma parte del conjunto del mismo, no se ha descrito en las características del equipo ni en las características de la aparamenta.

Interconexiones de MT

Los puentes de MT que unen la celda de medida con el transformador de potencia, estarán constituidos por cables de MT 12/20 kV del tipo DHZ1, unipolares, con conductores de sección y material 1x50 mm² de Al. La terminación al transformador es del tipo EUROMOLD de 24 kV del tipo cono difusor y modelo OTK. En el otro extremo, en la celda, es del tipo EUROMOLD de 24 kV del tipo enchufable recta y modelo K-152.

Interconexiones de Baja Tensión

Los puentes de cables de BT, de material Al (aislamiento XLPE) sin armadura, y todos los accesorios para la conexión, formados por un grupo de cables de 1*185 mm² para las fases y 95 mm² para el neutro.



INSTALACIÓN ELÉCTRICA EN BAJA TENSIÓN DE UNA NAVE INDUSTRIAL



Defensa del transformador

Constituida por rejilla metálica y perfilería metálica de sustentación de la misma y diseñada de forma que impida el contacto de personas con partes activas de la instalación.

Alumbrado general y Alumbrado de Emergencia del local del C.T.

El alumbrado general estará constituido por 2 luminarias estancas fluorescentes de 2*36 W controladas por interruptor ubicado en las proximidades del acceso al local.

El alumbrado de emergencia se conformará con un equipo autónomo de alumbrado de emergencia y señalización de 200 Lúmenes, estanco.

1.2.6.3. Medida de la energía eléctrica

El conjunto consta de un contador tarificador electrónico multifunción, un registrador electrónico y una regleta de verificación. Todo ello va en el interior de un armario homologado para contener estos equipos, que contendrá también un maxímetro y un reloj que permita la tarificación por discriminación horaria.

1.2.6.4. Puestas a Tierra

a- Tierra de Protección

Todas las partes metálicas no activas, pero susceptibles de quedar bajo tensión, deberán quedar unidas a la tierra de protección, que estará constituida por un anillo de conductor de cobre de 50 mm² desnudo y enterrado a una profundidad de 0,8 m al que se le conectarán 8 picas de acero cobreado de 4 m de longitud y 14,5 mm de diámetro, según la configuración recomendada por UNESA 60-60/8/84 ; desde este anillo aflorará al C.T. un ramal del mismo tipo de conductor que servirá como colector de tierras y al que quedarán conectadas todas las partes metálicas señaladas.

El anillo de tierras estará a su vez unido al mallazo de acero instalado debajo de la solera del CT.

Se exceptúa de conexionar al colector de tierras las puertas y rejillas metálicas del C.T. si son accesibles desde el exterior.

b.- Tierra de Servicio

Con objeto de evitar tensiones peligrosas en B.T., debido a faltas en la red de AT, el neutro del transformador de potencia de BT, se conectará a una toma de tierra independiente del sistema de AT, de tal forma que no exista influencia en la red general de tierra, por lo que se empleará un cable del tipo RVK 0,6/1 KV de 50 mm² de sección, de cobre.

1.2.6.5. Instalaciones secundarias

a.- Protección contra incendios

Se instalará un extintor de nieve carbónica de 5 KG eficacia 55 B



INSTALACIÓN ELÉCTRICA EN BAJA TENSIÓN DE UNA NAVE INDUSTRIAL



b.- Señalizaciones y equipos auxiliares

Contará el Centro con los siguientes elementos de protección y señalización:

1. - Placas de Riesgo Eléctrico
2. - Armario de Primeros auxilios
3. - Alfombrillas aislantes para 30 KV
4. - Guantes aislantes para 20 KV
5. - Estuche para guantes
6. - Portafusibles
7. - Pértiga de salvamento
8. - Pértiga detectora de tensión
9. - 4 Placas de “Peligro de Muerte”
10. - Placa de “Primeros auxilios
11. - Placa de “Cinco Reglas”
12. - 3 Fusibles de repuesto
13. - Banquillo aislante 24 KV

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 aparamenta 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.

La denominación se realiza con un código de letras con el significado siguiente:

Primera letra: Se refiere a la situación de la alimentación con respecto a tierra.

- T = Conexión directa de un punto de alimentación a tierra.
- I = Aislamiento de todas las partes activas de la alimentación con respecto a tierra o conexión de un punto a tierra a través de una impedancia.

Segunda letra: Se refiere a la situación de las masas de la instalación receptora con respecto a tierra.

- T = Masas conectadas directamente a tierra, independientemente de la eventual puesta a tierra de la alimentación.
- N = Masas conectadas directamente al punto de la alimentación puesto a tierra (en corriente alterna, este punto es normalmente el punto neutro).
- S = Las funciones de neutro y de protección, aseguradas por conductores separados.
- C = Las funciones de neutro y de protección, combinadas en un solo conductor (conductor CPN).



1.3.2 TIPOS DE ESQUEMAS DE DISTRIBUCION:

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 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:

$$Z_{sx} I_a \leq U_0$$

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 representada bajo estas líneas 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.

U ₀ (V)	Tiempo de interrupción (s)
230	0.4
400	0.2
>400	0.1

En el esquema TN pueden utilizarse los dispositivos de protección siguientes:

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

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.



INSTALACIÓN ELÉCTRICA EN BAJA TENSIÓN DE UNA NAVE INDUSTRIAL



- **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 TT:

El esquema TT tiene un punto de alimentación, generalmente el neutro o compensador, conectado 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.

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.

$$R_A \times I_a \leq U$$

Donde

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

Ia: 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 o interruptores automáticos.

- Esquema IT:

El esquema IT no tiene ningún punto de la alimentación conectado directamente a tierra. Las masas de la instalación receptora están puestas directamente a tierra. La instalación debe de estar aislada de tierra o conectada a tierra a través de una impedancia de valor lo



INSTALACIÓN ELÉCTRICA EN BAJA TENSIÓN DE UNA NAVE INDUSTRIAL



suficientemente alto. Esta conexión se efectúa bien sea en el punto neutro de la instalación, si está montada en estrella, o en un punto neutro artificial.

La intensidad resultante de un primer defecto fase-masa o fase-tierra tiene un valor lo suficientemente reducido como para no provocar la aparición de tensiones de contacto peligrosas. Lo que hace que el corte no sea imperativo. Sin embargo, se deben tomar medidas para evitar cualquier peligro en caso de aparición de dos fallos simultáneos.

$$RA \times Id \leq UL$$

RA: Es la suma de las resistencias de la toma de tierra y de los conductores de protección de las masas.

Id: Es la corriente de defecto en caso de un primer defecto franco de baja impedancia entre un conductor de fase y una masa. Este valor tiene en cuenta las corrientes de fuga y la impedancia global de puesta a tierra de la instalación eléctrica.

UL: Es la tensión de contacto límite convencional.

En el esquema IT, se utilizan los dispositivos de protección siguientes:

- Controladores permanentes de aislamiento.
- Dispositivos de protección de máxima corriente, tales como fusibles, interruptores automáticos.
- Dispositivos de protección de corriente diferencial-residual.

1.2.3 ESQUEMA DE DISTRIBUCION ESCOGIDO:

El esquema de distribución elegido para distribuir las líneas que alimentan todas las máquinas de la nave industrial, es el esquema TT. A pesar de que la solución más segura sea elegir el esquema IT, los problemas que presenta a la hora de realizar un cambio o ampliación a la instalación nos hace desestimar 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. Además, hay que tener en cuenta que los defectos fase-masa pueden tener valores inferiores a los de cortocircuito, los que provocan la aparición de tensiones peligrosas.

1.4. TIERRAS

Para la ejecución de este apartado, se tendrá en cuenta lo dispuesto en la ITC-BT-18.

Se tenderá un anillo con conductor de cobre de 35 mm² y a él se clavarán picas de acero cobreado de 1,5 m. de longitud y 14,6 mm de diámetro, unidas entre sí con cable de cobre desnudo de 35 mm². El conjunto de picas y anillo se construirá de forma tal, que la Resistencia de Paso a Tierra sea inferior a 8 Ohmios.

El conjunto de picas y conductor que las une constituye el electrodo de toma de tierra .



INSTALACIÓN ELÉCTRICA EN BAJA TENSIÓN DE UNA NAVE INDUSTRIAL



La cabeza de la última pica de tierra será registrable, al objeto de poder medir el parámetro de resistencia de paso a tierra, y desde ese punto se tenderá un conductor de cobre desnudo de 50 mm² hasta el borne principal o embarrado de tierra, situado en el cuadro principal de protección y control de la instalación interior o receptora. Este conductor es el denominado conductor de tierra ó línea de enlace con el electrodo de puesta a tierra.

Desde el borne principal de tierra se tienden conductores de cobre, de la misma sección y aislamiento que los activos, hasta todas las masas metálicas susceptibles de quedar bajo tensión. Estos elementos se denominan Conductores de Protección.

Al borne principal de tierra, se conectan los conductores de tierra de los cuadros secundarios de la instalación; estos cuadros secundarios disponen también del correspondiente borne de tierra, cuya misión es igual que la del situado en el cuadro principal.

1.5. DISTRIBUCIÓN EN B.T.

1.5.1. LEGISLACION APLICABLE

La Legislación que se ha tenido en cuenta a la hora de redactar este proyecto es la siguiente:

- Real Decreto 842/2002 de 2 de Agosto de 2002, por el que se aprueba el Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión.
- Instrucciones Técnicas Complementarias, ITC-BT, del REBT.

1.5.2. SUPERFICIE Y CLASIFICACION DEL LOCAL

El local se compone de aparcamiento y de una nave industrial. El aparcamiento dispone 874 m². El edificio tiene una superficie de planta de aproximadamente 2.164m². En la planta general se halla integrado un módulo de oficinas constituido por dos plantas de 262 m² cada una de ellas y otro módulo de oficinas del personal de mantenimiento con 31 m².

No existen zonas susceptibles de ser clasificadas especialmente según lo dispuesto en el R.E.B.T.

1.5.3. SUMINISTRO DE ENERGIA

El suministro de energía lo realizará IBERDROLA a 13200 Voltios hasta un centro de transformación tipo abonado, instalado en las propias dependencias de la parcela en la que se ubica la nave, para obtener la tensión de utilización de 400/230 Voltios.

En los planos que se acompañan se indica la situación y características del C.T. que es objeto de proyecto complementario al de Baja Tensión.

1.5.4. RECEPTORES

Los receptores se ubican en los lugares indicados en los planos de distribución y sus potencias son las siguientes:



INSTALACIÓN ELÉCTRICA EN BAJA TENSIÓN DE UNA NAVE INDUSTRIAL



Cuadro 1

Máquina	Potencia (w)
Centro pulido	8200
sierra	2600
Prensa	7500
Prensa	7500
Cizalla	7500
Plegadora	5000
Plegadora	5000
Punzonadora	8000
Reserva	5000
TOTAL	56.300

Cuadro 2

Máquina	Potencia (w)
Soldadura	12000
Soldadura	12000
Soldadura	12000
Tronzadora	9000
Taladro	2500
Reserva	5000
TOTAL	52.500

Cuadro 3

Máquina	Potencia (w)
Cargador	4200
Cargador	4200
Compresor	5000
Compresor	5000
Reserva	5000
TOTAL	23.400

Línea 4:

Máquina	Potencia (w)
Puente grúa	14.000



INSTALACIÓN ELÉCTRICA EN BAJA TENSIÓN DE UNA NAVE INDUSTRIAL



Cuadro 5:

Máquina	Potencia (w)
Encendido 1	541
Encendido 2	681
Encendido 3	492
Encendido 4	547
Tomas de corriente 1	4250
Tomas de corriente 2	3750
Tomas de corriente 3	4500
Tomas de corriente 4	2250
Emergencias Planta baja	14,4
Emergencias planta primera	14,4
Reserva	4000
S.A.I.	8400
TOTAL	29.439,8

Cuadro 6:

Máquina	Potencia (w)
Encendido1	3924
Encendido 2	3924
Emergencias	464
Ventiladores	1350
TOTAL	9.662

Cuadro 7:

Máquina	Potencia (w)
Encendido3	3924
Encendido 4	3924
Emergencias	406
Ventiladores	1350
TOTAL	9.604

Cuadro 8:

Máquina	Potencia (w)
Encendido 5	1572

Total de potencia instalada: 196.477,8w



1.5.5. PROTECCIONES

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, domésticas, 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 REBT ITC – BT22, ITC – BT 23 e ITC – BT24, 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 y 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 está 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. Estos interruptores 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 proteger la instalación. 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 de 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 bimetálica conectadas en serie y por las que circula la corriente que va hacia la carga.

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 de varios interruptores en serie, generalmente se requiere que estos sean selectivos. La selectividad es la coordinación de dispositivos de corte automático para que



INSTALACIÓN ELÉCTRICA EN BAJA TENSIÓN DE UNA NAVE INDUSTRIAL



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:

- 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.

Con esto, se entiende por tiempo de escalonamiento el intervalo de tiempo necesario para que dispare con seguridad solo el elemento de protección anterior al punto de defecto. Las curvas de disparo de los diversos elementos de protección no deben entrecruzarse.

1.5.5.1. Protección contra sobrecargas

Se denomina sobrecarga al paso de una intensidad superior a la nominal de la instalación. Esta sobreintensidad 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 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 esta pueda provocar calentamiento que afecte al 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...



INSTALACIÓN ELÉCTRICA EN BAJA TENSIÓN DE UNA NAVE INDUSTRIAL



Según la ITC – BT22 del Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión los dispositivos de protección contra sobrecargas serán fusibles calibrados de características de funcionamiento adecuadas o interruptores automáticos de corte omnipolar con curva térmica de corte.

1.5.5.2. Protección contra cortocircuitos

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

La corriente de cortocircuito es la corriente que circula por el punto en que se ha producido el corto y mientras tenga duración este. Dicha corriente 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 continua se atenúa hasta anularse completamente.

Las principales características de los cortocircuitos son:

1. Su duración: auto extinguido, transitorio, permanente.
2. Su origen: originados por factores mecánicos (rotura de conductores, conexión eléctrica accidental entre dos conductores producida por un objeto conducto 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 ambiente corrosivo.
3. Su localización: dentro o fuera de una maquina o tablero eléctrico.

Desde otro punto de vista, los cortocircuitos pueden ser: monofásicos (80% de los casos), bifásicos (15% de los casos) o trifásicos (5%). Los bifásicos suelen degenerarse en trifásicos.

El Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión admite como dispositivo de protección contra cortocircuitos los fusibles de características de funcionamiento adecuadas o los interruptores automáticos 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 esta 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:



INSTALACIÓN ELÉCTRICA EN BAJA TENSIÓN DE UNA NAVE INDUSTRIAL



1. Su poder de corte 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 otro dispositivo con el poder de corte 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.

Las consecuencias de los cortocircuitos dependen 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 del arco puede:

- a) Degradar los aislantes
- b) Fundir los conductores y las conexiones
- c) 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 arrancada 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:

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

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:

1. El poder de corte y de cierre de los interruptores.



2. Los esfuerzos térmicos y electrodinámicos en los componentes.

Esta corriente se calcula mediante la siguiente expresión:

$$I_{ccmax} = C \cdot U_s / (\sqrt{3} \cdot Z_d)$$

Donde:

- I_{ccmax} = Corriente de cortocircuito en valor eficaz, medida en A;
- C = Variación de tensión (1 para la máxima y 0,95 para la mínima, en BT 400/230v);
- U_s = Tensión entre fases en vacío del secundario del transformador;
- Z_d = Impedancia directa total por fase aguas arriba del defecto, medida en Ω ;

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

$$PdC > I_{ccmax}$$

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 el tipo de cortocircuito de menor aporte. En las instalaciones de baja tensión los tipos de cortocircuito de menor aporte son el fase – neutro (en los circuitos con neutro) o entre dos fases (en circuitos sin neutro). Estas corrientes se utilizan para determinar:

1. El ajuste de los dispositivos de protección para la protección de los conductores frente a cortocircuito.
2. El tipo de curva del interruptor magnetotérmico.

Esta corriente se calcula mediante la expresión:

$$I_{ccmin} = C \cdot U_s \cdot \sqrt{3} / (2 \cdot Z_d(t^a \text{ ccto}) + Z_0);$$

Donde:

- I_{ccmin} = Corriente de cortocircuito en valor eficaz, medida en A;
- C = Variación de tensión (1 para la máxima y 0,95 para la mínima, en BT 400/230 V);
- U_s = Tensión entre fases en vacío del secundario del transformador;
- $Z_d(t^a \text{ ccto})$ = Impedancia directa a la temperatura de cortocircuito (250°C para XLPE), en Ω ;
- Z_0 = Impedancia homopolar, medida en Ω ;



INSTALACIÓN ELÉCTRICA EN BAJA TENSIÓN DE UNA NAVE INDUSTRIAL



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:

$$I_{\text{calculo}} \leq I_{\text{nominal}} \leq I_{\text{admisible}};$$

Donde:

I_{calculo} = 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:

$$I_{\text{calculo}} = P / (\sqrt{3} * V * \cos\varphi)$$

$I_{\text{admisible}}$ = Es la máxima intensidad que puede circular por el cable sin que sufra daños irreversibles. Se obtiene de la tabla de la ITC – BT19 del Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión en el caso de circuitos interiores.

Dentro del 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:

$I_{\text{ccmin}} / \text{calibre}$; 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 (20°C) (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.

$$Z_d = Z_a + Z_T + Z_L + Z_{\text{aut}};$$



INSTALACIÓN ELÉCTRICA EN BAJA TENSIÓN DE UNA NAVE INDUSTRIAL



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 ($S_{cc} = 350$ MVA).

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:

Z_a = Impedancia aguas arriba del defecto, en $j\Omega$ totalmente inductiva;

S_{cc} = Potencia de cortocircuito de la red, en VA;

U_s = Tensión entre fases en vacío del secundario del transformador, en V;

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:

$$Z_T = X = U_s^2 * U_{cc} / S_N$$

Donde:

Z_T = Impedancia referida al secundario, en $j\Omega$ totalmente inductiva;

S_N = Potencia aparente del transformador, en VA;

U_s = Tensión entre fases en vacío del secundario del transformador, en V;

U_{cc} = Tensión de cortocircuito, en %;

La resistencia del transformador puede considerarse despreciable. La resistencia y reactancia de todo el aparellaje de alta tensión también lo podemos despreciar.

Cálculo de Z_L :

Esta impedancia representa a los conductores. La resistencia de los conductores se calcula según la fórmula:

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

Dónde:

R = Resistencia del conductor, en Ω ;

ρ = Resistividad del material. En el caso del cobre a $20^\circ\text{C} \rightarrow 0,01724 \Omega * \text{mm}^2 / \text{m}$;

L = Longitud del conductor, en m;

S = Sección por fase del conductor, en mm^2 ;



INSTALACIÓN ELÉCTRICA EN BAJA TENSIÓN DE UNA NAVE INDUSTRIAL



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 $0,15 \text{ jm}\Omega$.

$$Z_{aut} = X_{aut} = n^{\circ} \text{ aut} * 0,15 \text{ jm}\Omega;$$

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

Cálculo de $Z_d(250^{\circ}\text{C})$:

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 de aguas abajo. Otra novedad es que para calcular la nueva Z_L , hay que calcularlo a temperatura de cortocircuito (250°C en este caso). Para ello se hace la siguiente transposición:

$$Z_L(250^{\circ}\text{C}) = Z_L(20^{\circ}\text{C}) * (1 + \alpha * \Delta T);$$

Donde:

$$\alpha = 4 * 10^{-3} (\Omega/^{\circ}\text{C});$$

$$\Delta T = \text{Variación de temperatura, } (250 - 20 = 230), (^{\circ}\text{C});$$

Por tanto:

$$Z_d(250^{\circ}\text{C}) = Z_a + Z_T + Z_L(250^{\circ}\text{C}) + Z_{aut};$$

Cálculo de Z_0 (impedancia homopolar):

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

$$Z_0 = Z_{a0} + Z_{T0} + Z_{L0} + Z_{aut0};$$

Donde:

$$Z_{a0} = 0;$$

$$Z_{T0} = Z_T;$$

$$Z_{L0} = 3 * Z_L(250^{\circ}\text{C});$$

$$Z_{aut0} = 3 * Z_{aut};$$

1.5.5.3. 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:



INSTALACIÓN ELÉCTRICA EN BAJA TENSIÓN DE UNA NAVE INDUSTRIAL



1. Contacto directo: Cuando la persona se ponga directamente en contacto con una parte eléctrica que normalmente estará en tensión debido a que un conductor descubierto se ha hecho accesible por ruptura, defecto en el aislamiento, etc.

2. Contacto indirecto: Cuando la persona se ponga en contacto con una parte metálica que accidentalmente se encuentra bajo tensión, como puede ser la carcasa conductora de un motor o máquina, etc. que puedan quedar bajo tensión por un defecto en el aislamiento o 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 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 en Baja Tensión fija estos valores en:

Locales o emplazamiento húmedo → 24V;
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.

Protección contra contactos directos

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

a) Alejamiento de las partes activas de la instalación, de este modo se hace imposible un contacto fortuito con las manos.

b) 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.

c) 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 apartado c, es decir, todos los conductores estarán recubiertos por aislamiento apropiados.

Protección contra contactos indirectos

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



INSTALACIÓN ELÉCTRICA EN BAJA TENSIÓN DE UNA NAVE INDUSTRIAL



- a) Impedir la aparición de defectos mediante aislamientos complementarios.
- b) Hacer que el contacto eléctrico no sea peligroso mediante el uso de tensiones no peligrosas.
- c) Limitar la duración del contacto 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, asociadas a un dispositivo de corte automático que origine la desconexión de la instalación defectuosa.

Se adoptará una protección contra contactos indirectos de la clase B, conductores de protección puestos a tierra, asociados a 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 bien por derivación, para evitar precisamente una descarga eléctrica cuando se toca dicho equipo se exige que este 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, 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 puesta a 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: $R \leq (24/I_s)$

Siendo I_s la sensibilidad en mA.

1.5.6 DESCRIPCIÓN DE LA INSTALACIÓN

1.5.6.1. Derivación individual

Desde el secundario del transformador de 250 KVA y protegida por un interruptor automático en caja moldeada de 400 A, IVP y 42 KA, partirá la derivación individual, en B.T. a la nave en canalización subterránea, cuyo trazado se refleja en los planos que acompañan a esta memoria.

Esta línea estará constituida por conductores de cobre de 185 mm² las fases, 95 mm² para el neutro. Los cables serán del tipo RZ1-K 0,6/1 KV y discurrirán en el interior de un tubo de 160 mm de diámetro del tipo semi-rígido (corrugado en el exterior y alma lisa). El conjunto de la



INSTALACIÓN ELÉCTRICA EN BAJA TENSIÓN DE UNA NAVE INDUSTRIAL



canalización se alojará en el fondo de una zanja que cumpla la normativa dispuesta para redes subterráneas en la ITC-BT. 07.

1.5.6.2. Contadores

Por ser la medida de energía en M.T., no se contempla en este apartado de B.T. sus características se mostrarán en el apartado del C.T.

1.5.6.3. Cuadro general y secundarios

a.- Cuadro general

Estará fabricado en chapa de acero de 1,5 mm de espesor, como mínimo, será de grado de protección IP45 y pintado con pintura epoxi polimerizada. En nuestro caso es de IP66.

En él se alojarán los elementos principales de corte y protección de los diversos circuitos que conforman la instalación eléctrica del edificio, los cuales se detallarán en apartados posteriores de esta memoria.

Sus dimensiones serán 1200x800x300 mm y su colocación se ejecutará en el lugar que se indica en planos. El cableado interior del cuadro se ejecutará con cable de 750 V. ó de 1.000 V de aislamiento nominal, ES07Z1-K ó RZ1-K respectivamente. El conexionado se ejecutará con terminales de presión adecuados.

En cada uno de los elementos de corte o protección, un rótulo indicará el circuito a que pertenecen o en el que inciden. Los elementos de corte y protección que conforman el cuadro principal de protección y control, se detallan en los esquemas unifilares y presupuesto que acompañan a esta memoria. El criterio que se ha seguido en su selección ha sido el expuesto en esta memoria.

Con todo ello se pretende dar cumplimiento a lo dispuesto en el REBT ITC-BT-17-22-24-25.

b.- Cuadros secundarios

Se instalarán 7 cuadros secundarios con las siguientes denominaciones:

- Cuadro maquinaria N°1
- Cuadro maquinaria N°2
- Cuadro maquinaria N°3
- Cuadro oficinas N°5
- Cuadro iluminación N°6
- Cuadro iluminación N°7
- Cuadro iluminación exterior N°8

Tanto las características constructivas de los cuadros, como la normativa que tiene que cumplir y el sistema de instalación, cableado y conexión, cumplirán las mismas especificaciones y normas que las señaladas para el cuadro general en el apartado anterior de esta memoria



INSTALACIÓN ELÉCTRICA EN BAJA TENSIÓN DE UNA NAVE INDUSTRIAL



La situación de los cuadros y los elementos que los componen, se detallan en los planos y presupuesto de este proyecto

1.5.6.4. Sistema de instalación

Tanto en los circuitos de fuerza, como de alumbrado y otros usos se emplearán cables de cobre de sección adecuada a los circuitos que alimenten.

Los cables dispondrán de aislamiento y cubierta y responderán a la designación UNE como ES07Z1-K ó RZ1-K en función de que su tensión de aislamiento nominal sea 750 ó 1.000 V respectivamente.

Las canalizaciones son bandejas de chapa galvanizada cerrada rejiband, de las que parten bandejas secundarias o tubos metálicos.

Las caídas de tensión producidas en cualquier circuito, no serán superiores al 4,5% de la nominal para usos de alumbrado ni del 6,5% para fuerza, según el Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión.

Las Intensidades Máximas Admisibles, para cada una de las secciones y sistemas de instalación, se adecuarán a las ITC-BT-19; es decir, no deberá permitirse una sección de cable por el que se prevea que pueda circular una corriente superior a la máxima admisible reglamentaria.

Las dimensiones de las secciones de los conductores se reflejan en el documento de cálculos y en los esquemas unifilares.

En oficinas, cuando no sea posible la realización de canalizaciones empotradas, podrán realizarse canalizaciones exteriores compuestas por tubos rígidos metálicos o de PVC, que discurren por falso techo, mediante canaletas plásticas preformadas o bandejas metálicas. Además, los circuitos de iluminación y de tomas de corriente de las oficinas se tenderán en una línea trifásica respectivamente, y de esta se conectará cada receptor. De esta forma, el número de cables empleados y por tanto, la sección de la bandeja o tubo protector disminuirán.

La distribución de los cables de la iluminación exterior se hace directamente enterrada en el terreno a una distancia de 0,8m. Para conseguir que el cable quede correctamente instalado sin haber recibido daño alguno, y que ofrezca seguridad frente a excavaciones hechas por terceros se habrá de seguir una serie de instrucciones.

La primera de estas instrucciones es que el lecho que va a recibir dicho cable será liso y estará libre de aristas vivas, cantos piedras, etc. En el mismo se pondrá una capa de arena de mina o de río lavada, de espesor mínimo 0,05m sobre la que se colocará el cable. Por encima del cable irá otra capa de arena o tierra cribada de unos 0,10 m de espesor. Ambas cubrirán la anchura total de la zanja, la cual será suficiente para mantener 0,05 m entre los cables y las paredes laterales

Por encima de la arena todos los cables deberán tener una protección mecánica, en nuestro caso utilizaremos losetas de hormigón. Se colocará también una cinta de señalización que advierta de la existencia del cable eléctrico de baja tensión.



INSTALACIÓN ELÉCTRICA EN BAJA TENSIÓN DE UNA NAVE INDUSTRIAL



Las cajas de derivación que no estén empotradas serán del tipo “estanca” y los tubos o cables deberán penetrar en ellas totalmente, y se garantizará la estanqueidad por el empleo de pastas sellantes.

Las bajadas de las alimentaciones a cuadros de protección o a los diversos aparallajes, se llevarán a cabo protegidas por tubos rígidos canalizados de forma mural, o de PVC flexible reforzado empotrado, según proceda, en función del riesgo de agresiones mecánicas que pudieran sufrir. Las entradas o salidas de cables y tubos a los diferentes armarios, cajas o aparellaje, se realizarán mediante prensaestopas, cuando ello sea necesario. Los empalmes y derivaciones se realizarán en cajas de registro mediante regletas de conexión, debiendo entrar el tubo o cubierta de protección hasta el interior de la caja. Como norma se observará que una cubierta de protección no albergará en su interior conductores pertenecientes a diferentes circuitos o alimentados por diferentes tensiones.

Los colores de los cables serán Gris-Marrón-Negro los de fase, Azul el neutro y Verde/Amarillo el de protección.

Los diámetros de los tubos serán tales que cumplan lo dispuesto en ICT-BT-21 y sus valores se detallan, cuando procede, en los documentos de cálculos y presupuesto.

El sistema de instalación deberá ajustarse a lo dispuesto en las ITC-BT-19-20-21 del REBT.

1.5.6.5. Conexión y maniobra de receptores

Las máquinas que lo requieren, tienen incorporados sus correspondientes elementos de control y maniobra, que no son objeto de estudio de este proyecto, a los cuales se conectará el circuito de alimentación eléctrica y conductor de protección correspondiente.

Las tomas de corriente dispondrán de borne de toma de tierra y sus polos activos estarán protegidos contra contactos accidentales. A ellas quedarán conectadas máquinas de pequeña potencia o receptores de alumbrado ocasional o decorativo.

Las luminarias de alumbrado, estarán suspendidas de la estructura del edificio, o empotradas en falsos techos, llevarán equipo de encendido incorporado y se conectarán mediante interruptores y pulsadores accionados por contactores.

1.5.6.6. Batería de condensadores

Se instalará, de acuerdo con los cálculos justificativos, una batería de condensadores de 65 KVAR compuesta por 5 condensadores trifásicos de 10 KVAR dos de ellos y dos de 20 KVAR y uno de 5 KVAR a 400V con un sistema de regulación que permita el funcionamiento escalonado. De esta manera, la batería de condensadores funcionará a golpes de 5 KVAR cada uno. El método utilizado se expone con más detalle en el documento cálculos de este proyecto.

1.5.6.7. Protecciones

La protección de la derivación individual se instalará en la dependencia del C.T. y consistirá en un interruptor automático de 400 A regulado a 360 A, IVP y 42K A.



INSTALACIÓN ELÉCTRICA EN BAJA TENSIÓN DE UNA NAVE INDUSTRIAL



En el cuadro general de distribución se ha de colocar un interruptor magnetotérmico y un interruptor diferencial de cabecera, para la protección de las líneas aguas abajo, correspondientes a todos los receptores de la nave. Además se han de colocar interruptores magnetotérmicos, al principio de cada una de las líneas, para la protección de estas

En los cuadros secundarios se ha de colocar un interruptor magnetotérmico y otro diferencial para la protección de cada una de las máquinas que alimentan. Para asegurar la selectividad en dichos cuadros, el diferencial de aguas arriba será la mitad de la suma de los diferenciales de aguas abajo. En el caso de los aparatos de alumbrado irán protegidos con un interruptor magnetotérmico cada una de las distintas agrupaciones de aparatos existentes. Las tomas de corriente de las oficinas están protegidas en agrupaciones, y se distribuyen en líneas trifásicas. A la hora de conectar las tomas (al igual que el alumbrado), será obligatorio distribuir las fases para mantener el sistema equilibrado.

La distribución de las distintas protecciones esta mejor representada en el esquema unifilar de la instalación.

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 incrementara el retraso en esta misma cantidad para los diferenciales situados por encima de los anteriores y así progresivamente hasta los diferenciales de cabecera de línea, los cuales tienen un tiempo de disparo de 500 ms, haciendo que este solo corte en caso de que fallen los de aguas abajo.

El resumen de las protecciones escogidas viene detallado a continuación.

- **Cuadro baja tensión centro de transformación:**

Entrada

	Interruptor automático magnetotérmico Merlin Gerin
Calibre	400R/360A
PdC	42
nº Polos	IV
Curva	Reg.

Salida

<u>Iluminación</u>	Cable	RZ1 - K 0,6/1 kV 4x1x5+1,5
		Interruptor automático magnetotérmico HAGER
	Calibre	10
	PdC	42
	nº Polos	IV
	Curva	c
		Interruptor diferencial HAGER
	Calibre	40



INSTALACIÓN ELÉCTRICA EN BAJA TENSIÓN DE UNA NAVE INDUSTRIAL



Sensibilidad 30mA
n° Polos IV

Emergencia Cable RZ1 - K 0,6/1 kV 4x1x5+1,5
Interruptor automático magnetotérmico HAGER
Calibre 10
PdC 42
n° Polos IV
Curva c

T.C. Cable RZ1 - K 0,6/1 kV 4x1x5+1,5
Interruptor automático magnetotérmico HAGER
Calibre 16
PdC 42
n° Polos IV
Curva c

• Cuadro general de baja tensión

Entrada

Cable RZ1 - K 0,6/1 kV 3x185+95 Cu
Interruptor automático magnetotérmico Merlin Gerin
Calibre 400R/360
PdC 42
n° Polos IV
Curva reg.

Salida

Cuadro 1 Cable RZ1 - K 0,6/1 kV 3x35+16Cu
Interruptor automático magnetotérmico HAGER
Calibre 100
PdC 10
n° Polos IV
Curva c
Interruptor diferencial HAGER
Calibre 100
Sensibilidad 500
n° Polos IV

Cuadro 2 Cable RZ1 - K 0,6/1 kV 3x35+16 Cu
Interruptor automático magnetotérmico HAGER
Calibre 100
PdC 10



INSTALACIÓN ELÉCTRICA EN BAJA TENSIÓN DE UNA NAVE INDUSTRIAL



nº Polos	IV
Curva	c
	Interruptor diferencial HAGER
Calibre	100
Sensibilidad	300
nº Polos	IV

<u>Cuadro 3</u>	Cable	RZ1 - K 0,6/1 kV 4x16 Cu
		Interruptor automático magnetotérmico HAGER
	Calibre	50
	PdC	10
	nº Polos	IV
	Curva	b
		Interruptor diferencial HAGER
	Calibre	63
	Sensibilidad	300
	nº Polos	IV

<u>Línea 4</u>	Cable	RZ1 - K 0,6/1 kV 4x6 Cu
		Interruptor automático magnetotérmico HAGER
	Calibre	32
	PdC	10
	nº Polos	IV
	Curva	d
		Interruptor diferencial HAGER
	Calibre	40
	Sensibilidad	300
	nº Polos	IV

<u>Cuadro 5</u>	Cable	RZ1 - K 0,6/1 kV 3x35+16 Cu
		Interruptor automático magnetotérmico HAGER
	Calibre	100
	PdC	15
	nº Polos	IV
	Curva	b
		Interruptor diferencial HAGER
	Calibre	100
	Sensibilidad	300
	nº Polos	IV

<u>Cuadro 6</u>	Cable	RZ1 - K 0,6/1 kV 4x6 Cu
		Interruptor automático magnetotérmico HAGER



INSTALACIÓN ELÉCTRICA EN BAJA TENSIÓN DE UNA NAVE INDUSTRIAL



Calibre	32
PdC	10
n° Polos	IV
Curva	b
	Interruptor diferencial HAGER
Calibre	40
Sensibilidad	100
n° Polos	IV

<u>Cuadro 7</u>	Cable	RZ1 - K 0,6/1 kV 4x6 Cu
		Interruptor automático magnetotérmico HAGER
	Calibre	32
	PdC	10
	n° Polos	IV
	Curva	b

<u>Cuadro 8</u>	Cable	RZ1 - K 0,6/1 kV 4x1,5 Cu
		Interruptor automático magnetotérmico HAGER
	Calibre	6
	PdC	10
	n° Polos	IV
	Curva	C
		Interruptor diferencial HAGER
	Calibre	20
	Sensibilidad	30
	n° Polos	IV

Bat. Cond.	Cable	RZ1 - K 0,6/1 kV 3x50+25 Cu
		Interruptor automático magnetotérmico HAGER
	Calibre	100
	PdC	10
	n° Polos	IV
	Curva	d
		Interruptor diferencial HAGER
	Calibre	100
	Sensibilidad	300
	n° Polos	IV



INSTALACIÓN ELÉCTRICA EN BAJA TENSIÓN DE UNA NAVE INDUSTRIAL



• Cuadro 1

Entrada

Cable	RZ1 - K 0,6/1 kV 3x35+16 Cu
	Interruptor automático magnetotérmico HAGER
Calibre	100
PdC	10
n° Polos	IV
Curva	c.

Salida

<u>Centro pulido</u>	Cable	RZ1 - K 0,6/1 kV 4x2,5+2,5 Cu
		Interruptor automático magnetotérmico HAGER
	Calibre	16
	PdC	10
	n° Polos	IV
	Curva	d
		Interruptor diferencial HAGER
	Calibre	40
	Sensibilidad	300
	n° Polos	IV

<u>Sierra</u>	Cable	RZ1 - K 0,6/1 kV 4x1,5+1,5 Cu
		Interruptor automático magnetotérmico HAGER
	Calibre	10
	PdC	10
	n° Polos	IV
	Curva	d

<u>Prensa 1</u>	Cable	RZ1 - K 0,6/1 kV 4x2,5+2,5 Cu
		Interruptor automático magnetotérmico HAGER
	Calibre	16
	PdC	10
	n° Polos	IV
	Curva	d

<u>Prensa 2</u>	Cable	RZ1 - K 0,6/1 kV 4x2,5+2,5 Cu
		Interruptor automático magnetotérmico HAGER
	Calibre	16
	PdC	10
	n° Polos	IV



INSTALACIÓN ELÉCTRICA EN BAJA TENSIÓN DE UNA NAVE INDUSTRIAL



	Curva	d
		Interruptor diferencial HAGER
	Calibre	40
	Sensibilidad	300
	n° Polos	IV
<u>Cizalla</u>	Cable	RZ1 - K 0,6/1 kV 4x2,5+2,5 Cu
		Interruptor automático magnetotérmico HAGER
	Calibre	16
	PdC	10
	n° Polos	IV
	Curva	d
<u>Plegadora 1</u>	Cable	RZ1 - K 0,6/1 kV 4x1,5+1,5 Cu
		Interruptor automático magnetotérmico HAGER
	Calibre	10
	PdC	10
	n° Polos	IV
	Curva	d
<u>Plegadora 2</u>	Cable	RZ1 - K 0,6/1 kV 4x1,5+1,5 Cu
		Interruptor automático magnetotérmico HAGER
	Calibre	10
	PdC	10
	n° Polos	IV
	Curva	d
		Interruptor diferencial HAGER
	Calibre	40
	Sensibilidad	300
	n° Polos	IV
<u>Punzonadora</u>	Cable	RZ1 - K 0,6/1 kV 4x2,5+2,5 Cu
		Interruptor automático magnetotérmico HAGER
	Calibre	16
	PdC	10
	n° Polos	IV
	Curva	d



INSTALACIÓN ELÉCTRICA EN BAJA TENSIÓN DE UNA NAVE INDUSTRIAL



• Cuadro 2

Entrada

Cable	RZ1 - K 0,6/1 kV 3x35+16 Cu
	Interruptor automático magnetotérmico HAGER
Calibre	100
PdC	10
n° Polos	IV
Curva	c.

Salida

<u>Soldadura 1</u>	Cable	RZ1 - K 0,6/1 kV 4x4+4 Cu
		Interruptor automático magnetotérmico HAGER
	Calibre	25
	PdC	6
	n° Polos	IV
	Curva	d
		Interruptor diferencial HAGER
	Calibre	80
	Sensibilidad	300
	n° Polos	IV

<u>Soldadura 2</u>	Cable	RZ1 - K 0,6/1 kV 4x4+4 Cu
		Interruptor automático magnetotérmico HAGER
	Calibre	25
	PdC	6
	n° Polos	IV
	Curva	d

<u>Soldadura 3</u>	Cable	RZ1 - K 0,6/1 kV 4x4+4 Cu
		Interruptor automático magnetotérmico HAGER
	Calibre	25
	PdC	6
	n° Polos	IV
	Curva	d

<u>Tronzadora</u>	Cable	RZ1 - K 0,6/1 kV 4x1,5+1,5 Cu
		Interruptor automático magnetotérmico HAGER
	Calibre	10
	PdC	6
	n° Polos	IV



INSTALACIÓN ELÉCTRICA EN BAJA TENSIÓN DE UNA NAVE INDUSTRIAL



Curva	d	
	Interruptor diferencial HAGER	
Calibre	40	
Sensibilidad	300	
n° Polos	IV	
<u>Taladro</u>	Cable	RZ1 - K 0,6/1 kV 4x1,5+1,5 Cu
		Interruptor automático magnetotérmico HAGER
	Calibre	10
	PdC	6
	n° Polos	IV
	Curva	d

• Cuadro 3

Entrada

Cable	RZ1 - K 0,6/1 kV 4x16 Cu
	Interruptor automático magnetotérmico HAGER
Calibre	50
PdC	6
n° Polos	IV
Curva	c

Salida

<u>Cargador 1</u>	Cable	RZ1 - K 0,6/1 kV 4x1,5+1,5 Cu
		Interruptor automático magnetotérmico HAGER
	Calibre	10
	PdC	6
	n° Polos	IV
	Curva	d
		Interruptor diferencial HAGER
	Calibre	40
	Sensibilidad	300
	n° Polos	IV

<u>Cargador 2</u>	Cable	RZ1 - K 0,6/1 kV 4x1,5+1,5 Cu
		Interruptor automático magnetotérmico HAGER
	Calibre	10
	PdC	6
	n° Polos	IV
	Curva	d



INSTALACIÓN ELÉCTRICA EN BAJA TENSIÓN DE UNA NAVE INDUSTRIAL



<u>Compresor 1</u>	Cable	RZ1 - K 0,6/1 kV 4x1,5+1,5 Cu Interruptor automático magnetotérmico HAGER
	Calibre	10
	PdC	6
	n° Polos	IV
	Curva	d
<u>Cargador 2</u>	Cable	RZ1 - K 0,6/1 kV 4x1,5+1,5 Cu Interruptor automático magnetotérmico HAGER
	Calibre	10
	PdC	6
	n° Polos	IV
	Curva	d
		Interruptor diferencial HAGER
	Calibre	25
	Sensibilidad	300
	n° Polos	IV

• Cuadro 5

Entrada

Cable	RZ1 - K 0,6/1 kV 3x35+16 Cu Interruptor automático magnetotérmico HAGER
Calibre	100
PdC	6
n° Polos	IV
Curva	b

Salida

<u>Iluminación 1</u>	Cable	RZ1 - K 0,6/1 kV 4x1,5+1,5 Cu Interruptor automático magnetotérmico HAGER
	Calibre	6
	PdC	6
	n° Polos	IV
	Curva	c
		Interruptor diferencial HAGER
	Calibre	16
	Sensibilidad	30



INSTALACIÓN ELÉCTRICA EN BAJA TENSIÓN DE UNA NAVE INDUSTRIAL



	n° Polos	IV
<u>Iluminación 2</u>	Cable	RZ1 - K 0,6/1 kV 4x1,5+1,5 Cu Interruptor automático magnetotérmico HAGER
	Calibre	6
	PdC	6
	n° Polos	IV
	Curva	c
<u>Iluminación 3</u>	Cable	RZ1 - K 0,6/1 kV 4x1,5+1,5 Cu Interruptor automático magnetotérmico HAGER
	Calibre	6
	PdC	6
	n° Polos	IV
	Curva	c
<u>Iluminación 4</u>	Cable	RZ1 - K 0,6/1 kV 4x1,5+1,5 Cu Interruptor automático magnetotérmico HAGER
	Calibre	6
	PdC	6
	n° Polos	IV
	Curva	c
<u>T.C. 1.</u>	Cable	RZ1 - K 0,6/1 kV 4x2,5+2,5 Cu Interruptor automático magnetotérmico HAGER
	Calibre	16
	PdC	6
	n° Polos	IV
	Curva	b
		Interruptor diferencial HAGER
	Calibre	63
	Sensibilidad	300
	n° Polos	IV
<u>T.C. 2</u>	Cable	RZ1 - K 0,6/1 kV 4x2,5+2,5 Cu Interruptor automático magnetotérmico HAGER
	Calibre	16
	PdC	6
	n° Polos	IV
	Curva	d
<u>T.C. 3</u>	Cable	RZ1 - K 0,6/1 kV 4x2,5+2,5 Cu Interruptor automático magnetotérmico HAGER
	Calibre	16



INSTALACIÓN ELÉCTRICA EN BAJA TENSIÓN DE UNA NAVE INDUSTRIAL



	PdC	6
	n° Polos	IV
	Curva	d
<u>T.C. 4</u>	Cable	RZ1 - K 0,6/1 kV 4x2,5+2,5 Cu Interruptor automático magnetotérmico HAGER
	Calibre	16
	PdC	6
	n° Polos	IV
	Curva	b
<u>S.A.I.</u>	Cable	RZ1 - K 0,6/1 kV 4x2,5+2,5 Cu Interruptor automático magnetotérmico HAGER
	Calibre	16
	PdC	6
	n° Polos	IV
	Curva	c
		Interruptor diferencial HAGER
	Calibre	20
	Sensibilidad	30
	n° Polos	IV
<u>Emergencias</u>		
<u>Planta baja</u>	Cable	RZ1 - K 0,6/1 kV 4x1,5+1,5 Cu Interruptor automático magnetotérmico HAGER
	Calibre	6
	PdC	6
	n° Polos	IV
	Curva	c
		Interruptor diferencial HAGER
	Calibre	25
	Sensibilidad	30
	n° Polos	IV
<u>Emergencias</u>		
<u>Planta primera</u>	Cable	RZ1 - K 0,6/1 kV 4x1,5+1,5 Cu Interruptor automático magnetotérmico HAGER
	Calibre	6
	PdC	6
	n° Polos	IV
	Curva	d
		Interruptor diferencial HAGER



INSTALACIÓN ELÉCTRICA EN BAJA TENSIÓN DE UNA NAVE INDUSTRIAL



Calibre	25
Sensibilidad	30
n° Polos	IV

• Cuadro 6

Entrada

Cable	RZ1 - K 0,6/1 kV 4x6 Cu
	Interruptor automático magnetotérmico HAGER
Calibre	32
PdC	6
n° Polos	IV
Curva	b

Salida

<u>Encendido 1</u>	Cable	RZ1 - K 0,6/1 kV 4x1,5+1,5 Cu
		Interruptor automático magnetotérmico HAGER
	Calibre	10
	PdC	6
	n° Polos	IV
	Curva	c
		Interruptor diferencial HAGER
	Calibre	40
	Sensibilidad	30
	n° Polos	IV

<u>Encendido 2</u>	Cable	RZ1 - K 0,6/1 kV 4x1,5+1,5 Cu
		Interruptor automático magnetotérmico HAGER
	Calibre	10
	PdC	6
	n° Polos	IV
	Curva	b

<u>Emergencias</u>	Cable	RZ1 - K 0,6/1 kV 4x1,5+1,5 Cu
		Interruptor automático magnetotérmico HAGER
	Calibre	6
	PdC	6
	n° Polos	IV
	Curva	d

<u>Ventiladores</u>	Cable	RZ1 - K 0,6/1 kV 4x1,5+1,5 Cu
		Interruptor automático magnetotérmico HAGER
	Calibre	6



INSTALACIÓN ELÉCTRICA EN BAJA TENSION DE UNA NAVE INDUSTRIAL



PdC	6
n° Polos	IV
Curva	d

• Cuadro 7

Entrada

Cable	RZ1 - K 0,6/1 kV 4x6 Cu
	Interruptor automático magnetotérmico HAGER
Calibre	32
PdC	6
n° Polos	IV
Curva	b

Salida

<u>Encendido 3</u>	Cable	RZ1 - K 0,6/1 kV 4x1,5+1,5 Cu
		Interruptor automático magnetotérmico HAGER
	Calibre	10
	PdC	6
	n° Polos	IV
	Curva	b
		Interruptor diferencial HAGER
	Calibre	40
	Sensibilidad	30
	n° Polos	IV

<u>Encendido 4</u>	Cable	RZ1 - K 0,6/1 kV 4x1,5+1,5 Cu
		Interruptor automático magnetotérmico HAGER
	Calibre	10
	PdC	6
	n° Polos	IV
	Curva	b

<u>Emergencias</u>	Cable	RZ1 - K 0,6/1 kV 4x1,5+1,5 Cu
		Interruptor automático magnetotérmico HAGER
	Calibre	6
	PdC	6
	n° Polos	IV
	Curva	b

<u>Ventiladores</u>	Cable	RZ1 - K 0,6/1 kV 4x1,5+1,5 Cu
		Interruptor automático magnetotérmico HAGER
	Calibre	6



INSTALACIÓN ELÉCTRICA EN BAJA TENSIÓN DE UNA NAVE INDUSTRIAL



PdC	6
nº Polos	IV
Curva	c

• Cuadro 8

Entrada/Salida

<u>Encendido 5</u>	Cable	RZ1 - K 0,6/1 kV 4x1,5+1,5 Cu
		Interruptor automático magnetotérmico HAGER
	Calibre	6
	PdC	6
	nº Polos	IV
	Curva	c
		Interruptor diferencial HAGER
	Calibre	20
	Sensibilidad	30
	nº Polos	IV

1.5.7. ALUMBRADO DE SEÑALIZACIÓN Y EMERGENCIA

Las instalaciones destinadas a alumbrados especiales tienen por objeto asegurar, aun 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 alimenten directamente a los circuitos individuales de las lámparas de los alumbrados especiales estarán protegidas por interruptores automáticos, con un calibre de 10 A 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 deber 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.



INSTALACIÓN ELÉCTRICA EN BAJA TENSIÓN DE UNA NAVE INDUSTRIAL



El alumbrado de señalización se instalará en los locales o dependencias que en cada caso se indiquen y siempre en las salidas de estos 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% de su valor nominal, la alimentación del alumbrado de señalización deberá pasara 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 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 se instalara en los locales y dependencias que se indiquen en cada caso y siempre en las salidas de estas y en las señales indicadores de la dirección de las mismas. Por lo tanto, se colocaran sobre las puertas que conduzcan a las salidas, en escales, pasillos y vestíbulos. En el caso de que exista un cuadro principal de distribución, en el local donde este se instale, así como en sus accesos estarán provistos de alumbrado de emergencia.

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

- Todos los recintos cuya ocupación sea mayor de 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 ILUMINACIÓN DE EMERGENCIA REQUERIDOS:

Según la ITC – BT28 del reglamento electrotécnico para baja tensión:

- El alumbrado de emergencia proporcionara 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 discurran 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.



INSTALACIÓN ELÉCTRICA EN BAJA TENSIÓN DE UNA NAVE INDUSTRIAL



Para calcular el nivel de iluminación, se considerara 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/m^2 .
- 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 m.

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 cambios de nivel del suelo.
- Para iluminar todas las salidas obligatorias y señales de seguridad.
- Próximas a 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 con motores y salas de control.



INSTALACIÓN ELÉCTRICA EN BAJA TENSIÓN DE UNA NAVE INDUSTRIAL



Pamplona Abril de 2014

El Ingeniero Técnico Industrial Eléctrico

Fdo: Daniel Baquedano de Miguel

CAPITULO 1 MEMORIA
Daniel Baquedano de Miguel

53



INSTALACIÓN ELÉCTRICA EN BAJA TENSIÓN
DE UNA NAVE INDUSTRIAL



ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE INGENIEROS
INDUSTRIALES Y DE TELECOMUNICACIÓN

Titulación:

INGENIERO TÉCNICO INDUSTRIAL ELÉCTRICO

Título del proyecto:

INSTALACIÓN ELÉCTRICA EN BAJA TENSIÓN DE UNA
NAVE INDUSTRIAL

DOCUMENTO 2. CÁLCULOS

Daniel Baquedano de Miguel

José Javier Crespo Ganuza

Pamplona, 15 de Abril de 2014

CAPITULO 2 CÁLCULOS
Daniel Baquedano de Miguel

1



INDICE. Capítulo 2 CÁLCULOS

2.1	CENTRO DE TRANSFORMACIÓN.....	3
2.1.1	INTENSIDAD EN ALTA TENSIÓN.....	3
2.1.2	INTENSIDAD EN BAJA TENSIÓN.....	3
2.1.3	CORTOCIRCUITOS.....	4
2.1.3.1	OBSERVACIONES.....	4
2.1.3.2	CÁLCULO DE LAS CORRIENTES DE CORTOCIRCUITO.....	4
2.1.4	DIMENSIONADO DEL EMBARRADO.....	5
2.1.4.1	COMPROBACIÓN POR DENSIDAD DE CORRIENTE.....	5
2.1.4.2	COMP. POR SOLICITACIÓN ELECTRODINÁMICA.....	5
2.1.4.3	COMPROBACIÓN POR SOLICITACIÓN TÉRMICA.....	5
2.1.5	SELECCIÓN DE LAS PROTECCIONES EN A.T. Y B.T.....	6
2.1.6	DIMENSIONADO DE LA VENTILACIÓN DEL C.T.....	6
2.1.7	DIMENSIONADO DEL POZO APAFUEGOS.....	6
2.1.8	CÁLCULO DE LAS INSTALACIONES DE PUESTA A TIERRA.....	6
2.1.8.1	INVESTIGACIÓN DE LAS CARACTERÍSTICAS DEL SUELO..	6
2.1.8.2	INTENSIDAD MÁX DE PUESTA A TIERRA Y TIEMPOS MÁX	7
2.1.8.3	DISEÑO PRELIMINAR DE LA INSTALACIÓN DE TIERRAS..	7
2.1.8.4	CÁLCULO DE LA RESISTENCIA DEL SISTEMA DE TIERRA.	7
2.1.8.5	CÁLCULO TENSIONES DE PASO EN EL INT. DEL C.T.....	9
2.1.8.6	CÁLCULO TENSIONES DE PASO EN EL EXTERIOR.....	10
2.1.8.7	CÁLCULO DE LAS TENSIONES APLICADAS.....	10
2.1.8.8	CÁLCULO TENSIONES TRANSFERIBLES AL EXTERIOR..	10
2.1.8.9	CORRECCIÓN Y AJUSTE DEL DISEÑO INICIAL.....	11
2.2	DISTRIBUCIÓN EN B.T.....	11
2.2.1	DATOS DE PARTIDA.....	11
2.2.2	INTENSIDAD MÁXIMA PREVISTA.....	11
2.2.3	CÁLCULO DE SECCIÓN CONDUCTORES Y CDT.....	12
2.2.4	CAIDA DE TENSIÓN.....	16
2.2.4.1	CAÍDA DE TENSIÓN ESPECÍFICA.....	16
2.2.4.2	CAÍDA DE TENSIÓN ABSOLUTA.....	16
2.2.4.3	CAÍDA DE TENSIÓN PORCENTUAL.....	16
2.2.5	CÁLCULO DIÁMETROS DE TUBOS Y BANDEJAS.....	16
2.2.6	CÁLCULO DE PROTECCIONES EN B.T.	17
2.2.7	CÁLCULO DEL ALUMBRADO.....	20
2.2.7.1	INTRODUCCIÓN.....	20
2.2.7.2	CONCEPTOS LUMINOTÉCNICOS.....	20
2.2.7.3	PROCESO DE CÁLCULO.....	24
2.2.8	CÁLCULO DE LA BATERÍA DE CONDESADORES.....	29
2.2.8.1	CÁLCULO DE LA ENERGÍA REACTIVA.....	29
2.2.8.2	CÁLCULO DE ALIMENTACIÓN DE BATERÍAS.....	30
2.3	ANEXO TABLAS.....	30
2.3.1	POTENCIA MAQUINARIA.....	30
2.3.2	SECCIÓN DE LOS CONDUCTORES Y CDT.....	32
2.3.3	INSTALACIÓN ESCOGIDA.....	38
2.3.4	IMPEDANCIAS LÍNEAS.....	49
2.3.5	PROTECCIÓN MAGNETOTÉRMICA.....	51
2.3.6	PROTECCIÓN DIFERENCIAL.....	54
2.3.7	ALUMBRADO.....	55



2.1 CENTRO DE TRANSFORMACIÓN

2.1.1. INTENSIDAD EN ALTA TENSIÓN

La intensidad en el primario de un transformador trifásico, viene dada por la expresión:

$$I_p = S / \sqrt{3} \times V_p$$

Donde

S = Potencia nominal del transformador en KVA

V_p = Tensión nominal del primario en KV

I_p = Intensidad del primario en A.

Siendo la tensión del primario 13,2 KV y la potencia nominal del transformador 250 KVA

$$I_p = 10,9 \text{ A.}$$

2.1.2. INTENSIDAD EN BAJA TENSIÓN

La intensidad en el secundario de un transformador trifásico, viene dada por la expresión

$$I_s = P / \sqrt{3} \times V_s$$

Donde

P = Potencia nominal del transformador en KVA

V_s = Tensión nominal del secundario en KV

I_p = Intensidad del secundario en A.

Siendo la tensión del secundario 0,4 KV y la potencia nominal del transformador 250 KV.

$$I_s = 361,27 \text{ A.}$$



2.1.3. CORTOCIRCUITOS

2.1.3.1. Observaciones

Para el cálculo de las intensidades que origina un cortocircuito, se tendrá en cuenta la potencia de cortocircuito de la red de media tensión, valor especificado por la compañía suministradora.

2.1.3.2. Cálculo de las corrientes de cortocircuito

Para el cálculo de las corrientes de cortocircuito, en la instalación, se utiliza la siguiente expresión:

$$I_{ccp} = S_{cc} / \sqrt{3} V_p$$

Donde

S_{cc} = Potencia de cortocircuito de la red en MVA

V_p = Tensión de servicio en KV

I_{ccp} = Corriente de cortocircuito en KA

Sustituyendo el valor de la potencia de cortocircuito es de 350MVA, la intensidad de cortocircuito es de:

$$I_{ccp} = 15,3 \text{ KA}$$

Para los cortocircuitos secundarios, se considerará que la potencia de cortocircuito disponible es la teórica de los transformadores de MT-BT, siendo por ello más conservadores que en las condiciones reales.

La corriente de cortocircuito secundaria de un transformador trifásico, viene dada por la expresión:

$$I_{ccs} = S / (\sqrt{3} \times (U_{cc}/100) \times U_s)$$

Siendo:

S = Potencia del transformador, medida en KVA

U_{cc} = Tensión de CC del Transformador en %

U_s = Tensión Nominal del secundario en V

I_{ccs} = Intensidad de cortocircuito en valor eficaz, medida en KA



INSTALACIÓN ELÉCTRICA EN BAJA TENSIÓN DE UNA NAVE INDUSTRIAL



Para el único transformador de este Centro de Transformación, la potencia es de 250 KVA, la tensión porcentual de CC del 4% y la tensión nominal del secundario en vacío de 420V. La corriente de cortocircuito en el lado de baja tensión es

$$I_{ccs} = 8,59 \text{ KA}$$

2.1.4. DIMENSIONADO DEL EMBARRADO

Las celdas empleadas en el C.T. deberán haber sido sometidas a ensayos para certificar los valores indicados en las placas de características, por lo que no es necesario realizar cálculos teóricos ni hipótesis del comportamiento de las celdas.

2.1.4.1. Comprobación por Densidad de corriente

Esta comprobación, tiene por objeto verificar que el conductor indicado es capaz de conducir la corriente nominal máxima sin superar la densidad máxima admisible para el material del embarrado. Lo anterior, además de mediante cálculos teóricos, puede comprobarse realizando un ensayo de intensidad nominal, que con objeto de disponer de suficiente margen de seguridad, se considerará que es la intensidad de bucle, que en este caso es de 400 A.

Para las celdas del sistema CGM, la certificación correspondiente que cubre el valor necesitado, se ha obtenido con el protocolo 93101901, realizado por los laboratorios ORMAZABAL.

2.1.4.2. Comprobación por Solicitación electrodinámica

La intensidad dinámica de cortocircuito, se valora en aproximadamente 2,5 veces la intensidad eficaz de cortocircuito de primario:

$$I_{cc(din)} = 2.5 \times I_{ccp} = 38,3 \text{ KA}$$

Para las celdas del sistema CGM, la certificación correspondiente que cubre el valor necesitado se ha obtenido con el protocolo 642-93 realizado por los laboratorios KEMA de Holanda.

2.1.4.3. Comprobación por Solicitación térmica

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

$$I_{cc(ter)} = 15,3 \text{ KA}$$

Para las celdas CGM la certificación correspondiente que cubre el valor necesitado, se ha obtenido con el protocolo 642-93 realizado por los laboratorios KEMA de Holanda.



2.1.5. SELECCIÓN DE LAS PROTECCIONES DE A.T. Y B.T.

Los transformadores están protegidos tanto en AT como en BT.

En alta tensión las protecciones se ubican en las celdas asociadas al C.T. y consisten en ruptofusibles (interruptor- fusible combinados), siendo el calibre de los fusibles de 25 A. En el documento memoria se detalla el tipo de fusible escogido.

En baja tensión se incluye como protección general un Interruptor automático en Caja moldeada de 400 A, IV polos con poder de corte de 25 KA.

2.1.6. DIMENSIONADO DE LA VENTILACIÓN DEL C.T.

Para calcular la superficie de la reja de entrada de aire del C.T. se utiliza la expresión:

$$S_r = (W_{cu} + W_{fe}) / (0,24 \times K \times (h \times DT))^{1/2}$$

Donde:

W_{cu} = Pérdidas en el Cobre del Transformador

W_{fe} = Pérdidas en el hierro del Transformador

K = Coeficiente en función de la forma de las rejillas de entrada

h = Distancia vertical entre las rejillas de entrada y salida

DT = Aumento de temperatura del aire

S_r = Superficie mínima de las rejillas de entrada

Dado que se ha optado por instalar un transformador ORMAZABAL en edificio prefabricado PFU4 que cumple con la legislación y normativa vigente, no se cree necesario realizar el correspondiente cálculo del sistema de ventilación del transformador.

2.1.7. DIMENSIONAMIENTO DEL POZO APAGAFUEGOS

Al no existir transformadores con aceite como refrigerante, no es necesaria la existencia de un pozo apaga fuegos.

2.1.8. CÁLCULO DE LAS INSTALACIONES DE PUESTA A TIERRA

2.1.8.1. Investigación de las características del suelo

El RAT indica que para instalaciones de tercera categoría, y de intensidad de cortocircuito inferior o igual a 16 KA, es posible estimar la resistividad del terreno, siendo necesario medirlas para corrientes superiores.

En el caso que nos ocupa, el valor de la **resistividad media** se estima en **150 Ohm*m**



2.1.8.2. Determinación de las Corrientes Máximas de puesta a tierra y del tiempo máximo correspondiente a la eliminación del defecto

En las instalaciones de alta tensión de tercera categoría, los parámetros que determinan los cálculos de faltas a tierra, son los siguientes:

De la red:

- **Tipo de neutro;** que puede ser aislado, rígidamente unido a tierra, o unido a esta mediante resistencias o impedancias.
- **Tipo de protecciones.** Cuando se produce un defecto, este se elimina mediante la apertura de un elemento de corte mandado por un dispositivo relé de intensidad, que puede actuar en tiempo fijo, o según una curva de tipo inverso (tiempo dependiente).

Dada la casuística de las compañías suministradoras, en ocasiones debe resolverse este cálculo considerando una intensidad máxima empírica y un tiempo máximo de ruptura, que deben ser indicados por la compañía eléctrica.

2.1.8.3. Diseño preliminar del la instalación de tierras

Nos basaremos en las configuraciones tipo presentadas en el Anexo 2 del método de cálculo UNESA que esté de acuerdo con la forma y dimensiones del CT, según el método de cálculo desarrollado por este Organismo.

2.1.8.4. Cálculo de la Resistencia del sistema de tierra.

- Tensión de servicio $V_n = 13,2 \text{ KV}$
- Limitación de Intensidad a tierra $I_{dm} = 800 \text{ A}$
- Nivel aislamiento instalación B.T. $V_{bt} = 6.000 \text{ V}$
- Resistividad Terreno $\rho = 150 \text{ Ohm}\cdot\text{m}$
- Resistividad hormigón $\rho' = 3.000 \text{ Ohm}\cdot\text{m}$

La resistencia máxima de la puesta a tierra de protección del C.T. y la intensidad de defecto se calculan mediante la expresión:

$$I_{dxRt} = V_{bt}$$

Donde

I_d = Intensidad de defecto a tierra en Amperios

R_t = Resistencia total de puesta a tierra en Ohmios

V_{bt} = Tensión de aislamiento en Baja Tensión en Voltios

Y

$$I_d = I_{dm}$$



INSTALACIÓN ELÉCTRICA EN BAJA TENSIÓN DE UNA NAVE INDUSTRIAL



Donde

I_d = Intensidad de defecto a tierra en Amperios

I_{dm} = Limitación de intensidad de falta a tierra en Amperios

Operando en este caso, el resultado preliminar obtenido es:

$$I_d = 800 \text{ A}$$

$$R_t = 7,5 \text{ Ohmios}$$

Se selecciona el electrodo tipo (de entre los incluidos en las tablas, y de aplicación en este caso concreto, según las condiciones del sistema de tierras) que cumple el requisito de tener una K_r más cercana inferior o igual a la calculada para este caso.

$$K_r \leq R_t/\rho$$

Donde:

R_t = Resistencia total de puesta a tierra en Ohmios

ρ = Resistividad del terreno en Ohm*m

K_r = Coeficiente del electrodo

Para nuestro caso particular, según los valores antes señalados

$$K_r \leq 0,05$$

La configuración escogida para este caso, tiene las siguientes propiedades:

- Configuración seleccionada	60-60/8/84
- Geometría del sistema	Anillo
- Dimensiones de la red (m)	6*6
- Profundidad del electrodo (m)	0,8
- Numero de picas	8
- Longitud picas (m)	4

Parámetros característicos de la puesta a tierra:

De la Resistencia (K_r)	0,05
De la tensión de paso (K_p)	0.0074
De la tensión de contacto (K_c)	0,0190



INSTALACIÓN ELÉCTRICA EN BAJA TENSIÓN DE UNA NAVE INDUSTRIAL



Para que no aparezcan tensiones de contacto interiores ni exteriores, se adoptan las siguientes medidas de seguridad:

- Las puertas y rejillas metálicas que dan al exterior del Centro, no tendrán contacto eléctrico con masas conductoras susceptibles de quedar sometidas a tensión debido a defectos o averías.
- En el piso del C.T. se instalará un mallazo cubierto por una capa de hormigón de 10 cm de altura conectado a la puesta a tierra de protección del centro.
- En el caso de instalar las picas en hilera, se dispondrán alineadas con el frente del edificio.

Una vez seleccionado este electrodo, el valor real de la Resistencia de puesta a tierra del C.T. será:

$$R't = Krx\rho$$

Por lo que

$$R't = 7,5 \text{ Ohm}$$

Y la Intensidad de defecto real será:

$$I'd = 800 \text{ A}$$

2.1.8.5. Calculo de las tensiones de paso en el interior del C.T.

Adoptando las medidas de seguridad adicionales, no es preciso calcular las tensiones de paso y contacto en el interior del C.T. ya que estas son prácticamente cero.

La tensión de contacto vendrá dada por:

$$V'd = R'txI'd$$

Por lo que en este caso:

$$V'd = 6.000 \text{ V}$$

La tensión de paso en el acceso será igual a la tensión máxima de contacto, siempre que se disponga de una malla, rodeando al centro conectado al electrodo de tierra, según la fórmula:

$$V'c = Kc*\rho*I'd$$

Por lo que tendremos:

$$V'c = 2.280 \text{ V}$$



2.1.8.6. Cálculo de las tensiones de paso en el exterior de la instalación

Adoptando las medidas de seguridad adicionales, no es preciso calcular las tensiones de contacto en el exterior del C.T. ya que estas son prácticamente cero.

La tensión de paso en el exterior vendrá dada por:

$$V'p = Kp \times \rho \times I'd$$

Por lo que para este caso:

$$V'p = 888 \text{ V}$$

2.1.8.7. Cálculo de las tensiones aplicadas

Los valores máximos admisibles, para una duración total de la falta de 0,7 s son:

$$t = 0,7 \text{ s}$$

$$K = 72$$

$$N = 1$$

Tensión de paso en el exterior:

$$Vp_{adm} = (10 \times K / t^n) \times (1 + (6\rho / 1.000))$$

Por lo que para este caso:

$$Vp = 1.954 \text{ V}$$

La tensión de paso en el acceso al C.T. será:

$$Vp(\text{acc}) = (10 \times K / t^n) \times (1 + ((3 \times \rho + 3 \times \rho') / 1.000))$$

Por lo que en este caso:

$$Vp(\text{acc}) = 10.748 \text{ V}$$

Comprobamos ahora que los valores calculados para este C.T. son inferiores a los valores admisibles:

- Tensión de paso en el exterior $V'p = 888 \text{ V} \leq Vp = 1.954 \text{ V}$
- Tensión de paso en el acceso al C.T. $Vc = V'p(\text{acc}) = 2.280 \text{ V} \leq Vp(\text{acc}) 10.748 \text{ V}$
- Tensión de defecto $V'd = 6.000 \text{ V} \leq 6.000 \text{ V}$
- Intensidad de Defecto $Ia = 0 \text{ A} \leq Id 800 \text{ A} \leq Idm 800 \text{ A}$

2.1.8.8. Cálculo de las tensiones transferibles al exterior



INSTALACIÓN ELÉCTRICA EN BAJA TENSIÓN DE UNA NAVE INDUSTRIAL



Para garantizar que el sistema de tierras de protección, no transfiera tensiones al sistema de tierras de servicio, evitando así que afecten a los usuarios, debe establecerse una separación entre los electrodos más próximos de ambos sistemas, siempre que la tensión de defecto supere los 1.000 V.

La distancia mínima de separación entre los sistemas de tierras viene dada por la expresión:

$$D = \rho x I' d / (2.000 x \pi)$$

Para este C.T.:

$$D = 19,1 \text{ m.}$$

Para mantener los sistemas de puesta a tierra de protección y de servicio independientes, la puesta a tierra del neutro se realizará con cable aislado de 0,6/1 KV protegido con tubo de PVC g.p.7.

2.1.8.9. Corrección y ajuste del diseño inicial

Según el proceso de justificación del electrodo de puesta a tierra seleccionado, no se considera necesaria la corrección del sistema proyectado.

No obstante puede ejecutarse cualquier otra configuración con características mejores a las calculadas.

2.2. DISTRIBUCIÓN EN B.T.

2.2.1. DATOS DE PARTIDA

- Tensión nominal = 230/400 V
- Potencia instalada = 196.477,8 W
- Factor de potencia = 0.849
- Frecuencia = 50 HZ

2.2.2. INTENSIDAD MÁXIMA PREVISTA

De la expresión:

$$I_p = P / (\sqrt{3} x V x \cos\phi)$$

Siendo:

I_p = Intensidad prevista, medida en A

P = Potencia prevista conectada simultáneamente, medida en W

V = Tensión nominal, medida en V

$\cos\phi$ = Factor de potencia

En el caso que nos ocupa:



$$I_p = 196.477,8 / \sqrt{3} * 400 * 0,849 = 334,013 \text{ Amperios}$$

La Intensidad máxima admisible en la derivación individual puede alcanzar los 375 A., luego será capaz de soportar con facilidad la carga a que se encuentre sometida, lo que implica que el cable elegido cumple este requerimiento técnico.

2.2.3. CÁLCULO SECCIÓN CONDUCTORES

En este apartado se especificaran los pasos seguidos para dimensionar los conductores de todas las líneas, siguiendo las ITC's adecuadas de Reglamento Electrotécnico para Baja Tensión.

a) 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:

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

En primer lugar se calcula la intensidad de cada receptor:

Monofásico:

$$I = P / (V \times \cos\phi)$$

Trifásico:

$$I = P / (\sqrt{3} \times V \times \cos\phi)$$

Donde:

I= Intensidad en A

P= Previsión de potencia del receptor en W

V= Tensión de la línea que le suministra en V (en nuestro caso 230/400V)

Cosφ= Factor de potencia del receptor

Cuando los receptores sean motores la potencia se multiplica por 1.25, ya que según dicta el Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión en la ITC-BT 47, los conductores que alimentan a motores deben estar dimensionados para una intensidad del 125% de la intensidad a plena carga del motor debido al pico de arranque. Y en el caso en que la línea alimente varios motores, la línea se dimensiona para una intensidad no inferior a la suma del 125% de la intensidad a plena carga del motor de mayor potencia, más a intensidad a plena carga de todos los demás.



INSTALACIÓN ELÉCTRICA EN BAJA TENSIÓN DE UNA NAVE INDUSTRIAL



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 recogido en las ITC's BT 06 y BT 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.

Una vez conocida la intensidad de cada receptor se hace una elección de qué línea va a alimentar cada receptor de modo que la potencia suministrada por cada uno quede más o menos repartida por igual en todas las líneas, los receptores alimentador 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 crearían altibajos en la intensidad de la luz de la oficina, etc. La configuración final de las líneas aparece en los planos.

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 o multiconductor)

Tras haber tomado estos datos, ya se pueden calcular las secciones de los conductores aplicando los siguientes criterios:

CRITERIO TÉRMICO:

Dependiendo de qué opciones se hayan escogido en el punto 4 se hallara la sección necesaria a partir de las tablas que da el Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión en sus ITC – BT06 si la línea es aérea, ITC – BT07 si es subterránea o en la ITC – BT19 si es una instalación interior.

En este proyecto todas las líneas escogidas tienen en común que son cables con aislamiento de polietileno reticulado (XLPE), excepto las líneas de alumbrado que tienen un aislamiento formado por una mezcla especial termoplástica, cero de halógenos, tipo Afumex. Además, todas las líneas serán multiconductoras, a excepción de la acometida que estará formada por cables unipolares. Las líneas interiores irán bajo tubo y es resto en bandeja perforada. La línea utilizada para alimentar los aparatos de alumbrado ubicados en el exterior será aérea e ira unida a la pared por el exterior.

Por tanto, mirando la tabla 19.2 de la ITC – BT19 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 – BT06.

CRITERIO CAÍDA DE TENSIÓN:



INSTALACIÓN ELÉCTRICA EN BAJA TENSIÓN DE UNA NAVE INDUSTRIAL



Teniendo en cuenta las condiciones que vienen recogidas en el Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión, las máximas caídas de tensión en las líneas de fuerza será de 6.5%, mientras que será del 4.5% para 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:

$$S = \sqrt{3} \times I \times \cos\phi \times L / (c \times u)$$

Y en el caso de que la línea se monofásica, se calculara mediante la siguiente expresión:

$$S = 2 \times I \times \cos\phi \times L / (c \times u)$$

Donde:

- S=Sección del conductor en mm²
- I=Intensidad de la línea en A
- L= Longitud de la línea en m
- C= Conductividad del material conductor (m/(Ω*mm²))(56 en el cobre y 35 en aluminio)
- U= Máxima caída de tensión admisible, expresada en V
- Cosφ= Factor de potencia total de la línea

CRITERIO DE CORTOCIRCUITO:

Una vez elegida la sección adecuada que cumpla los dos criterios anteriores, deberemos comprobar que es capaz de soportar durante un tiempo mínimo la temperatura que alcanzará en cortocircuito, evitando así que se cree un incendio. Esta comprobación se hará en las tablas adjuntas al final.

Una vez calculada a sección de la línea según los tres criterios se escogerá el resultado que mayor sección de todos los métodos como definitiva.

Para finalizar obtenemos la sección del neutro y del cable de protección siguiendo la tabla 1 de ITC – BT07 o la ITC correspondiente. El tipo de instalación y los conductores se detallan, así como la tabla completa de cómo quedan los cables, se adjuntan en el anexotablas. En la siguiente tabla aparecen los resultados obtenidos tras aplicar el método expuesto para cada una de las líneas.

Línea	Criterio térmico	Intensidad adm. (A)	Neutro (mm ²)	CP (mm ²)	Tipo
C.B.T-C.G.D.	185	375	95	-	Trifásica
Cuadro 1	35	110	25	-	Trifásica
Cuadro 2	35	110	16	-	Trifásica



INSTALACIÓN ELÉCTRICA EN BAJA TENSIÓN DE UNA NAVE INDUSTRIAL



Cuadro 3	16	70	16	-	Trifásica
Línea puente grúa	6	37	6	-	Trifásica
Cuadro 5	35	110	16	-	Trifásica
Cuadro 6	6	37	2,5	-	Trifásica
Cuadro 7	6	37	2,5	-	Trifásica
Cuadro 8	1,5	21	1,5	-	Trifásica
Bateria de condensadores	35	110	25	-	Trifásica
Centro pulido	2,5	22	2,5	2,5	Trifásica
Sierra	1,5	16	1,5	2,5	Trifásica
Prensa 1	2,5	22	2,5	2,5	Trifásica
Prensa 2	2,5	22	2,5	2,5	Trifásica
Cizalla	2,5	22	2,5	2,5	Trifásica
Plegadora 1	1,5	16	1,5	2,5	Trifásica
Plegadora 2	1,5	16	1,5	2,5	Trifásica
Punzonadora	2,5	22	2,5	2,5	Trifásica
Soldadura 1	4	30	4	4	Trifásica
Soldadura 2	4	30	4	4	Trifásica
Soldadura 3	4	30	4	4	Trifásica
Tronzadora	2,5	22	2,5	2,5	Trifásica
Taladro	1,5	16	1,5	2,5	Trifásica
Cargador 1	1,5	16	1,5	2,5	Trifásica
Cargador 2	1,5	16	1,5	2,5	Trifásica
Compresor 1	1,5	16	1,5	2,5	Trifásica
Compresor 2	1,5	16	1,5	2,5	Trifásica
Luminarias Nave (72)	1,5	21	1,5	2,5	Monofásico
Emergencias (15)	1,5	21	1,5	2,5	Monofásico



INSTALACIÓN ELÉCTRICA EN BAJA TENSIÓN DE UNA NAVE INDUSTRIAL



Ventiladores (6)	1,5	21	1,5	2,5	Monofásico
Luminaria exterior (12)	1,5	21	1,5	2,5	Monofásico
Puntos de luz oficina (290)	1,5	21	1,5	2,5	Monofásico
Tomas de corriente (59)	2,5	29	2,5	2,5	Monofásico
Emergencias oficina (24)	1,5	21	1,5	2,5	Monofásico
S.A.I.	2,5	22	2,5	2,5	Trifásica

2.2.4. CAIDAS DE TENSIÓN

Las comprobaciones de todas las caídas de tensión en función de la sección de los conductores elegida se ven reflejadas en el anexo tablas.

2.2.4.1. Caída de tensión específica

Es la caída de Tensión por Amperio y Km de línea de cada circuito o tramo considerado. Se expresa en $V/A \cdot Km$

2.2.4.2. Caída de tensión absoluta

Responde a la expresión

$$V_{ca} = V_{cesp} \cdot I_{px} \cdot L$$

Se expresa en V

2.2.4.3. Caída de tensión porcentual

Es la relación porcentual existente entre la Caída de Tensión Absoluta y la tensión nominal de alimentación del tramo o circuito considerado, que debe ser inferior al 4,5% o al 6,5% según se trate de un circuito de alumbrado o de fuerza respectivamente.

2.2.5. DIAMETRO DE LOS TUBOS PROTECTORES Y BANDEJAS

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, o la anchura de las bandejas a través de las cuales se tenderán las líneas, se ha de tener en cuenta lo expuesto en la ITC – BT21 de Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión. En dicha ITC aparecen los diámetros exteriores que han de tener los tubos, en función de la sección y el número de conductores que se van a alojar en ellos.

Ahora veremos los tipos de tubo y bandejas escogidos y el número de metros necesarios de cada uno:



INSTALACIÓN ELÉCTRICA EN BAJA TENSIÓN DE UNA NAVE INDUSTRIAL



Bandeja perforada galvanizada Rejiband 400X100	16 m
Bandeja perforada galvanizada Rejiband 600X100	37 m
Bandeja perforada galvanizada Rejiband 400X60	34 m
Bandeja perforada galvanizada Rejiband 300X60	23 m
Bandeja perforada galvanizada Rejiband 300X35	23 m
Bandeja perforada galvanizada Rejiband 150X35	35 m
Tubo acero 16mm	100 m

2.2.6. CÁLCULO PROTECCIONES EN BT

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 calcularán las corrientes de cortocircuito serán en las entradas a los cuadros, tanto generales como secundarios, ya que son esos puntos donde se colocarán las protecciones.

El calibre calculado y el número de polos de la protección magnetotérmica serán los que se utilicen para las protecciones diferenciales. El poder de corte de las protecciones deberá ser igual o superior a la corriente máxima de cortocircuito (I_{ccmax}) calculada para su máximo valor en ausencia del dispositivo de corte.

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, líneas y automatismos de aguas arriba en el caso de la impedancia directa y de toda la línea en el caso de la impedancia homopolar.

A continuación se presentan los resultados obtenidos tras aplicar el método expuesto para cada uno de los interruptores magnetotérmicos. Se van a presentar únicamente los resultados más relevantes.

Ubicación	$I_{cc\ max\ (A)}$	$I_{cc\ min\ (A)}$
C.B.T	8812,105	2122,551
cabecera	8665,903	2122,551
C.G.D. - cuadro 1	8617,924	1895,995
C.G.D. - cuadro 2	8617,924	1653,384



INSTALACIÓN ELÉCTRICA EN BAJA TENSIÓN DE UNA NAVE INDUSTRIAL



C.G.D. - cuadro 3	8617,924	276,653
C.G.D. - Puente grúa	8617,924	2122,551
C.G.D. - cuadro 5	8617,924	772,157
C.G.D. - cuadro 6	8570,468	233,315
C.G.D. - cuadro 7	8570,468	233,315
C.G.D. - cuadro 8	8617,924	77,467
C.G.D. Batería de condensadores	8617,925	6075,630
Cuadro 1 cabecera	5699,481	1895,995
Centro de pulido	6508,150	661,743
Sierra	6508,150	581,431
Prensa 1	6508,150	1895,995
Prensa 2	6508,150	1455,698
Cizalla	6508,150	1895,995
Plegadora 1	6508,150	661,743
Plegadora 2	6508,150	459,669
Punzonadora	6508,150	661,743
Reserva	6508,150	338,526
Cuadro 2 cabecera	4974,911	1653,384
Soldadura 1	4911,929	1067,302
Soldadura 2	4911,929	1311,172
Soldadura 3	4911,929	1653,384
Tronzadora	4911,929	1255,930
Taladro	4911,929	1411,982
Reserva	4911,929	398,139
Cuadro 3 cabecera	2110,087	276,653
Cargador 1	2105,206	235,064
Cargador 2	2105,206	276,653



INSTALACIÓN ELÉCTRICA EN BAJA TENSIÓN DE UNA NAVE INDUSTRIAL



Compresor 1	2105,206	202,251
Compresor 2	2105,206	276,653
Reserva	2105,206	202,251
Cuadro 5 cabecera	7519,545	772,157
Encendido oficinas 1	5621,132	64,746
Encendido oficinas 2	5621,132	150,230
Encendido oficinas 3	5621,132	150,230
Encendido oficinas 4	5621,132	65,746
Tomas de corriente 1	5621,132	66,746
Tomas de corriente 2	5621,132	521,592
Tomas de corriente 3	5621,132	772,157
Tomas de corriente 4	5621,132	67,746
Emergencias planta baja	5621,132	68,746
Emergencias planta primera	5621,132	266,652
S.A.I.	5621,132	150,230
Reserva	5621,132	317,434
Cuadro 6 cabecera	1295,592	233,315
Encendido 1	1294,294	187,130
Encendido 2	1294,294	93,334
Línea emergencias	1294,294	233,315
Ventiladores	1294,294	121,137
Cuadro 7 cabecera	551,818	233,315
Encendido 3	551,718	71,009
Encendido 4	551,718	55,845
Línea emergencias	551,718	36,030
Ventiladores	551,718	50,026
Cuadro 8 cabecera	789,722	77,467



INSTALACIÓN ELÉCTRICA EN BAJA TENSIÓN DE UNA NAVE INDUSTRIAL



Encendido 5

789,465

77,467

Las protecciones colocadas vienen descritas en el documento memoria y también el documento planos del presente proyecto. Las tablas de cálculo están con más detalle y más extensas en el anexo tablas.

2.2.7. CÁLCULO DEL ALUMBRADO

2.2.7.1 Introducción:

El objeto de todo alumbrado artificial, es complementar la luz natural o en su defecto reemplazarla, para que se pueda continuar con la actividad a realizar, durante las horas donde la luz sea diurna o bien donde la luz es insuficiente o inexistente.

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.

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.

Las cualidades principales del alumbrado que deben considerarse al proyectar una instalación son:

- a) La intensidad de iluminación: suministrar una cantidad de luz suficiente para crear unas buenas condiciones de visibilidad.
- b) La distribución espacial de la luz, que comprende la combinación de la luz difusa y luz dirigida, el ángulo de incidencia, la distribución de las luminarias, la medida de la homogeneidad, el grado de deslumbramiento., factor de reflexión...
- c) El color de la luz y la distribución de colores.
- d) Prever aparatos de alumbrado apropiados para cada caso particular: una buena elección de la fuente de luz y de su armadura.

2.2.7.2 Conceptos luminotécnicos

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



INSTALACIÓN ELÉCTRICA EN BAJA TENSIÓN DE UNA NAVE INDUSTRIAL



- 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.
- Candela: Se define como la intensidad luminosa en una dirección dada, de una fuente que emite una radiación monocromática de frecuencia $540 \cdot 10^{12}$ Hz y cuya intensidad radiante en esa dirección es $1/683$ w* estereo-radián.
- Distancia luminosa: Conjunto de la intensidad luminosa de una lámpara en todas direcciones.
- 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).

$$E = \frac{\Phi_v}{S}$$

- Lux (Lx): Se define como la iluminancia producida por un flujo de un lumen que se distribuye uniformemente sobre una superficie de un metro cuadrado.

$$1 \text{ lux} = \frac{1 \text{ Lm}}{1 \text{ m}^2}$$

- 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/m²).
- Luminancia media: Es la luminancia promedio, expresada en cd/m², medido en una zona comprendida entre 60 y 100 m frente a la posición del observador.
- Flujo radiante (Φ): Potencia emitida, transportada o recibida en forma de radiación. La unidad del flujo radiante es (w).
- Flujo luminoso (Φ_v): Magnitud que deriva del flujo radiante al evaluar su acción sobre el observador. El flujo luminoso 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.
- Lumen (lm): Es el flujo luminoso emitido por un foco puntual de una Candela de intensidad sobre una porción esférica de un metro cuadrado a la distancia de un metro que corresponde a un ángulo sólido de un estéreo-radián.
- Ángulo sólido (ω): Se define por el volumen formado por la superficie lateral de un cono cuyo vértice coincide con el centro de una esfera de radio r, y cuya base se encuentra situada sobre la



INSTALACIÓN ELÉCTRICA EN BAJA TENSIÓN DE UNA NAVE INDUSTRIAL



superficie de la esfera, si el radio es un metro y la superficie de la base del cono es un metro cuadrado, el ángulo sólido vale un estereoradián.

$$W = \frac{S}{r^2}$$

$$\phi_v = I \cdot w$$

Donde:

W= ángulo sólido.

S= superficie de la base del cono.

R= radio de la base del cono.

I= intensidad lumínica.

ϕ_v = flujo luminoso.

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

- Cantidad de luz (QV): Es la energía en función del tiempo del flujo luminoso, durante una duración dada de tiempo. Las unidades son: Lumen por segundo (Lm*s) o Lumen por hora (Lm* h)

- Rendimiento luminoso o eficacia luminosa: Es la relación entre el flujo emitido por la fuente y la potencia empleada para obtener tal flujo, con ella se puede evaluar el ahorro de energía que puede dar una lámpara con respecto a otra. Su unidad de medida es el lumen por vatio (Lm/ W). Valores indicativos del rendimiento luminoso de algunos tipos de lámpara son:

- Incandescentes: 8- 20 Lm/ W
- Incandescentes con halogenuros : 18- 22 Lm/ W
- Fluorescentes tubulares : 40- 93 Lm/ W
- Fluorescentes compacta: 50- 82 Lm/ W
- Vapor de mercurio : 40- 58 Lm/ W
- Halogenuros metálicos : 60- 95 Lm/ W
- Sodio a alta presión : 66- 130 Lm/ W
- Sodio a baja presión : 100- 183 Lm/ W
- LED: 15 a 130 lm/W

- 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 (K). Se puede decir que la temperatura es un elemento de elección cualitativa de una lámpara, así como el flujo un elemento cuantitativo.



INSTALACIÓN ELÉCTRICA EN BAJA TENSIÓN DE UNA NAVE INDUSTRIAL



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 K
- Blanco: 3500K
- Blanco frío: 4200 K
- Luz día: 6500 K

Ejemplos de distintas temperaturas de color:

- Incandescentes: 2600-2800 K
- Incandescentes con halógenos: 3000 K
- Fluorescentes tubulares: 2600-6500 K
- Fluorescentes compactas: 2700 K
- Vapor de mercurio: 4000-4500 K
- Halógenos metálicos : 4800-6500 K
- Sodio a alta presión: 2100 K
- Sodio a baja presión: 1800 K
- Luz cálida LED: 2900-3000K

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 R_a índice de rendimiento de color. Se expresa con un número comprendido entre 0 y 100. Una fuente de luz con $R_a=100$, 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:

- $R_a < 50$: rendimiento bajo.
- $50 < R_a < 80$: rendimiento moderado.
- $80 < R_a < 90$: rendimiento bueno.
- $90 < R_a < 100$: 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.

2.2.7.3 Proceso de cálculo:

El proceso de cálculo de una instalación de interiores conlleva los siguientes pasos:

1. Obtención de información previa de los factores de partida.
2. Fijación del nivel de iluminación.
3. Determinación:
 - 3.1 Sistema de iluminación
 - 3.2 Tipos de lámparas
4. Determinación del factor de mantenimiento.
5. Calcular el índice local.
6. Calcular el flujo a instalar.
7. Cálculo del número de luminarias
8. Distribución de las luminarias.

Información previa de los datos de partida:

Para conseguir un buen diseño de iluminación general y uniforme, hay que tener en cuenta los siguientes factores de partida:

- Forma y configuración del local.
- Tipo de tarea a realizar.
- Tensión de alimentación de la red eléctrica.
- Características y tipo del objeto a iluminar.

Fijación del nivel de iluminación:

Existen diferentes niveles de iluminación para los dispares tipos de locales y las diferentes tareas que se realicen en ellos. Mediante una serie de investigaciones científicas, surgen tablas que relacionan el nivel de iluminación con los distintos locales y las tareas a realizar. Estas tablas nos sirven como guía para poder determinar que iluminación llenará cada local, siendo estas de carácter orientativo ya que siempre se deberá estudiar cada caso.



INSTALACIÓN ELÉCTRICA EN BAJA TENSIÓN DE UNA NAVE INDUSTRIAL



A continuación se incluye una tabla con los niveles de iluminación (en luxes) según la clase de edificio y la tarea a realizar:

Clase de edificio y tipo de espacio	Nivel de iluminación en lux
Escuelas:	
Pasillos, vestíbulos, aseos	200
Aulas y bibliotecas	750
Cocinas y talleres general	500
Aulas de dibujo	1000
Hospitales:	
Pasillos durante el día	250
Pasillos durante la noche	40
Aseos, locales de mantenimiento	200
Habitación iluminación general	150
Habitación iluminación lectura	250
Servicio médico general	250
Servicio médico reconocimiento	500
Sala de operación y autopsias:	
Iluminación general	1000
Puesto de trabajo	mayor 5000
Quirófano	20000-100000
Zona adyacente quirófano	10000
Hoteles y restaurantes:	
Habitaciones y pasillos	200
Cocinas	500
Sala de lectura	500



INSTALACIÓN ELÉCTRICA EN BAJA TENSIÓN DE UNA NAVE INDUSTRIAL



Restaurante y autoservicio	300
Salas de costura	750
Imprenta:	
Alumbrado general	500
Comprobación colores	1200
Fotocomposición y montaje	1500
Locales de trabajo:	
Garajes y aparcamientos	80
Locales de vestuario, ducha y aseo	200
Locales de almacenaje	300
Fundiciones, cerámicas y granjas	150
Locales de venta y exposición:	
Almacenaje y exposición	250
Comercio y salas de exposición	500
Pabellones de ferias	500
Supermercados	1000
Escaparates	Más de 1000
Montaje de piezas:	
Mecánica en general	500
Montajes precisión eléctricos	1500
Trabajos finos en cristal	1500
Piezas miniaturizadas	2000
Oficinas:	
Trabajos de mecanografía	750
Dibujo técnico	1200
Comprobación de colores	1200



INSTALACIÓN ELÉCTRICA EN BAJA TENSIÓN DE UNA NAVE INDUSTRIAL



Punto y confección:	
Telares punto oscuro	700
Telares punto claro	500
Control calidad	1000
Trabajo de la madera:	
Trabajo en banco	300
Trabajo en máquinas	500
Acabado, pulido y barnizado	500

Además hay que destacar que cuando la diferencia de nivel de iluminación entre dos locales contiguos sea superior al 20 por 100, el nivel menos iluminado de ambos no será inferior a 200 Lx. En el de un local desprovisto totalmente de ventanas o huecos de iluminación natural, el nivel de iluminación no será inferior a 500 Lux.

Determinación del sistema de iluminación

TIPO DE LUMINARIA- LÁMPARA

Sistemas de iluminación:

Una 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 cinco 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



INSTALACIÓN ELÉCTRICA EN BAJA TENSIÓN DE UNA NAVE INDUSTRIAL



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 semi-indirecto:** Cuando la mayor parte del flujo proviene del techo y paredes tenemos la iluminación semi-indirecta. 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 %.

Con cada uno de los cinco tipos de iluminación descritos con anterioridad, se pueden obtener tres clases o métodos de alumbrado, según la distribución de la luz en el local a iluminar.

1. Alumbrado general:

Se trata de un alumbrado uniforme de un espacio, sin tener en cuenta las necesidades particulares de ciertas zonas determinadas. La iluminación media deberá ser igual al nivel de iluminación que requiera la tarea específica visual. Presenta como ventaja que se pueden cambiar los puestos de trabajo sin modificar las luminarias. Es por antonomasia, el método de distribución uniforme de la luz.

La distribución luminosa más normal, se obtiene colocando las luminarias de forma simétrica en filas por columnas, cuyo producto da el número total de luminarias instaladas (reajustadas por exceso o por defecto al número de luminarias calculado).

Por razones de uniformidad, la distancia entre luminarias, no puede ser mayor que un determinado valor. Este valor depende de la altura de montaje, del nivel de iluminación, así como de las características propias del local y de la luminaria. Generalmente, la distancia entre luminarias es doble que entre estas y las paredes.

2. Alumbrado general localizado:

Alumbrado general en zonas especiales de trabajo, donde se necesita un alto nivel de iluminación, siendo suficiente la iluminación general para las zonas contiguas, de modo que este tipo de alumbrado se caracteriza por la concentración de luminarias.

3. Alumbrado suplementario:



Alumbrado que proporciona un alto nivel de iluminación en puntos específicos de trabajo, mediante la combinación del alumbrado general o del alumbrado general localizado.

Con estos datos, los hemos introducido en el software de DIALux 4.8, y hemos obtenido el número de luminarias y la situación de estas. Estos resultados vienen en el anexo tablas, apartado anexo iluminación.

2.2.8. BATERÍA DE CONDENSADORES

2.2.8.1 Calculo de la potencia reactiva

Se utilizará el método de cálculo indicada en el documento memoria del presente proyecto. Se debe hallar el valor total tanto de la potencia activa como de la reactiva.

Potencia Activa (w)	196477,8
Potencia Reactiva (var)	122260,2
Potencia Aparente (va)	231411,09
Corriente	334,01

Una vez hallados los valores de ambas potencias obtendremos el ángulo del triangulo de potencias inicial, y con ellos el factor de potencia inicial de la instalación:

$$\tan\varphi_i = Q_i/P_i = 0.6222; \text{ lo que corresponde a } \varphi_i = 31.89^\circ \text{ y } \cos \varphi_i = 0,849;$$

El factor de potencia que se quiere obtener tiene un valor de 0,95, como mínimo. Por tanto se debe hallar el nuevo ángulo que formará el triangulo de potencias. Y con ello el valor de la potencia reactiva total que se desea obtener en la instalación.

$$\begin{aligned} \cos\varphi_0 &= 0,95; \\ \Phi_0 &= 18,195^\circ; \end{aligned}$$

$$Q_0 = P \cdot \tan \varphi_0 = \mathbf{64,579.61 \text{ VAr}};$$

Por tanto, la potencia reactiva que se debe compensar con las baterías de condensadores será:

$$Q_r = Q_i - Q_0 = \mathbf{57,680.58 \text{ VAr}};$$

Así, la batería de condensadores a elegir tendrá un valor mayor que el calculado, sin llegar a meter energía reactiva en la red, por lo que el factor de potencia no debe exceder el máximo, esto es, 1. Dicha batería de 65 kVAr tiene 13 escalones, cada uno de ellos de 5 kVAr.

Cuando esté funcionando a plena potencia, nos dará los 65 kVAr de los que dispone, teniendo en ese momento un factor de potencia máximo de:



INSTALACIÓN ELÉCTRICA EN BAJA TENSIÓN DE UNA NAVE INDUSTRIAL



$Q_{\max} = Q_i - Q_f = 57260,2$; $\tan \varphi_{\max} = Q_{\max}/P_i = 0,2914^\circ$; lo que corresponde a $\varphi_{\max} = 16,24$ y $\cos \varphi_1 = 0,96$

2.2.8.2. Cálculo de la línea de alimentación de las baterías:

En primer lugar se ha de hallar la corriente máxima que puede tener la batería de condensadores:

$$I = Q / (\sqrt{3} * V * \sin \varphi) = 65000 / (\sqrt{3} * 400 * \sin 90) = 86,6A;$$

Por tanto la línea que alimente a la batería de condensadores tendrá una sección de 35 mm² por fase, el cual admite una corriente de 110A.

2.3 ANEXO TABLAS

El resumen de cálculos, y con ello la justificación de los elementos y aparellaje de protección y control, conductores y elementos de iluminación seleccionados, se detallan en los cuadros resumen que a continuación se adjuntan.

2.3.1. Tabla 1. Potencia maquinaria

Receptor	Cuadro	Cos φ	Potencia (w)	Potencia (Var)	Intensidad(A)	Intensidad corregida (A)
Centro pulido	1	0,85	8200	5081,903	13,924	17,405
Sierra	1	0,85	2600	1611,335	4,415	5,518
Prensa 1	1	0,85	7500	4648,082	12,735	15,919
Prensa 2	1	0,85	7500	4648,082	12,735	15,919
Cizalla	1	0,85	7500	4648,082	12,735	15,919
Plegadora 1	1	0,85	5000	3098,721	8,490	10,613
Plegadora 2	1	0,85	5000	3098,721	8,490	10,613
Punzonadora	1	0,85	8000	4957,954	13,584	16,98
Soldadura	2	0,85	12000	7436,932	20,377	25,471
Soldadura	2	0,85	12000	7436,932	20,377	25,471
Soldadura	2	0,85	12000	7436,932	20,377	25,471
Tronzadora	2	0,85	9000	5577,699	15,282	19,103



INSTALACIÓN ELÉCTRICA EN BAJA TENSIÓN DE UNA NAVE INDUSTRIAL



Taladro	2	0,85	2500	1549,360	4,2452	5,306
Cargador	3	0,85	4200	2602,926	7,131	8,914
Cargador	3	0,85	4200	2602,926	7,131	8,914
Compresor	3	0,85	5000	3098,721	8,49	10,613
Compresor	3	0,85	5000	3098,721	8,49	10,613
Puente grúa	-	0,85	14000	8676,420	23,77	29,716
Iluminación oficina 1	5	0,9	541	262,018	0,867	0,867
Iluminación oficina 2	5	0,9	681	329,823	1,092	1,092
Iluminación oficina 3	5	0,9	492	238,286	0,789	0,789
Iluminación oficina 4	5	0,9	547	264,924	0,877	0,877
Tomas de corriente 1	5	0,85	4250	2633,913	7,216	7,216
Tomas de corriente 2	5	0,85	3750	2324,041	6,367	6,367
Tomas de corriente 3	5	0,85	4500	2788,849	7,641	7,641
Tomas de corriente 4	5	0,85	2250	1394,424	3,820	3,820
Emergencia planta baja	5	0,9	14,4	6,97	0,02	0,02
Emergencia planta primera	5	0,9	14,4	6,97	0,02	0,02
S.A.I.	5	0,7	8400	8569,714	17,320	17,320
Encendido 1	6	0,9	3924	1900,47	5,961	5,961
Encendido 2	6	0,9	3924	1900,47	5,961	5,961
Emergencias (8)	6	0,9	464	224,72	0,744	0,744
Ventiladores (3)	6	0,85	1350	836,654	2,292	2,865



INSTALACIÓN ELÉCTRICA EN BAJA TENSIÓN DE UNA NAVE INDUSTRIAL



Encendido 3	7	0,9		1900,47	5,961	5,961
Encendido 4	7	0,9	3924	1900,47	5,961	5,961
Emergencias (7)	7	0,9	3924	224,72	0,651	0,651
Ventiladores (3)	7	0,85	1350	836,654	2,292	2,865
Encendido 5	8	0,9	1572	1179	2,388	2,388

2.3.2 Tabla 2 Sección de conductores y caída de tensión

Línea	Criterio térmico (mm ²)	Cdt (mm ²)	Sección final (mm ²)	Cdt específica (%)	Cdt Específica (V)
C.B.T.-C.G.D.	185	36,488	185	0,003081	1,232
Cuadro 1	35	17,279	35	0,009874	3,949
Cuadro 2	35	20,507	35	0,01171	4,687
Cuadro 3	16	12,405	16	0,015506	6,202
Línea puente grúa	6	0,781	6	0,002604	1,041
Cuadro 5	35	4,107	35	0,002346	0,938
Cuadro 6	6	1,347	2,5	0,0044931	1,7972
Cuadro 7	6	3,215	2,5	0,0107185	4,2875
Cuadro 8	1,5	0,219	1,5	0,002924	1,169
Bateria de condensadores	35	0,628	35	0,002072	0,8288
Centro pulido	2,5	0,686	2,5	0,005491	2,196
Sierra	1,5	0,145	1,5	0,001934	0,773
Prensa 1	2,5	0,209	2,5	0,001674	0,669
Prensa 2	2,5	0,292	2,5	0,00234	0,937
Cizalla	2,5	0,209	2,5	0,00167	0,669



INSTALACIÓN ELÉCTRICA EN BAJA TENSIÓN DE UNA NAVE INDUSTRIAL



Plegadora 1	1,5	0,251	1,5	0,003348	1,339
Plegadora 2	1,5	0,334	1,5	0,004464	1,785
Punzonadora	2,5	0,669	2,5	0,005357	2,142
Soldadura 1	4	0,803	4	0,004017	1,607
Soldadura 2	4	0,602	4	0,003013	1,205
Soldadura 3	4	0,401	4	0,002008	0,803
Tronzadora	2,5	0,301	2,5	0,002410	0,964
Taladro	1,5	0,041	1,5	0,000558	0,223
Cargador 1	1,5	0,281	1,5	0,00375	1,5
Cargador 2	1,5	0,234	1,5	0,003125	1,25
Compresor 1	1,5	0,390	1,5	0,005208	2,083
Compresor 2	1,5	0,279	1,5	0,00372	1,488
Iluminación oficina 1	1,5	0,066	1,5	0,000885	0,354
Iluminación oficina 2	1,5	0,095	1,5	0,001266	0,506
Iluminación oficina 3	1,5	0,068	1,5	0,000915	0,366
Iluminación oficina 4	1,5	0,076	1,5	0,001017	0,406
Tomas de corriente 1	2,5	0,332	2,5	0,00265	1,062
Tomas de corriente 2	2,5	0,355	2,5	0,002845	1,138
Tomas de corriente 3	2,5	0,301	2,5	0,002410	0,964



INSTALACIÓN ELÉCTRICA EN BAJA TENSIÓN DE UNA NAVE INDUSTRIAL



Tomas de corriente 4	2,5	0,251	2,5	0,002008	0,803
S.A.I.	2,5	1,171	2,5	0,00937	3,75
Emergencias p.b.	1,5	0.0016	1,5	0.000021	0.0084
Emergencias p.1	1,5	0.0013	1,5	0.0000182	0.00728
Luminarias Nave 1	1,5	0,441	1,5	0,002943	0,677
Luminarias Nave 2	1,5	0,470	1,5	0,003139	0,722
Luminarias Nave 3	1,5	0,456	1,5	0,003041	0,699
Luminarias Nave 4	1,5	0,426	1,5	0,002845	0,654
Luminarias Nave 5	1,5	0,412	1,5	0,002747	0,631
Luminarias Nave 6	1,5	0,367	1,5	0,002452	0,564
Luminarias Nave 7	1,5	0,132	1,5	0,000883	0,203
Luminarias Nave 8	1,5	0,132	1,5	0,000883	0,203
Luminarias Nave 9	1,5	0,132	1,5	0,000883	0,203
Luminarias Nave 10	1,5	0,176	1,5	0,001177	0,270
Luminarias Nave 11	1,5	0,220	1,5	0,00147	0,338
Luminarias Nave 12	1,5	0,206	1,5	0,0013731	0,315
Luminarias Nave 13	1,5	0,220	1,5	0,00147	0,338
Luminarias Nave 14	1,5	0,235	1,5	0,001569	0,361
Luminarias Nave 15	1,5	0,279	1,5	0,00186425	0,428
Luminarias Nave 16	1,5	0,367	1,5	0,0024529	0,564
Luminarias Nave 17	1,5	0,397	1,5	0,002649	0,609
Luminarias Nave 18	1,5	0,441	1,5	0,002943	0,677
Luminarias Nave 19	1,5	0,470	1,5	0,003139	0,722
Luminarias Nave 20	1,5	0,470	1,5	0,003139	0,722
Luminarias Nave 21	1,5	0,397	1,5	0,002649	0,609



INSTALACIÓN ELÉCTRICA EN BAJA TENSIÓN DE UNA NAVE INDUSTRIAL



Luminarias Nave 22	1,5	0,367	1,5	0,002452	0,564
Luminarias Nave 23	1,5	0,338	1,5	0,002256	0,519
Luminarias Nave 24	1,5	0,309	1,5	0,002060	0,473
Luminarias Nave 25	1,5	0,765	1,5	0,005102	1,173
Luminarias Nave 26	1,5	0,735	1,5	0,004905	1,128
Luminarias Nave 27	1,5	0,721	1,5	0,00480	1,105
Luminarias Nave 28	1,5	0,706	1,5	0,004709	1,083
Luminarias Nave 29	1,5	0,662	1,5	0,004415	1,015
Luminarias Nave 30	1,5	0,618	1,5	0,004120	0,947
Luminarias Nave 31	1,5	0,588	1,5	0,003924	0,902
Luminarias Nave 32	1,5	0,573	1,5	0,003826	0,880
Luminarias Nave 33	1,5	0,515	1,5	0,003434	0,789
Luminarias Nave 34	1,5	0,470	1,5	0,003139	0,722
Luminarias Nave 35	1,5	0,382	1,5	0,002551	0,586
Luminarias Nave 36	1,5	0,323	1,5	0,00215	0,496
Emergencia 1	1,5	0,137	1,5	0,000913	0,210
Emergencia 2	1,5	0,176	1,5	0,00117	0,270
Emergencia 3	1,5	0,097	1,5	0,000652	0,150
Emergencia 4	1,5	0,023	1,5	0,00015	0,036
Emergencia 5	1,5	0,078	1,5	0,000522	0,120
Emergencia 6	1,5	0,097	1,5	0,000652	0,150
Emergencia 7	1,5	0,117	1,5	0,000783	0,180
Emergencia 8	1,5	0,176	1,5	0,001174	0,270
Ventilador 1	1,5	0,729	1,5	0,00486	1,118
Ventilador 2	1,5	0,486	1,5	0,003240	0,745
Ventilador 3	1,5	0,759	1,5	0,005063	1,164



INSTALACIÓN ELÉCTRICA EN BAJA TENSIÓN DE UNA NAVE INDUSTRIAL



Luminarias Nave 37	1,5	0,294	1,5	0,001962	0,451
Luminarias Nave 38	1,5	0,250	1,5	0,001668	0,383
Luminarias Nave 39	1,5	0,176	1,5	0,001177	0,270
Luminarias Nave 40	1,5	0,147	1,5	0,000981	0,225
Luminarias Nave 41	1,5	0,088	1,5	0,00058	0,135
Luminarias Nave 42	1,5	0,147	1,5	0,000981	0,225
Luminarias Nave 43	1,5	0,176	1,5	0,00117	0,270
Luminarias Nave 44	1,5	0,250	1,5	0,001668	0,383
Luminarias Nave 45	1,5	0,367	1,5	0,002452	0,564
Luminarias Nave 46	1,5	0,294	1,5	0,001962	0,451
Luminarias Nave 47	1,5	0,206	1,5	0,001373	0,315
Luminarias Nave 48	1,5	0,147	1,5	0,00098	0,225
Luminarias Nave 49	1,5	0,397	1,5	0,002649	0,609
Luminarias Nave 50	1,5	0,338	1,5	0,0022567	0,519
Luminarias Nave 51	1,5	0,294	1,5	0,001963	0,451
Luminarias Nave 52	1,5	0,250	1,5	0,0016680	0,383
Luminarias Nave 53	1,5	0,176	1,5	0,001177	0,270
Luminarias Nave 54	1,5	0,147	1,5	0,000981	0,225
Luminarias Nave 55	1,5	0,176	1,5	0,00117	0,270
Luminarias Nave 56	1,5	0,220	1,5	0,00147	0,338
Luminarias Nave 57	1,5	0,485	1,5	0,003237	0,744
Luminarias Nave 58	1,5	0,456	1,5	0,003041	0,699
Luminarias Nave 59	1,5	0,441	1,5	0,002943	0,677
Luminarias Nave 60	1,5	0,367	1,5	0,002452	0,564
Luminarias Nave 61	1,5	0,294	1,5	0,001962	0,451
Luminarias Nave 62	1,5	0,264	1,5	0,001766	0,406



INSTALACIÓN ELÉCTRICA EN BAJA TENSIÓN DE UNA NAVE INDUSTRIAL



Luminarias Nave 63	1,5	0,294	1,5	0,001962	0,451
Luminarias Nave 64	1,5	0,323	1,5	0,00215	0,496
Luminarias Nave 65	1,5	0,735	1,5	0,004905	1,128
Luminarias Nave 66	1,5	0,691	1,5	0,004611	1,060
Luminarias Nave 67	1,5	0,677	1,5	0,004513	1,038
Luminarias Nave 68	1,5	0,588	1,5	0,003924	0,902
Luminarias Nave 69	1,5	0,618	1,5	0,004120	0,947
Luminarias Nave 70	1,5	0,485	1,5	0,003237	0,744
Luminarias Nave 71	1,5	0,500	1,5	0,003336	0,767
Luminarias Nave 72	1,5	0,515	1,5	0,003434	0,789
Emergencia9	1,5	0,109	1,5	0,000730	0,168
Emergencia10	1,5	0,097	1,5	0,0006526	0,150
Emergencia11	1,5	0,109	1,5	0,000730	0,168
Emergencia12	1,5	0,097	1,5	0,0006526	0,150
Emergencia13	1,5	0,137	1,5	0,000913	0,210
Emergencia14	1,5	0,137	1,5	0,000913	0,210
Emergencia15	1,5	0,117	1,5	0,000783	0,180
Ventilador 4	1,5	0,759	1,5	0,0050634	1,164
Ventilador 5	1,5	0,455	1,5	0,0030380	0,698
Ventilador 6	1,5	0,455	1,5	0,0030380	0,698
Luminaria exterior 1	1,5	0,265	1,5	0,0017688	0,406
Luminaria exterior 2	1,5	0,265	1,5	0,001768	0,406
Luminaria exterior 3	1,5	0,265	1,5	0,0017688	0,406
Luminaria exterior 4	1,5	0,176	1,5	0,0011792	0,271
Luminaria exterior 5	1,5	0,176	1,5	0,0011792	0,271
Luminaria exterior 6	1,5	0,176	1,5	0,0011792	0,271



INSTALACIÓN ELÉCTRICA EN BAJA TENSIÓN DE UNA NAVE INDUSTRIAL



Luminaria exterior 7	1,5	0,265	1,5	0,0017688	0,406
Luminaria exterior 8	1,5	0,265	1,5	0,0017688	0,406
Luminaria exterior 9	1,5	0,265	1,5	0,0017688	0,406
Luminaria exterior 10	1,5	0,159	1,5	0,0010613	0,244
Luminaria exterior 11	1,5	0,132	1,5	0,0008844	0,203
Luminaria exterior 12	1,5	0,159	1,5	0,0010613	0,244

2.3.3 Tabla 3 Instalación escogida

Línea	Criterio térmico (mm ²)	Cable	Tipo	Longitud (m)
C.B.T.-C.G.D.	185	RZ1 - K 0,6/1 kV 3x185+95 Al	Mult.	26
C.G.D. -Cuadro 1	35	RZ1 - K 0,6/1 kV 3x35+16 Cu	Mult.	55
C.G.D. -Cuadro 2	35	RZ1 - K 0,6/1 kV 3x35+16 Cu	Mult.	70
C.G.D. -Cuadro 3	16	RZ1 - K 0,6/1 kV 4x16 Cu	Mult.	95
Línea puente grúa	6	RZ1 - K 0,6/1 kV 4x6 Cu	Mult.	10
C.G.D. -Cuadro 5	35	RZ1 - K 0,6/1 kV 3x35+16 Cu	Mult.	25
C.G.D. - Cuadro 6	6	RZ1 - K 0,6/1 kV 4x6 Cu	Mult.	25
C.G.D. -Cuadro 7	6	RZ1 - K 0,6/1 kV 4x6 Cu	Mult.	60



INSTALACIÓN ELÉCTRICA EN BAJA TENSIÓN DE UNA NAVE INDUSTRIAL



C.G.D. - Cuadro 8	1,5	RZ1 - K 0,6/1 kV 4x1,5 Cu	Mult.	5
Bateria de condensadores	35	RZ1 - K 0,6/1 kV 3x35+16 Cu	Mult.	3
Centro pulido	2,5	RZ1 - K 0,6/1 kV 4x2,5+2,5 Cu	Mult.	15
Sierra	1,5	RZ1 - K 0,6/1 kV 4x1,5+2,5 Cu	Mult.	10
Prensa 1	2,5	RZ1 - K 0,6/1 kV 4x2,5+2,5 Cu	Mult.	5
Prensa 2	2,5	RZ1 - K 0,6/1 kV 4x2,5+2,5 Cu	Mult.	7
Cizalla	2,5	RZ1 - K 0,6/1 kV 4x2,5+2,5 Cu	Mult.	5
Plegadora 1	1,5	RZ1 - K 0,6/1 kV 4x1,5+2,5 Cu	Mult.	9
Plegadora 2	1,5	RZ1 - K 0,6/1 kV 4x1,5+2,5 Cu	Mult.	12
Punzonadora	2,5	RZ1 - K 0,6/1 kV 4x2,5+2,5 Cu	Mult.	15
Soldadura 1	4	RZ1 - K 0,6/1 kV 4x4+4 Cu	Mult.	12
Soldadura 2	4	RZ1 - K 0,6/1 kV 4x4+4 Cu	Mult.	9
Soldadura 3	4	RZ1 - K 0,6/1 kV 4x4+4 Cu	Mult.	6



INSTALACIÓN ELÉCTRICA EN BAJA TENSIÓN DE UNA NAVE INDUSTRIAL



Tronzadora	2,5	RZ1 - K 0,6/1 kV 4x2,5+2,5 Cu	Mult.	6
Taladro	1,5	RZ1 - K 0,6/1 kV 4x1,5+2,5 Cu	Mult.	3
Cargador 1	1,5	RZ1 - K 0,6/1 kV 4x1,5+2,5 Cu	Mult.	12
Cargador 2	1,5	RZ1 - K 0,6/1 kV 4x1,5+2,5 Cu	Mult.	10
Compresor 1	1,5	RZ1 - K 0,6/1 kV 4x1,5+2,5 Cu	Mult.	14
Compresor 2	1,5	RZ1 - K 0,6/1 kV 4x1,5+2,5 Cu	Mult.	10
Iluminación oficina 1	1,5	RZ1 - K 0,6/1 kV 4x1,5+2,5 Cu	Mult.	22
Iluminación oficina 2	1,5	RZ1 - K 0,6/1 kV 4x1,5+2,5 Cu	Mult.	25
Iluminación oficina 3	1,5	RZ1 - K 0,6/1 kV 4x1,5+2,5 Cu	Mult.	25
Iluminación oficina 4	1,5	RZ1 - K 0,6/1 kV 4x1,5+2,5 Cu	Mult.	25
Tomas de corriente 1	2,5	RZ1 - K 0,6/1 kV 4x2,5+2,5 Cu	Mult.	14
Tomas de corriente 2	2,5	RZ1 - K 0,6/1 kV 4x2,5+2,5 Cu	Mult.	17
Tomas de corriente 3	2,5	RZ1 - K 0,6/1 kV 4x2,5+2,5 Cu	Mult.	12



INSTALACIÓN ELÉCTRICA EN BAJA TENSIÓN DE UNA NAVE INDUSTRIAL



Tomas de corriente 4	2,5	RZ1 - K 0,6/1 kV 4x2,5+2,5 Cu	Mult.	20
S.A.I.	2,5	RZ1 - K 0,6/1 kV 4x2,5+2,5 Cu	Mult.	25
Emergencias planta baja	1,5	RZ1 - K 0,6/1 kV 4x1,5+2,5 Cu	Mult.	20
Emergencias planta primera	1,5	RZ1 - K 0,6/1 kV 4x1,5+2,5 Cu	Mult.	17
Luminarias Nave 1	1,5	RZ1 - K 0,6/1 kV 2x1,5+2,5 Cu	Mult.	30
Luminarias Nave 2	1,5	RZ1 - K 0,6/1 kV 2x1,5+2,5 Cu	Mult.	32
Luminarias Nave 3	1,5	RZ1 - K 0,6/1 kV 2x1,5+2,5 Cu	Mult.	31
Luminarias Nave 4	1,5	RZ1 - K 0,6/1 kV 2x1,5+2,5 Cu	Mult.	29
Luminarias Nave 5	1,5	RZ1 - K 0,6/1 kV 2x1,5+2,5 Cu	Mult.	28
Luminarias Nave 6	1,5	RZ1 - K 0,6/1 kV 2x1,5+2,5 Cu	Mult.	25
Luminarias Nave 7	1,5	RZ1 - K 0,6/1 kV 2x1,5+2,5 Cu	Mult.	9
Luminarias Nave 8	1,5	RZ1 - K 0,6/1 kV 2x1,5+2,5 Cu	Mult.	9
Luminarias Nave 9	1,5	RZ1 - K 0,6/1 kV 2x1,5+2,5 Cu	Mult.	9



INSTALACIÓN ELÉCTRICA EN BAJA TENSIÓN DE UNA NAVE INDUSTRIAL



Luminarias Nave 10	1,5	RZ1 - K 0,6/1 kV 2x1,5+2,5 Cu	Mult.	12
Luminarias Nave 11	1,5	RZ1 - K 0,6/1 kV 2x1,5+2,5 Cu	Mult.	15
Luminarias Nave 12	1,5	RZ1 - K 0,6/1 kV 2x1,5+2,5 Cu	Mult.	14
Luminarias Nave 13	1,5	RZ1 - K 0,6/1 kV 2x1,5+2,5 Cu	Mult.	15
Luminarias Nave 14	1,5	RZ1 - K 0,6/1 kV 2x1,5+2,5 Cu	Mult.	16
Luminarias Nave 15	1,5	RZ1 - K 0,6/1 kV 2x1,5+2,5 Cu	Mult.	19
Luminarias Nave 16	1,5	RZ1 - K 0,6/1 kV 2x1,5+2,5 Cu	Mult.	25
Luminarias Nave 17	1,5	RZ1 - K 0,6/1 kV 2x1,5+2,5 Cu	Mult.	27
Luminarias Nave 18	1,5	RZ1 - K 0,6/1 kV 2x1,5+2,5 Cu	Mult.	30
Luminarias Nave 19	1,5	RZ1 - K 0,6/1 kV 2x1,5+2,5 Cu	Mult.	32
Luminarias Nave 20	1,5	RZ1 - K 0,6/1 kV 2x1,5+2,5 Cu	Mult.	32
Luminarias Nave 21	1,5	RZ1 - K 0,6/1 kV 2x1,5+2,5 Cu	Mult.	27
Luminarias Nave 22	1,5	RZ1 - K 0,6/1 kV 2x1,5+2,5 Cu	Mult.	25



INSTALACIÓN ELÉCTRICA EN BAJA TENSIÓN DE UNA NAVE INDUSTRIAL



Luminarias Nave 23	1,5	RZ1 - K 0,6/1 kV 2x1,5+2,5 Cu	Mult.	23
Luminarias Nave 24	1,5	RZ1 - K 0,6/1 kV 2x1,5+2,5 Cu	Mult.	21
Luminarias Nave 25	1,5	RZ1 - K 0,6/1 kV 2x1,5+2,5 Cu	Mult.	52
Luminarias Nave 26	1,5	RZ1 - K 0,6/1 kV 2x1,5+2,5 Cu	Mult.	50
Luminarias Nave 27	1,5	RZ1 - K 0,6/1 kV 2x1,5+2,5 Cu	Mult.	49
Luminarias Nave 28	1,5	RZ1 - K 0,6/1 kV 2x1,5+2,5 Cu	Mult.	48
Luminarias Nave 29	1,5	RZ1 - K 0,6/1 kV 2x1,5+2,5 Cu	Mult.	45
Luminarias Nave 30	1,5	RZ1 - K 0,6/1 kV 2x1,5+2,5 Cu	Mult.	42
Luminarias Nave 31	1,5	RZ1 - K 0,6/1 kV 2x1,5+2,5 Cu	Mult.	40
Luminarias Nave 32	1,5	RZ1 - K 0,6/1 kV 2x1,5+2,5 Cu	Mult.	39
Luminarias Nave 33	1,5	RZ1 - K 0,6/1 kV 2x1,5+2,5 Cu	Mult.	35
Luminarias Nave 34	1,5	RZ1 - K 0,6/1 kV 2x1,5+2,5 Cu	Mult.	32
Luminarias Nave 35	1,5	RZ1 - K 0,6/1 kV 2x1,5+2,5 Cu	Mult.	26



INSTALACIÓN ELÉCTRICA EN BAJA TENSIÓN DE UNA NAVE INDUSTRIAL



Luminarias Nave 36	1,5	RZ1 - K 0,6/1 kV 2x1,5+2,5 Cu	Mult.	22
Emergencia 1	1,5	RZ1 - K 0,6/1 kV 2x1,5+2,5 Cu	Mult.	35
Emergencia 2	1,5	RZ1 - K 0,6/1 kV 2x1,5+2,5 Cu	Mult.	45
Emergencia 3	1,5	RZ1 - K 0,6/1 kV 2x1,5+2,5 Cu	Mult.	25
Emergencia 4	1,5	RZ1 - K 0,6/1 kV 2x1,5+2,5 Cu	Mult.	6
Emergencia 5	1,5	RZ1 - K 0,6/1 kV 2x1,5+2,5 Cu	Mult.	20
Emergencia 6	1,5	RZ1 - K 0,6/1 kV 2x1,5+2,5 Cu	Mult.	25
Emergencia 7	1,5	RZ1 - K 0,6/1 kV 2x1,5+2,5 Cu	Mult.	30
Emergencia 8	1,5	RZ1 - K 0,6/1 kV 2x1,5+2,5 Cu	Mult.	45
Ventilador 1	1,5	RZ1 - K 0,6/1 kV 2x1,5+2,5 Cu	Mult.	24
Ventilador 2	1,5	RZ1 - K 0,6/1 kV 2x1,5+2,5 Cu	Mult.	16
Ventilador 3	1,5	RZ1 - K 0,6/1 kV 2x1,5+2,5 Cu	Mult.	25
Luminarias Nave 37	1,5	RZ1 - K 0,6/1 kV 2x1,5+2,5 Cu	Mult.	20



INSTALACIÓN ELÉCTRICA EN BAJA TENSIÓN DE UNA NAVE INDUSTRIAL



Luminarias Nave 38	1,5	RZ1 - K 0,6/1 kV 2x1,5+2,5 Cu	Mult.	17
Luminarias Nave 39	1,5	RZ1 - K 0,6/1 kV 2x1,5+2,5 Cu	Mult.	12
Luminarias Nave 40	1,5	RZ1 - K 0,6/1 kV 2x1,5+2,5 Cu	Mult.	10
Luminarias Nave 41	1,5	RZ1 - K 0,6/1 kV 2x1,5+2,5 Cu	Mult.	6
Luminarias Nave 42	1,5	RZ1 - K 0,6/1 kV 2x1,5+2,5 Cu	Mult.	10
Luminarias Nave 43	1,5	RZ1 - K 0,6/1 kV 2x1,5+2,5 Cu	Mult.	12
Luminarias Nave 44	1,5	RZ1 - K 0,6/1 kV 2x1,5+2,5 Cu	Mult.	17
Luminarias Nave 45	1,5	RZ1 - K 0,6/1 kV 2x1,5+2,5 Cu	Mult.	25
Luminarias Nave 46	1,5	RZ1 - K 0,6/1 kV 2x1,5+2,5 Cu	Mult.	20
Luminarias Nave 47	1,5	RZ1 - K 0,6/1 kV 2x1,5+2,5 Cu	Mult.	14
Luminarias Nave 48	1,5	RZ1 - K 0,6/1 kV 2x1,5+2,5 Cu	Mult.	10
Luminarias Nave 49	1,5	RZ1 - K 0,6/1 kV 2x1,5+2,5 Cu	Mult.	27
Luminarias Nave 50	1,5	RZ1 - K 0,6/1 kV 2x1,5+2,5 Cu	Mult.	23



INSTALACIÓN ELÉCTRICA EN BAJA TENSIÓN DE UNA NAVE INDUSTRIAL



Luminarias Nave 51	1,5	RZ1 - K 0,6/1 kV 2x1,5+2,5 Cu	Mult.	20
Luminarias Nave 52	1,5	RZ1 - K 0,6/1 kV 2x1,5+2,5 Cu	Mult.	17
Luminarias Nave 53	1,5	RZ1 - K 0,6/1 kV 2x1,5+2,5 Cu	Mult.	12
Luminarias Nave 54	1,5	RZ1 - K 0,6/1 kV 2x1,5+2,5 Cu	Mult.	10
Luminarias Nave 55	1,5	RZ1 - K 0,6/1 kV 2x1,5+2,5 Cu	Mult.	12
Luminarias Nave 56	1,5	RZ1 - K 0,6/1 kV 2x1,5+2,5 Cu	Mult.	15
Luminarias Nave 57	1,5	RZ1 - K 0,6/1 kV 2x1,5+2,5 Cu	Mult.	33
Luminarias Nave 58	1,5	RZ1 - K 0,6/1 kV 2x1,5+2,5 Cu	Mult.	31
Luminarias Nave 59	1,5	RZ1 - K 0,6/1 kV 2x1,5+2,5 Cu	Mult.	30
Luminarias Nave 60	1,5	RZ1 - K 0,6/1 kV 2x1,5+2,5 Cu	Mult.	25
Luminarias Nave 61	1,5	RZ1 - K 0,6/1 kV 2x1,5+2,5 Cu	Mult.	20
Luminarias Nave 62	1,5	RZ1 - K 0,6/1 kV 2x1,5+2,5 Cu	Mult.	18
Luminarias Nave 63	1,5	RZ1 - K 0,6/1 kV 2x1,5+2,5 Cu	Mult.	20



INSTALACIÓN ELÉCTRICA EN BAJA TENSIÓN DE UNA NAVE INDUSTRIAL



Luminarias Nave 64	1,5	RZ1 - K 0,6/1 kV 2x1,5+2,5 Cu	Mult.	22
Luminarias Nave 65	1,5	RZ1 - K 0,6/1 kV 2x1,5+2,5 Cu	Mult.	50
Luminarias Nave 66	1,5	RZ1 - K 0,6/1 kV 2x1,5+2,5 Cu	Mult.	47
Luminarias Nave 67	1,5	RZ1 - K 0,6/1 kV 2x1,5+2,5 Cu	Mult.	46
Luminarias Nave 68	1,5	RZ1 - K 0,6/1 kV 2x1,5+2,5 Cu	Mult.	40
Luminarias Nave 69	1,5	RZ1 - K 0,6/1 kV 2x1,5+2,5 Cu	Mult.	42
Luminarias Nave 70	1,5	RZ1 - K 0,6/1 kV 2x1,5+2,5 Cu	Mult.	33
Luminarias Nave 71	1,5	RZ1 - K 0,6/1 kV 2x1,5+2,5 Cu	Mult.	34
Luminarias Nave 72	1,5	RZ1 - K 0,6/1 kV 2x1,5+2,5 Cu	Mult.	35
Emergencia9	1,5	RZ1 - K 0,6/1 kV 2x1,5+2,5 Cu	Mult.	28
Emergencia10	1,5	RZ1 - K 0,6/1 kV 2x1,5+2,5 Cu	Mult.	25
Emergencia11	1,5	RZ1 - K 0,6/1 kV 2x1,5+2,5 Cu	Mult.	28
Emergencia12	1,5	RZ1 - K 0,6/1 kV 2x1,5+2,5 Cu	Mult.	25



INSTALACIÓN ELÉCTRICA EN BAJA TENSIÓN DE UNA NAVE INDUSTRIAL



Emergencia13	1,5	RZ1 - K 0,6/1 kV 2x1,5+2,5 Cu	Mult.	35
Emergencia14	1,5	RZ1 - K 0,6/1 kV 2x1,5+2,5 Cu	Mult.	35
Emergencia15	1,5	RZ1 - K 0,6/1 kV 2x1,5+2,5 Cu	Mult.	30
Ventilador 4	1,5	RZ1 - K 0,6/1 kV 2x1,5+2,5 Cu	Mult.	25
Ventilador 5	1,5	RZ1 - K 0,6/1 kV 2x1,5+2,5 Cu	Mult.	15
Ventilador 6	1,5	RZ1 - K 0,6/1 kV 2x1,5+2,5 Cu	Mult.	15
Luminaria exterior 1	1,5	RZ1 - K 0,6/1 kV 2x1,5+2,5 Cu	Mult.	30
Luminaria exterior 2	1,5	RZ1 - K 0,6/1 kV 2x1,5+2,5 Cu	Mult.	30
Luminaria exterior 3	1,5	RZ1 - K 0,6/1 kV 2x1,5+2,5 Cu	Mult.	30
Luminaria exterior 4	1,5	RZ1 - K 0,6/1 kV 2x1,5+2,5 Cu	Mult.	20
Luminaria exterior 5	1,5	RZ1 - K 0,6/1 kV 2x1,5+2,5 Cu	Mult.	20
Luminaria exterior 6	1,5	RZ1 - K 0,6/1 kV 2x1,5+2,5 Cu	Mult.	20
Luminaria exterior 7	1,5	RZ1 - K 0,6/1 kV 2x1,5+2,5 Cu	Mult.	30



INSTALACIÓN ELÉCTRICA EN BAJA TENSIÓN DE UNA NAVE INDUSTRIAL



Luminaria exterior 8	1,5	RZ1 - K 0,6/1 kV 2x1,5+2,5 Cu	Mult.	30
Luminaria exterior 9	1,5	RZ1 - K 0,6/1 kV 2x1,5+2,5 Cu	Mult.	30
Luminaria exterior 10	1,5	RZ1 - K 0,6/1 kV 2x1,5+2,5 Cu	Mult.	18
Luminaria exterior 11	1,5	RZ1 - K 0,6/1 kV 2x1,5+2,5 Cu	Mult.	15
Luminaria exterior 12	1,5	RZ1 - K 0,6/1 kV 2x1,5+2,5 Cu	Mult.	18

2.3.4 Tabla 4 Impedancias de línea

Línea	Z directa (Ω)	Z línea (Ω) (250°)	Zauto (j Ω)	Zauto (j Ω)	
			Icc max	Icc min	2*Zd+Zo
Acometida	0,026207143	0,110167949	0,00015	0,00135	0,114032
C.G.D. cabecera	0,026649283	0,110167949	0,00045	0,00135	0,114032
C.G.D. cuadro 1	0,026797647	0,110167949	0,00075	0,00135	0,365412
C.G.D. cuadro 2	0,026797647	0,123408269	0,00075	0,00135	0,419031
C.G.D. cuadro 3	0,026797647	0,424763469	0,00075	0,00135	2,504290
Puente grúa	0,026797647	0,188170378	0,00075	0,00135	0,326409
C.G.D. cuadro 5	0,026797647	0,218159309	0,00075	0,00135	0,897252
C.G.D. cuadro 6	0,02694603	0,470966669	0,00075	0,00135	2,969463
C.G.D. cuadro 7	0,02694603	1,132982669	0,00075	0,00135	9,756767
C.G.D. cuadro 8	0,026797647	0,890243468	0,00075	0,00135	8,943322
C.G.D. Batería de condensadores	0,026797645	0,051038521	0,00075	0,00135	0,114032



INSTALACIÓN ELÉCTRICA EN BAJA TENSIÓN DE UNA NAVE INDUSTRIAL



Cuadro 1 cabecera	0,040519494	0,110167949	0,0009	0,00135	0,365412
Centro de pulido	0,035484752	0,242571149	0,00105	0,0012	1,04696
Sierra	0,035484752	0,264638349	0,00105	0,0012	1,191577
Prensa 1	0,035484752	0,110167949	0,00105	0,0012	0,365412
Prensa 2	0,035484752	0,136648589	0,00105	0,0012	0,475936
Cizalla	0,035484752	0,110167949	0,00105	0,0012	0,365412
Plegadora 1	0,035484752	0,242571149	0,00105	0,0012	1,04696
Plegadora 2	0,035484752	0,308772749	0,00105	0,0012	1,507212
Punzonadora	0,035484752	0,242571149	0,00105	0,0012	1,04696
Reserva	0,035484752	0,374974349	0,00105	0,0012	2,046579
Cuadro 2 cabecera	0,046420948	0,123408269	0,0009	0,0012	0,419031
Soldadura 1	0,047016168	0,173059469	0,00105	0,0012	0,649131
Soldadura 2	0,047016168	0,148233869	0,00105	0,0012	0,528397
Soldadura 3	0,047016168	0,123408269	0,00105	0,0012	0,419031
Tronzadora	0,047016168	0,153198989	0,00105	0,0012	0,551639
Taladro	0,047016168	0,139958669	0,00105	0,0012	0,490672
Reserva	0,047016168	0,338563469	0,00105	0,0012	1,740144
Cuadro 3 cabecera	0,109445735	0,424763469	0,0009	0,0012	2,504290
Cargador 1	0,109699523	0,468897869	0,00105	0,0012	2,947365
Cargador 2	0,109699523	0,424763469	0,00105	0,0012	2,504290
Compresor 1	0,109699523	0,513032269	0,00105	0,0012	3,425530
Compresor 2	0,109699523	0,424763469	0,00105	0,0012	2,504290
Reserva	0,109699523	0,513032269	0,00105	0,0012	3,425530
Cuadro 5 cabecera	0,030711976	0,218159309	0,0009	0,0012	0,897252
Encendido oficinas 1	0,041084266	0,544753869	0,00105	0,0012	3,790881
Encendido oficinas 2	0,041084266	0,610955469	0,00105	0,0012	4,611725



INSTALACIÓN ELÉCTRICA EN BAJA TENSIÓN DE UNA NAVE INDUSTRIAL



Encendido oficinas 3	0,041084266	0,610955469	0,00105	0,0012	4,611725
Encendido oficinas 4	0,041084266	0,610955469	0,00105	0,0012	4,611725
Tomas de corriente 1	0,041084266	0,244639949	0,00105	0,0012	1,060145
Tomas de corriente 2	0,041084266	0,284360909	0,00105	0,0012	1,328278
Tomas de corriente 3	0,041084266	0,218159309	0,00105	0,0012	0,897252
Tomas de corriente 4	0,041084266	0,324081869	0,00105	0,0012	1,624913
Emergencias p.b.	0,041084266	0,500619469	0,00105	0,0012	3,287500
Emergencias p1	0,041084266	0,434417869	0,00105	0,0012	2,598214
S.A.I.	0,041084266	0,390283469	0,00105	0,0012	2,182558
Reserva	0,041084266	0,610955469	0,00105	0,0012	4,611725
Cuadro 6 cabecera	0,178250562	0,470966669	0,00105	0,00135	2,969463
Encendido 1	0,178429351	0,537168269	0,0012	0,00135	3,702331
Encendido 2	0,178429351	0,801974669	0,0012	0,00135	7,423006
Línea emergencias	0,178429351	0,470966669	0,0012	0,00135	2,969463
Ventiladores	0,178429351	0,691638669	0,0012	0,00135	5,719289
Cuadro 7 cabecera	0,418507358	1,132982669	0,00105	0,00135	9,756767
Encendido 3	0,418583542	0,934377869	0,0012	0,00135	9,75676
Encendido 4	0,418583542	1,199184269	0,0012	0,00135	12,40611
Línea emergencias	0,418583542	1,353654669	0,0012	0,00135	19,22894
Ventiladores	0,418583542	1,132982669	0,0012	0,00135	13,84912
Cuadro 8 cabecera	0,292432048	0,890243468	0,00105	0,00135	8,943322
Encendido 5	0,292527128	0,890243468	0,0012	0,00135	8,943322

2.3.5. Tabla 5. Protección magnetotérmica

Ubicación	Icc max (A)	Icc min (A)	Calibre (A)	PdC (KA)	Nº polos	Curva
CB del CT	8812,105499	2122,551634	400R/360	42	IV	reg.



INSTALACIÓN ELÉCTRICA EN BAJA TENSIÓN DE UNA NAVE INDUSTRIAL



C.G.D. cabecera	8665,903331	2122,551634	400R/360	42	IV	reg.
C.G.D. cuadro 1	8617,92468	1895,995973	100	10	IV	c
C.G.D. cuadro 2	8617,92468	1653,384685	100	10	IV	c
C.G.D. cuadro 3	8617,92468	276,6533615	50	10	IV	b
Puente grúa	8617,92468	2122,551634	32	10	IV	d
C.G.D. cuadro 5	8617,92468	772,1577285	100	10	IV	b
C.G.D. cuadro 6	8570,468612	233,315	32	10	IV	b
C.G.D. cuadro 7	8570,468612	233,315	32	10	IV	b
C.G.D. cuadro 8	8617,92468	77,467893	10	10	IV	b
C.G.D. Batería de condensadores	8617,925359	6075,630967	100	10	IV	d
Cuadro 1 cabecera	5699,481474	1895,995973	100	10	IV	c
Centro de pulido	6508,150464	661,74329	16	10	IV	d
Sierra	6508,150464	581,4310358	10	10	IV	d
Prensa 1	6508,150464	1895,995973	16	10	IV	d
Prensa 2	6508,150464	1455,698682	16	10	IV	d
Cizalla	6508,150464	1895,995973	16	10	IV	d
Plegadora 1	6508,150464	661,74329	10	10	IV	d
Plegadora 2	6508,150464	459,6699793	10	10	IV	d
Punzonadora	6508,150464	661,74329	16	10	IV	d
Reserva	6508,150464	338,5260113	10	10	IV	d
Cuadro 2 cabecera	4974,911532	1653,384685	100	6	IV	d
Soldadura 1	4911,929645	1067,302846	25	6	IV	d
Soldadura 2	4911,929645	1311,172312	25	6	IV	d
Soldadura 3	4911,929645	1653,384685	25	6	IV	d
Tronzadora	4911,929645	1255,930295	25	6	IV	d
Taladro	4911,929645	1411,982128	10	6	IV	d



INSTALACIÓN ELÉCTRICA EN BAJA TENSIÓN DE UNA NAVE INDUSTRIAL



Reserva	4911,929645	398,1394627	10	6	IV	d
Cuadro 3 cabecera	2110,087769	276,6533615	50	6	IV	d
Cargador 1	2105,206128	235,0642498	10	6	IV	d
Cargador 2	2105,206128	276,6533615	10	6	IV	d
Compresor 1	2105,206128	202,25197	10	6	IV	d
Compresor 2	2105,206128	276,6533615	10	6	IV	d
Reserva	2105,206128	202,25197	10	6	IV	d
Cuadro 5 cabecera	7519,545803	772,1577285	100	6	IV	b
Encendido oficinas 1	5621,132573	64,746741	6	6	IV	c
Encendido oficinas 2	5621,132573	150,230169	6	6	IV	c
Encendido oficinas 3	5621,132573	150,230169	6	6	IV	c
Encendido oficinas 4	5621,132573	65,746741	6	6	IV	c
Tomas de corriente 1	5621,132573	66,746741	16	6	IV	b
Tomas de corriente 2	5621,132573	521,5925912	16	6	IV	d
Tomas de corriente 3	5621,132573	772,1577285	16	6	IV	d
Tomas de corriente 4	5621,132573	67,746741	16	6	IV	b
Emergencias p.b.	5621,132573	68,746741	6	6	IV	c
Emergencias p.1	5621,132573	266,6524998	6	6	IV	d
S.A.I.	5621,132573	150,230169	16	6	IV	c
Reserva	5621,132573	317,4348778	10	6	IV	c
Cuadro 6 cabecera	1295,592593	233,315	32	6	IV	b
Encendido 1	1294,294388	187,13081	10	6	IV	c
Encendido 2	1294,294388	93,334199	10	6	IV	b
Línea emergencias	1294,294388	233,315	6	6	IV	d
Ventiladores	1294,294388	121,13748	6	6	IV	d
Cuadro 7 cabecera	551,818512	233,315	32	6	IV	b
Encendido 3	551,7180789	71,009207	10	6	IV	b



INSTALACIÓN ELÉCTRICA EN BAJA TENSIÓN DE UNA NAVE INDUSTRIAL



Encendido 4	551,7180789	55,845077	10	6	IV	b
Línea emergencias	551,7180789	36,030079	6	6	IV	b
Ventiladores	551,7180789	50,026286	6	6	IV	b
Cuadro 8 cabecera	789,7222946	77,467893	6	6	IV	b
Encendido 5	789,4656114	77,467893	6	6	IV	c

2.3.6 Tabla 6. Protección Diferencial

Ubicación	Calibre	Nº polos	Sensibilidad (mA)
CGD Cuadro 1	100	IV	500
CGD Cuadro 2	100	IV	300
CGD Cuadro 3	63	IV	300
Puente grúa	40	IV	300
CGD Cuadro 5	100	IV	300
CGD Cuadro 6 y 7	40	IV	100
CGD Cuadro 8	25	IV	30
Bateria de condensadores	100	IV	300
Diferencial 1 Cuadro 1	40	IV	300
Diferencial 2 Cuadro 1	40	IV	300
Diferencial 3 Cuadro 1	40	IV	300
Diferencial 1 Cuadro 2	80	IV	300
Diferencial 2 Cuadro 2	40	IV	300
Diferencial 1 Cuadro 3	40	IV	300
Diferencial 2 Cuadro 3	25	IV	300
Diferencial 1 Cuadro 5	16	IV	30
Diferencial 2 Cuadro 5	63	IV	300
Diferencial 3 Cuadro 5	25	IV	30



INSTALACIÓN ELÉCTRICA EN BAJA TENSIÓN DE UNA NAVE INDUSTRIAL



Diferencial 4 Cuadro 5	25	IV	30
Diferencial 5 Cuadro 5	25	IV	300
Diferencial 6 Cuadro 5	25	IV	30
Diferencial 1 Cuadro 6	40	IV	30
Diferencial 1 Cuadro 7	40	IV	30
Diferencial 1 Cuadro 8	25	IV	30

2.3.7. Tabla 7. Alumbrado

UBICACIÓN	REFERENCIA	Ud	Pot. Ud (W)	Pot.tot (w)	Corriente (A)	Corriente corregida (A)
Vestuarios pb	TBS165 3xTL5-14W/840 HF-S II C6	6	48	288	1,3913	2,6434
baños pb	BBS470 1XDLED-3000	4	11	44	0,1913	0,1913
Lavabo pb	BBS470 1XDLED-3000	7	11	77	0,3347	0,3347
Oficina encargado pb	BBS470 1XDLED-3000	4	11	44	0,1913	0,1913
Recibidor pb	BBS470 1XDLED-3000	8	11	88	0,3826	0,3826
Oficina técnica pb	BBS470 1XDLED-3000	15	11	165	0,7173	0,7173
Almacen mecanica pb	TBS165 3xTL5-14W/840 HF-S II C6	8	48	384	1,8550	3,5246
Sala de reuniones p1	BBS470 1XDLED-3000	15	11	165	0,7173	0,7173
Director técnico p1	BBS470 1XDLED-3000	6	11	66	0,2869	0,2869
Local limpieza p1	TBS165 3xTL5-14W/840 HF-S II C6	2	48	96	0,4637	0,8811



INSTALACIÓN ELÉCTRICA EN BAJA TENSIÓN DE UNA NAVE INDUSTRIAL



Baño y lavabo h/m p1	BBS470 1XDLED- 3000	4	11	44	0,1913	0,1913
pasillo p1	BBS470 1XDLED- 3000	3	11	33	0,1434	0,1434
Sala de espera p1	BBS470 1XDLED- 3000	8	11	88	0,3826	0,3826
Oficina admon p1	BBS470 1XDLED- 3000	18	11	198	0,8608	0,8608
Direccion admon p1	BBS470 1XDLED- 3000	8	11	88	0,3826	0,3826
Archivo p1	TBS165 3xTL5- 14W/840 HF-S II C6	2	48	96	0,4637	0,8811
Oficina gerencia p1	BBS470 1XDLED- 3000	15	11	165	0,7173	0,7173
Of. Mant.	BBS470 1XDLED- 3000	12	11	132	0,5739	0,5739
Nave	BY461P LED 200S/740 PSD HRO	36	58	2088	3,0137	3,0137
Nave	BY461P LED 200S/740 PSD HRO	36	58	2088	3,0137	3,0137
Exterior	BGP303 LED122/740	12	131	1572	6,834	6,8347
Vesturarios pb	EM996W1 1,2WLED TA 1 hora	1	1,2	1,2	0,0052	0,0052
Aseos pb	EM996W1 1,2WLED TA 1 hora	5	1,2	6	0,0260	0,0260
Of. encargado pb	EM996W1 1,2WLED TA 1 hora	1	1,2	1,2	0,0052	0,0052
Recibidor pb	EM996W1 1,2WLED TA 1 hora	1	1,2	1,2	0,0052	0,0052
Of. Tecnica pb	EM996W1 1,2WLED TA 1 hora	1	1,2	1,2	0,0052	0,0052
Alm. Mecanica	EM996W1 1,2WLED	1	1,2	1,2	0,0052	0,0052



INSTALACIÓN ELÉCTRICA EN BAJA TENSIÓN DE UNA NAVE INDUSTRIAL



pb	TA 1 hora					
Of. Mant	EM996W1 1,2WLED TA 1 hora	1	1,2	1,2	0,0052	0,0052
Escaleras p1	EM996C2 1,2WLED TA 1 hora	1	1,2	1,2	0,0052	0,0052
Sala reuniones p1	EM996W1 1,2WLED TA 1 hora	1	1,2	1,2	0,0052	0,0052
Local limpieza p1	EM996W1 1,2WLED TA 1 hora	1	1,2	1,2	0,0052	0,0052
Aseos p1	EM996W1 1,2WLED TA 1 hora	4	1,2	4,8	0,0208	0,0208
Sala espera p1	EM996W1 1,2WLED TA 1 hora	1	1,2	1,2	0,0052	0,0052
Dir. Tecnico p1	EM996W1 1,2WLED TA 1 hora	1	1,2	1,2	0,0052	0,0052
Of. Admon p1	EM996W1 1,2WLED TA 1 hora	1	1,2	1,2	0,0052	0,0052
Dir. Admon p1	EM996W1 1,2WLED TA 1 hora	1	1,2	1,2	0,0052	0,0052
Archivo p1	EM996W1 1,2WLED TA 1 hora	1	1,2	1,2	0,0052	0,0052
Of. Gerencia p1	EM996W1 1,2WLED TA 1 hora	1	1,2	1,2	0,0052	0,0052
Nave	PHILIPS TMX 204 1x58W GMX 565	8	58	464	0,7441	1,41386
Nave	PHILIPS TMX 204 1x58W GMX 566	7	58	406	0,6511	1,2371



INSTALACIÓN ELÉCTRICA EN BAJA TENSIÓN DE UNA NAVE INDUSTRIAL



Pamplona Abril de 2014

El Ingeniero Técnico Industrial Eléctrico

Fdo: Daniel Baquedano de Miguel

CAPITULO 2 CÁLCULOS
Daniel Baquedano de Miguel

58



INSTALACIÓN ELÉCTRICA EN BAJA TENSIÓN
DE UNA NAVE INDUSTRIAL



ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE INGENIEROS
INDUSTRIALES Y DE TELECOMUNICACIÓN

Titulación:

INGENIERO TÉCNICO INDUSTRIAL ELÉCTRICO

Título del proyecto:

INSTALACIÓN ELÉCTRICA EN BAJA TENSIÓN DE UNA
NAVE INDUSTRIAL

DOCUMENTO 3 PLANOS

Daniel Baquedano de Miguel

José Javier Crespo Ganuza

Pamplona, 15 de Abril de 2014

CAPITULO 3 PLANOS
Daniel Baquedano de Miguel



INDICE. Capítulo 3 PLANOS

3.1 SITUACIÓN

3.2 EMPLAZAMIENTO

3.3 LÍNEA DE MEDIA TENSIÓN

3.4. CENTRO DE TRANSFORMACIÓN

3.5 ESQUEMA UNFILAR DEL CENTRO DE TRANSFORMACIÓN

3.6 TIERRA Y DETALLE DE CANALIZACIONES EN CENTRO DE TRANSFORMACIÓN

3.7 PUESTA A TIERRA DE LA NAVE INDUSTRIAL

3.8 DISTRIBUCIÓN EN BAJA TENSIÓN DE LA NAVE

3.9 CUADRO GENERAL DE DISTRIBUCIÓN

3.10 CUADRO 1

3.11 CUADRO 2 Y 3

3.12 CUADRO 5

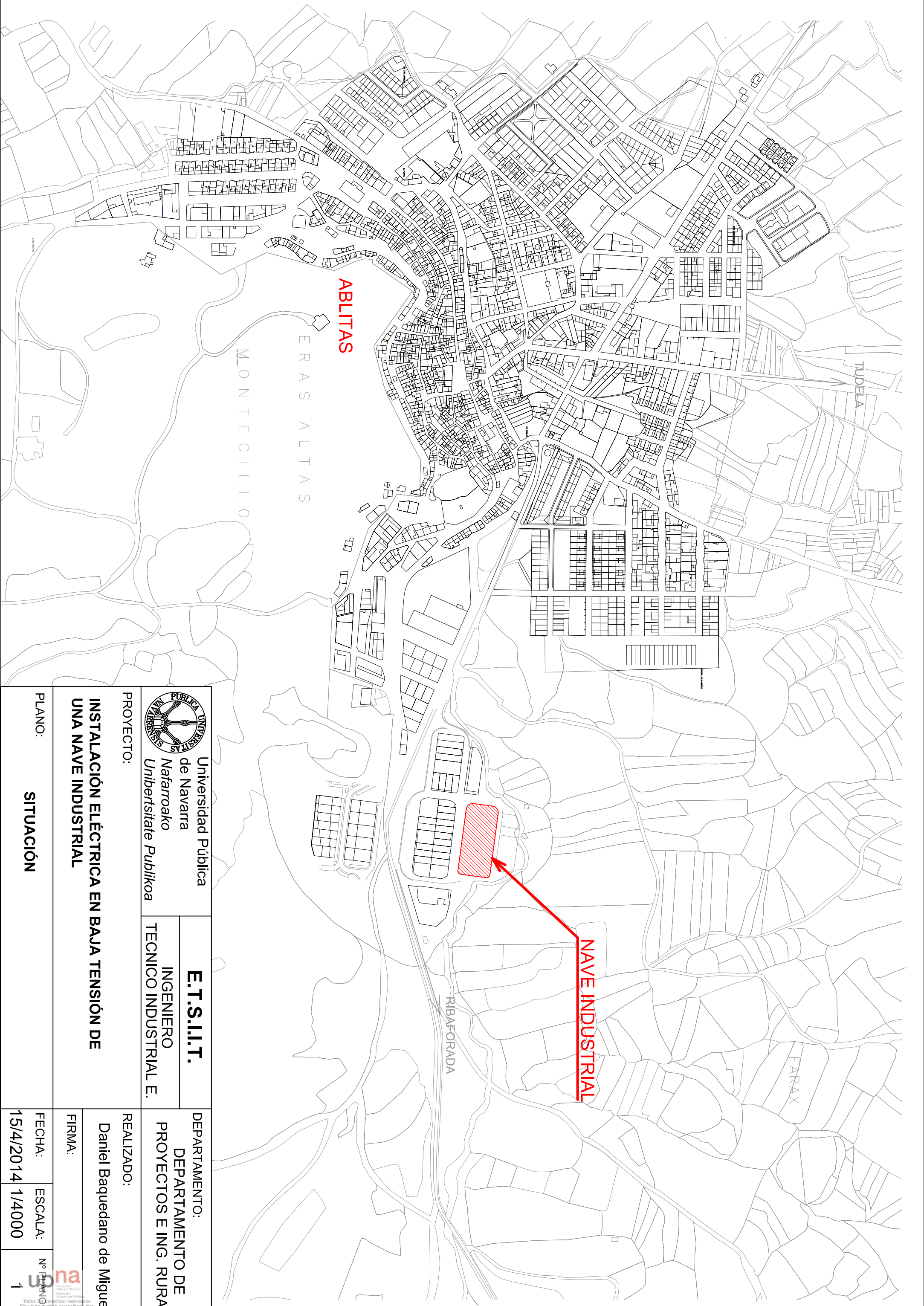
3.13 CUADRO 6, 7 Y 8


3.14 DETALLE ILUMINACIÓN NAVE

3.15 DISTRIBUCIÓN ILUMINACIÓN NAVE

3.16 DISTRIBUCIÓN OFICINAS

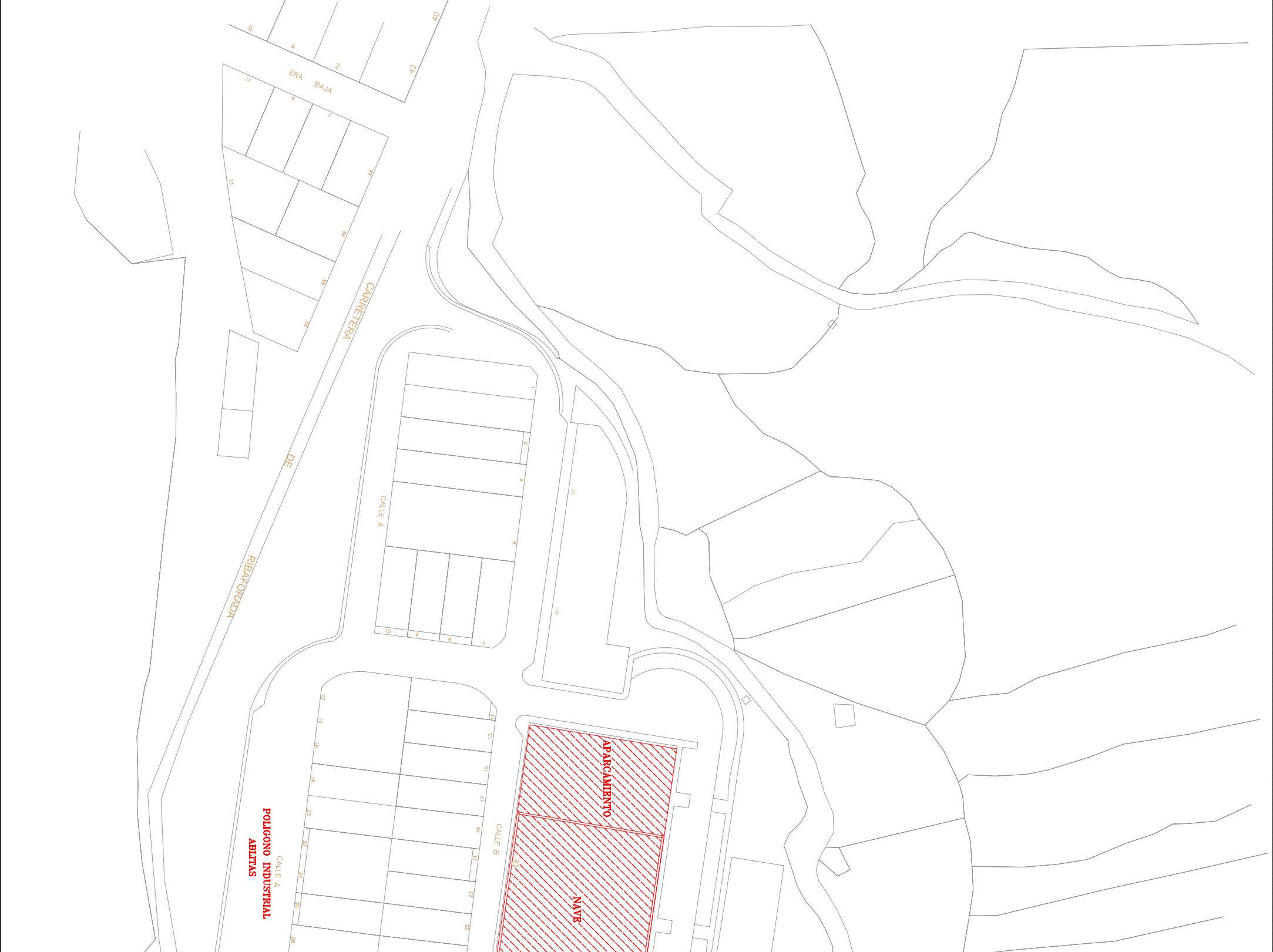
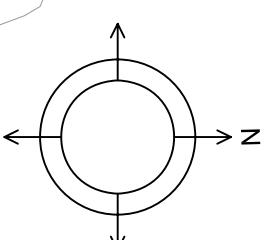
3.17 DETALLE ILUMINACIÓN OFICINAS




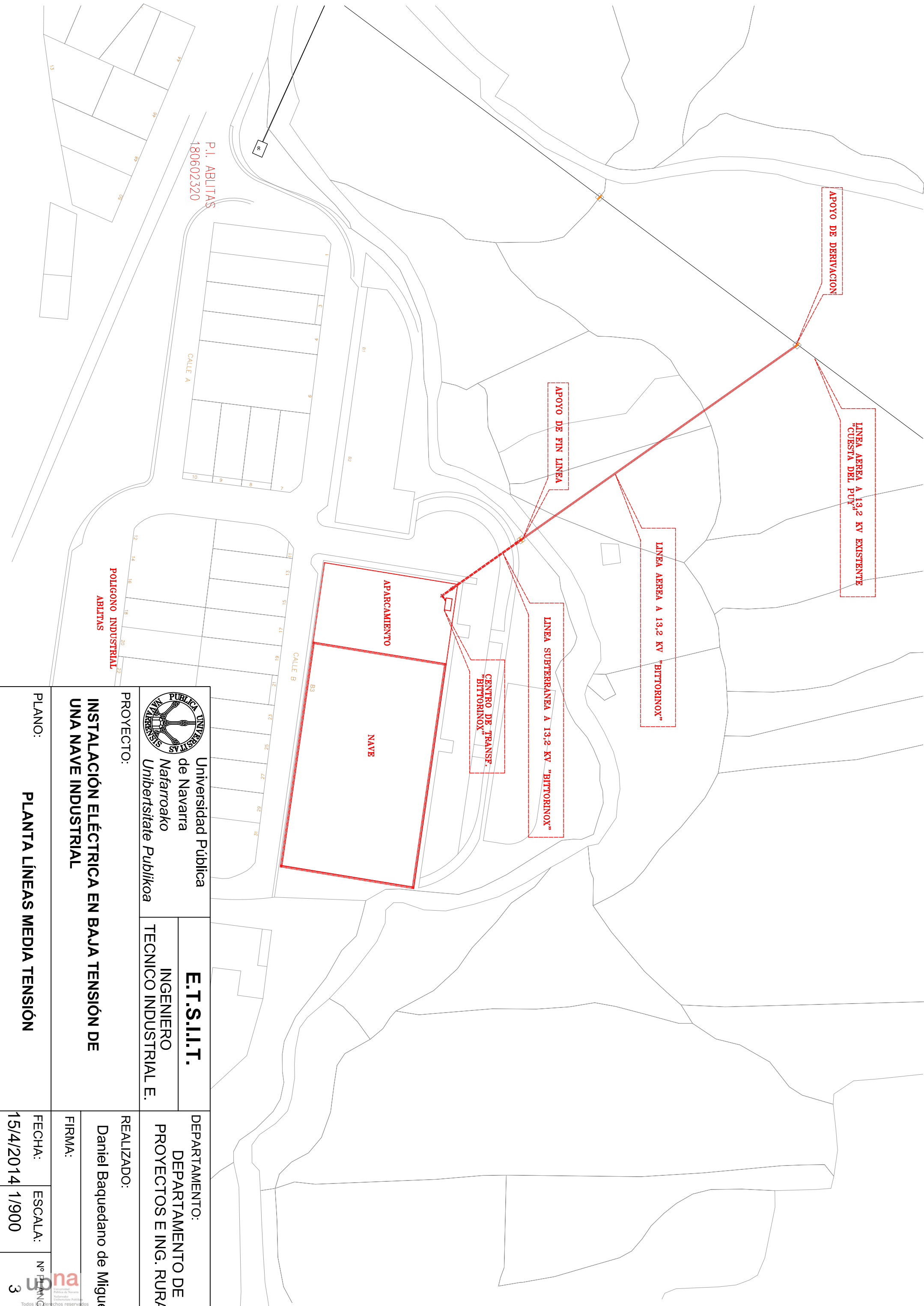
 Universidad Pública de Navarra Nafarroako Unibertsitate Publikoa	E.T.S.I.I.T. INGENIERO TECNICO INDUSTRIAL E.	DEPARTAMENTO: DEPARTAMENTO DE PROYECTOS E ING. RURAL
	REALIZADO: Daniel Baquedano de Miguel	

PROYECTO: INSTALACIÓN ELÉCTRICA EN BAJA TENSIÓN DE UNA NAVE INDUSTRIAL	FIRMA: Daniel Baquedano de Miguel
---	--------------------------------------

PLANO: SITUACIÓN	FECHA: 15/4/2014	ESCALA: 1/4000	Nº PLANOS: 1
----------------------------	---------------------	-------------------	-----------------



 Universidad Pública de Navarra Nafarroako Unibertsitate Publikoa	E.T.S.I.I.T. INGENIERO TECNICO INDUSTRIAL E.	
	DEPARTAMENTO: DEPARTAMENTO DE PROYECTOS E ING. RURAL	
PROYECTO: INSTALACIÓN ELÉCTRICA EN BAJA TENSIÓN DE UNA NAVE INDUSTRIAL	REALIZADO: Daniel Baquedano de Miguel	
PLANO: EMPLAZAMIENTO	FIRMA:	
FECHA: 15/4/2014	ESCALA: 1/1000	Nº PLANO: 2



APOYO DE DERIVACION

LINEA AEREA A 13,2 KV EXISTENTE
"CUESTA DEL PUY"

LINEA AEREA A 13,2 KV "BITTORINOX"

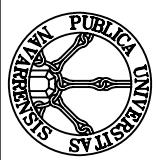
APOYO DE FIN LINEA

LINEA SUBTERRANEA A 13,2 KV "BITTORINOX"

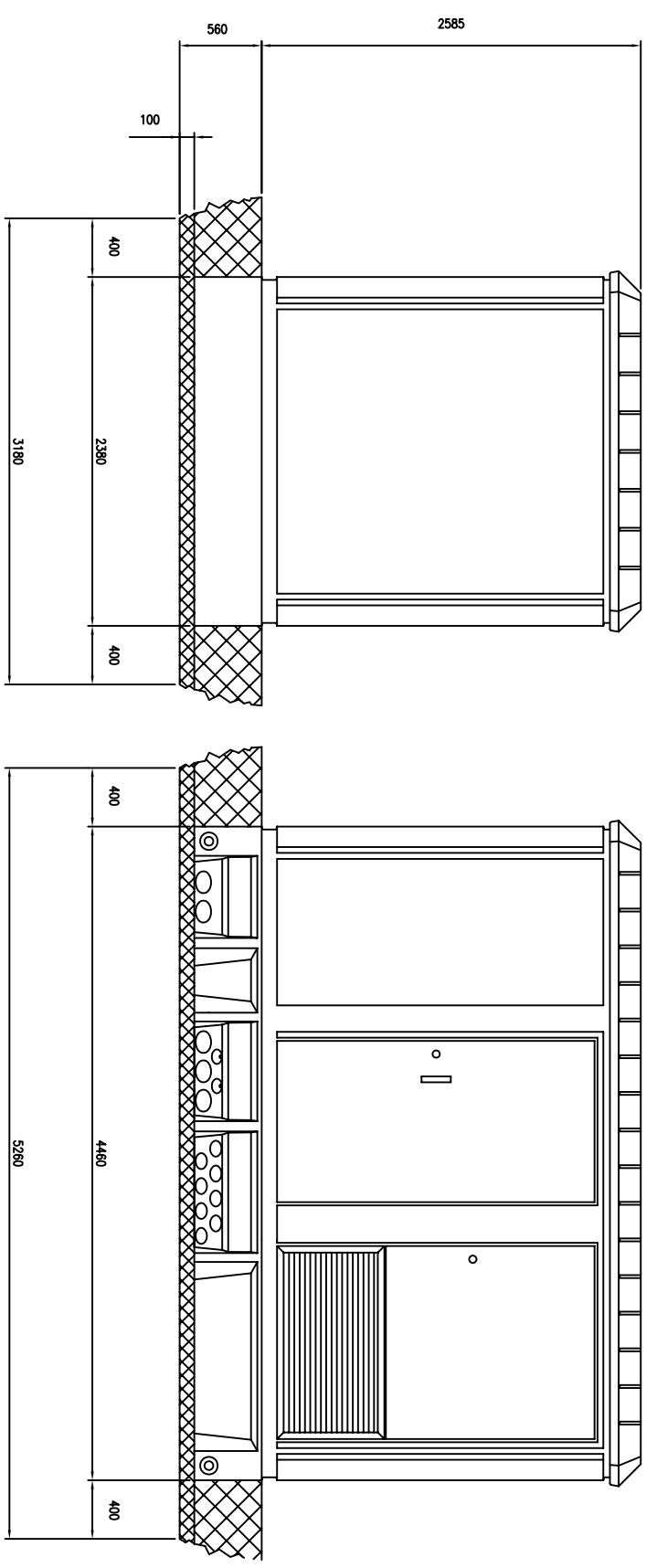
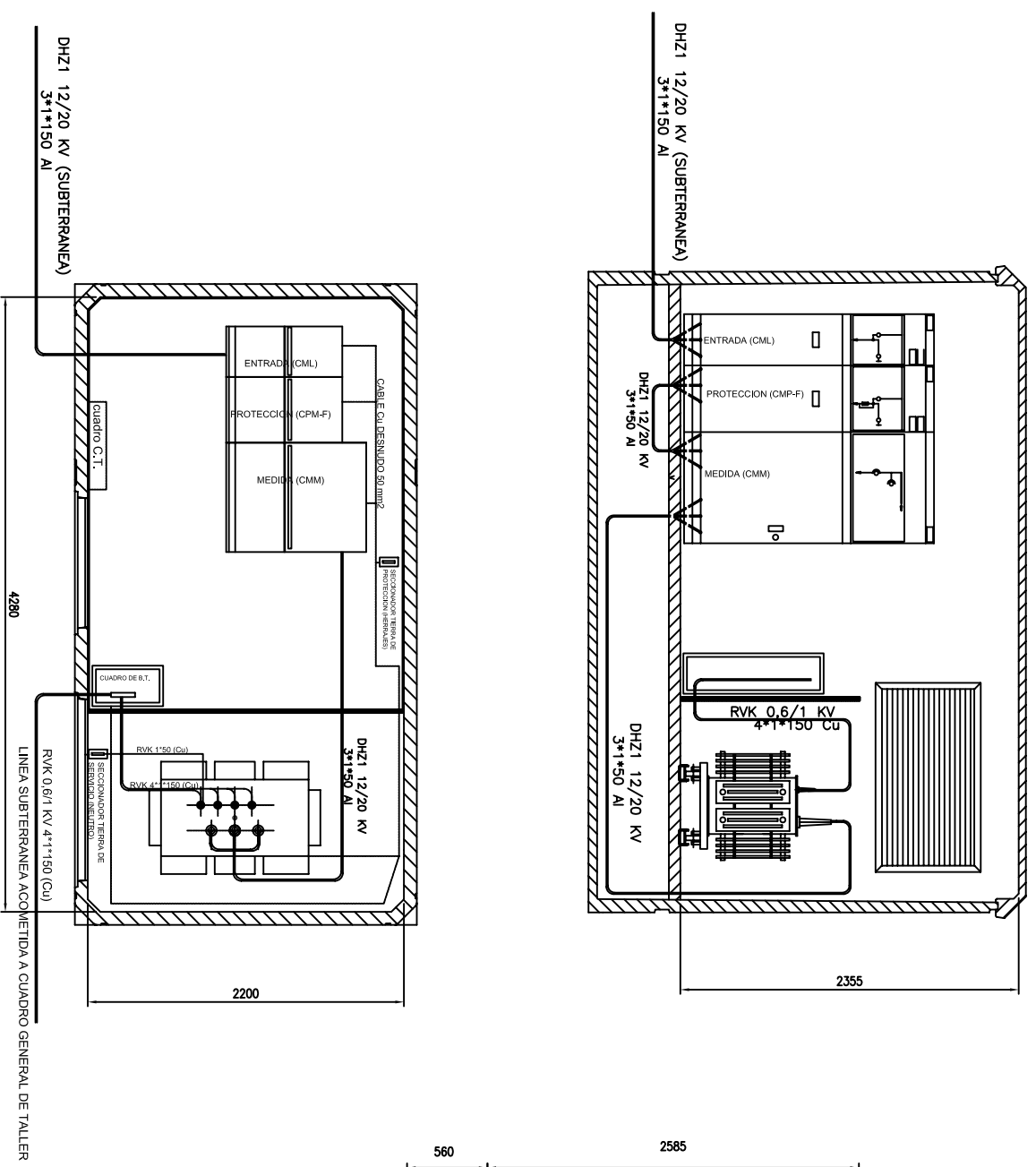
CENTRO DE TRANSF.
"BITTORINOX"

P.I. ABILTAS
180602320

POLIGONO INDUSTRIAL
ABILTAS

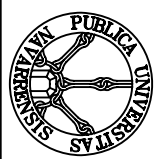
 Universidad Pública de Navarra Nafarroako Unibertsitate Publikoa	E.T.S.I.I.T. INGENIERO TECNICO INDUSTRIAL E.	DEPARTAMENTO: DEPARTAMENTO DE PROYECTOS E ING. RURAL
	PROYECTO: INSTALACIÓN ELÉCTRICA EN BAJA TENSIÓN DE UNA NAVE INDUSTRIAL	REALIZADO: Daniel Baquedano de Miguel
PLANO: PLANTA LÍNEAS MEDIA TENSIÓN	FIRMA:	DEPARTAMENTO DE PROYECTOS E ING. RURAL
FECHA: 15/4/2014	ESCALA: 1/900	Nº PLANO: 3

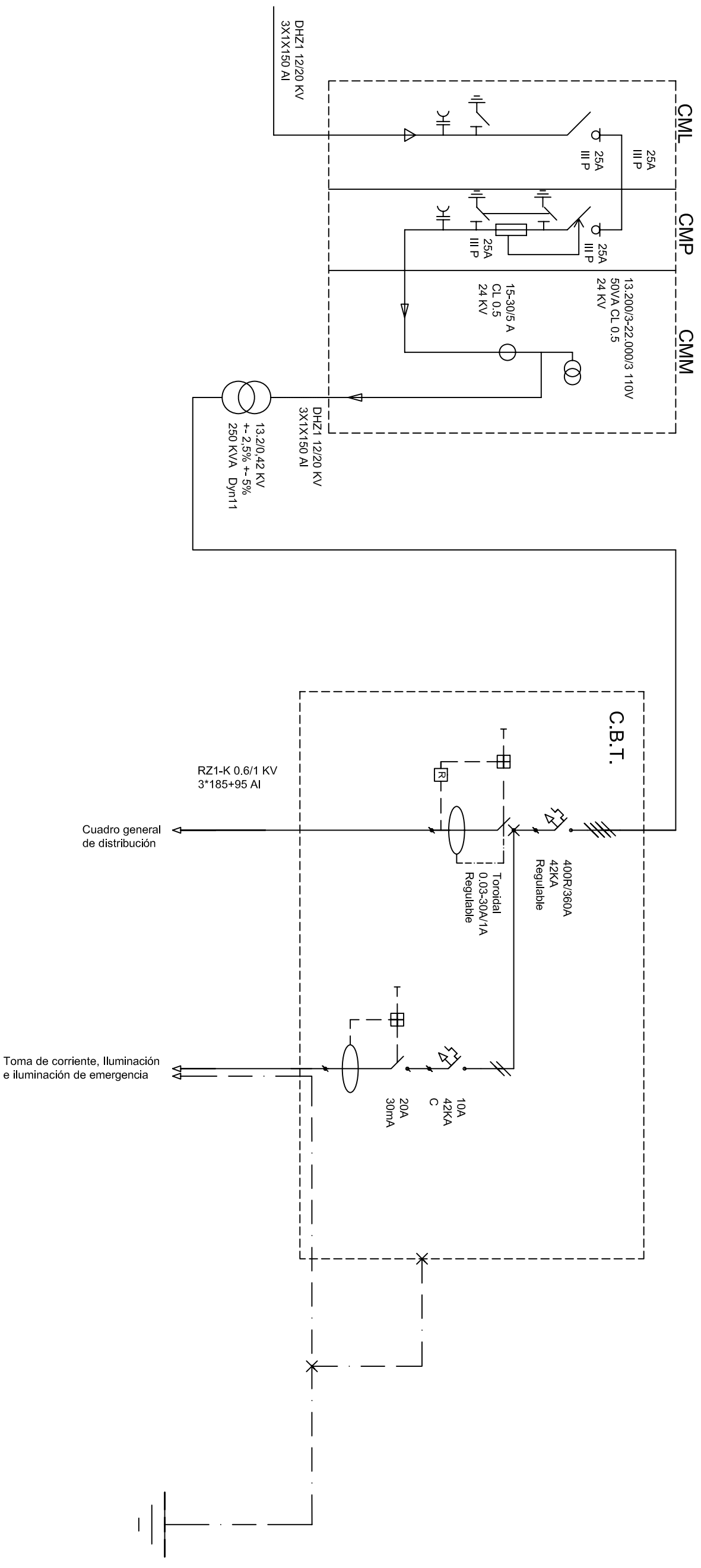
DISTRIBUCION GENERAL C.T.




OBRA CIVIL C.T.

DIMENSIONES DE LA EXCAVACION
5.26 m. ancho x 3.18 m. fondo x 0.56 m. profund.

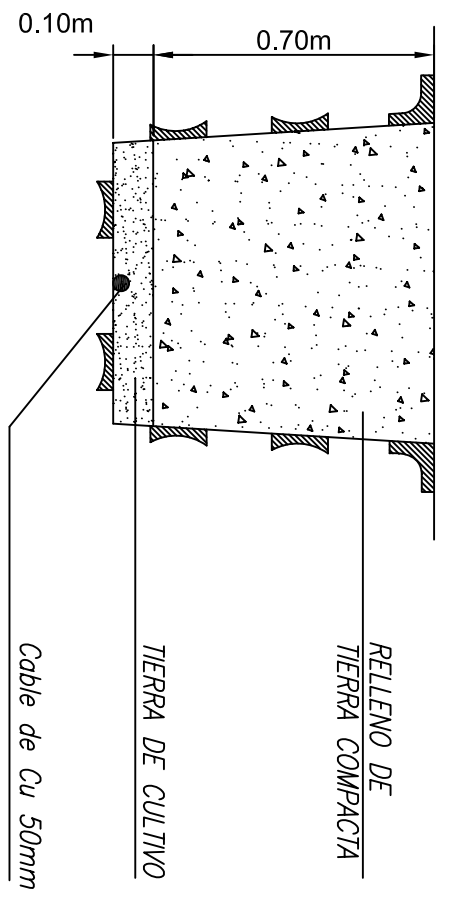
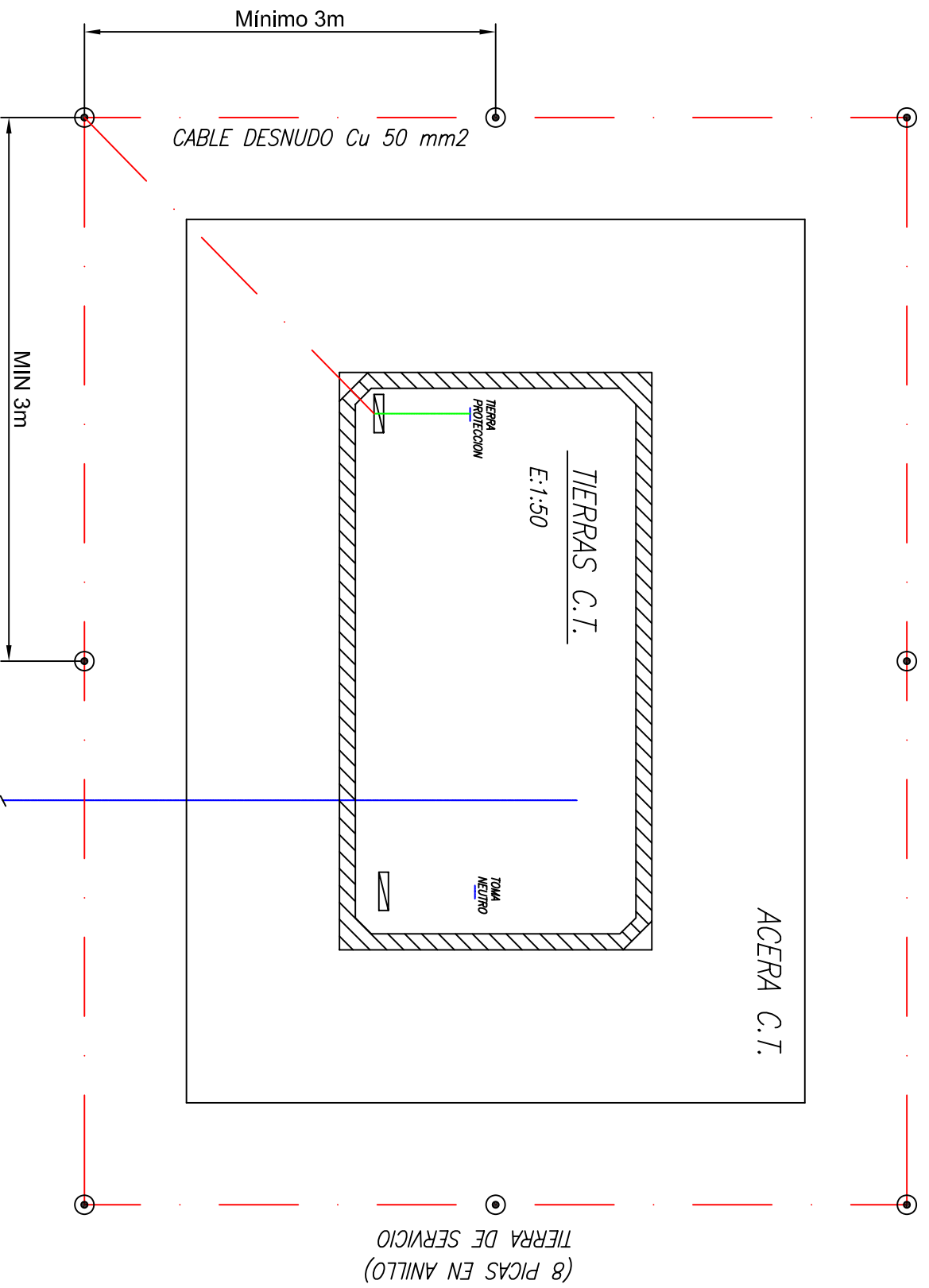
 Universidad Pública de Navarra Nafarroako Unibertsitate Publikoa	E.T.S.I.I.T. INGENIERO TECNICO INDUSTRIAL E.	DEPARTAMENTO: DEPARTAMENTO DE PROYECTOS E ING. RURAL
		REALIZADO: Daniel Baquedano de Miguel
PROYECTO: INSTALACIÓN ELÉCTRICA EN BAJA TENSIÓN DE UNA NAVE INDUSTRIAL	FIRMA:	
PLANO: CENTRO DE TRANSFORMACIÓN	FECHA: 15/4/2014	ESCALA: 1/50
Nº PLANOS: 4		Logo of E.T.S.I.I.T.



 Universidad Pública de Navarra Nafarroako Unibertsitate Publikoa	E.T.S.I.I.T. INGENIERO TECNICO INDUSTRIAL E.	DEPARTAMENTO: DEPARTAMENTO DE PROYECTOS E ING. RURAL
	REALIZADO: Daniel Baquedano de Miguel	

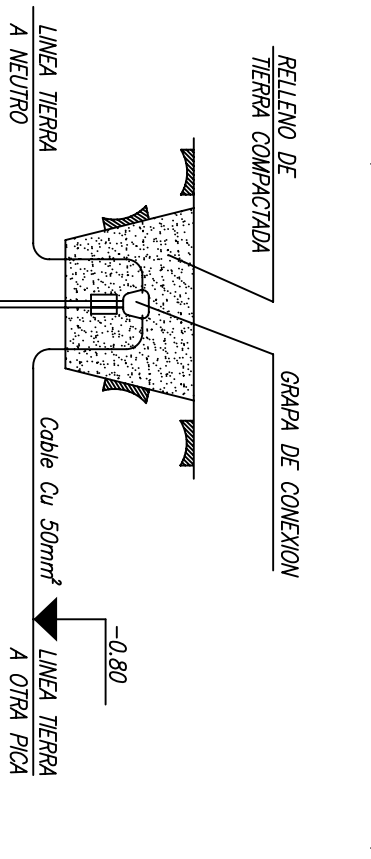
PROYECTO:
INSTALACIÓN ELÉCTRICA EN BAJA TENSIÓN DE UNA NAVE INDUSTRIAL

PLANO: ESQUEMA UNIFILAR CENTRO DE TRANSFORMACIÓN	FECHA: 15/4/2014	ESCALA: -	Nº PLANO: 5
--	---------------------	--------------	----------------

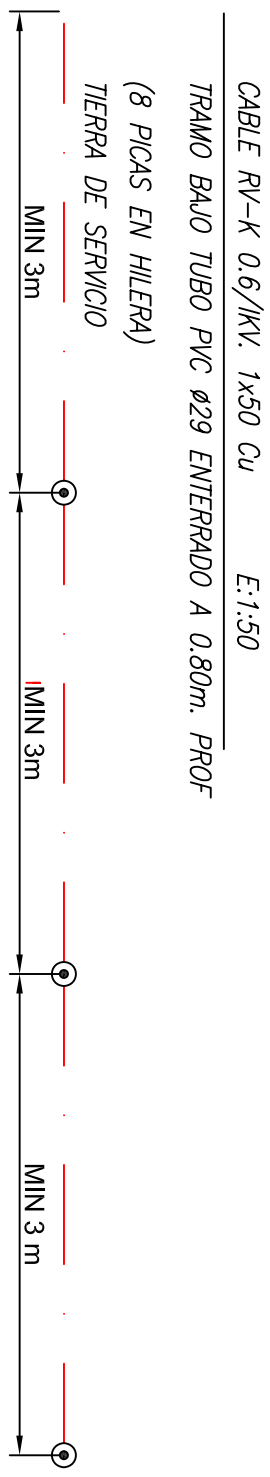


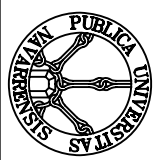
DETALLE DE ZANJA PARA
COLOCACION DE MALLA

- CABLE DE COBRE AISLADO
- CABLE DE COBRE DE 50mm. EN ZANJAS SEGUN DETALLE
- CONEXION DE PUESTA A TIERRA APARELLAJE
- PICA AGERO COBREDO L=4 m, D=14 mm
- CAJA DE SECCIONAMIENTO A TIERRA



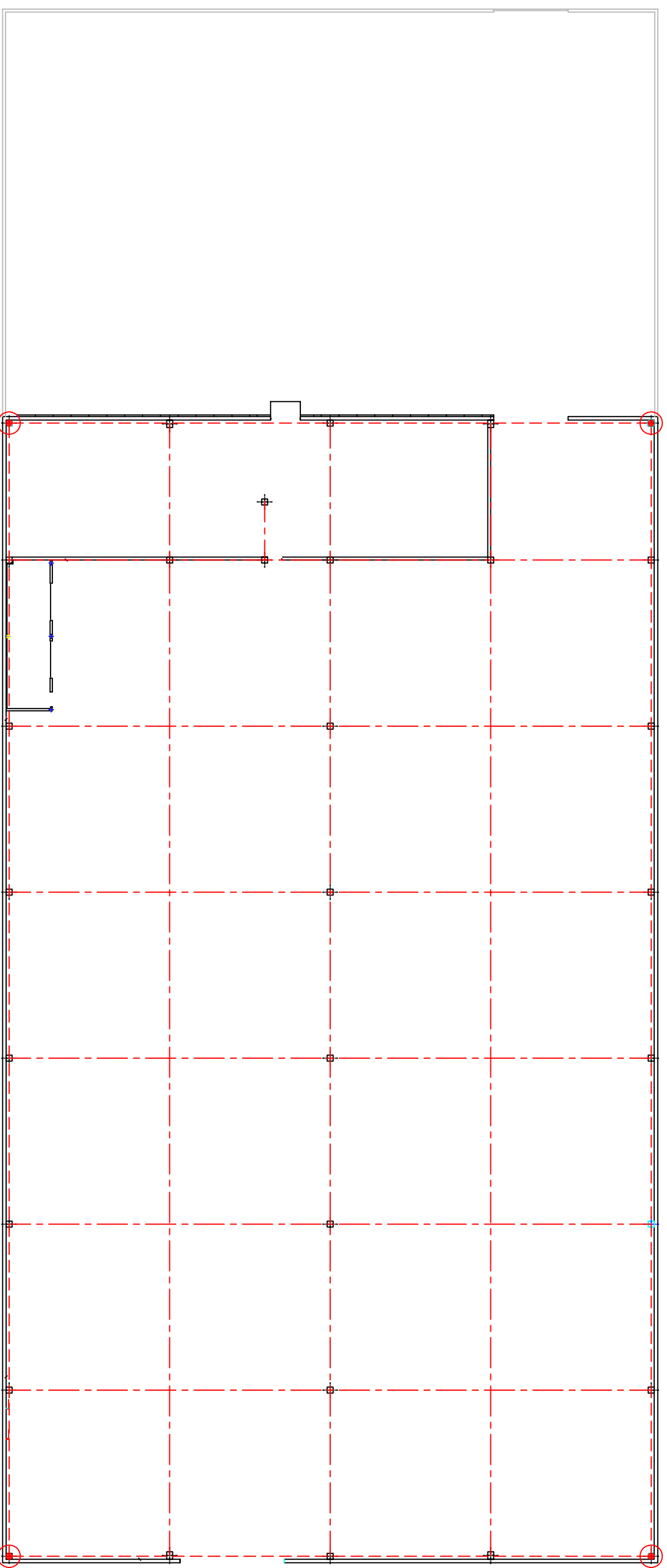
DETALLE COLOCACION DE PICAS



 Universidad Pública de Navarra Nafarroako Unibertsitate Publikoa	E.T.S.I.I.T.	DEPARTAMENTO: DEPARTAMENTO DE PROYECTOS E ING. RURAL
	INGENIERO TECNICO INDUSTRIAL E.	REALIZADO: Daniel Baquedano de Miguel

PROYECTO: INSTALACIÓN ELÉCTRICA EN BAJA TENSIÓN DE UNA NAVE INDUSTRIAL	FIRMA:
--	--------

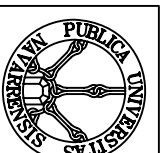
PLANO: TIERRA Y DETALLE DE CANALIZACIONES EN C.T.	FECHA: 15/4/2014	ESCALA: 1/50	Nº PLANOS: 6
---	---------------------	-----------------	-----------------



Pica de acero cobreado de 1,5m de longitud y 14,6 mm de diametro

--- Cable de cobre desnudo de 35mm

- - - - - Mallazo



Universidad Pública de Navarra
Nafarroako Unibertsitate Publikoa

E.T.S.I.I.T.

INGENIERO TECNICO INDUSTRIAL E.

DEPARTAMENTO: DEPARTAMENTO DE PROYECTOS E ING. RURAL

PROYECTO:

INSTALACIÓN ELÉCTRICA EN BAJA TENSIÓN DE UNA NAVE INDUSTRIAL

REALIZADO:

Daniel Baquedano de Miguel

FIRMA:

PLANO:

PUESTA A TIERRA DE LA NAVE INDUSTRIAL

FECHA:

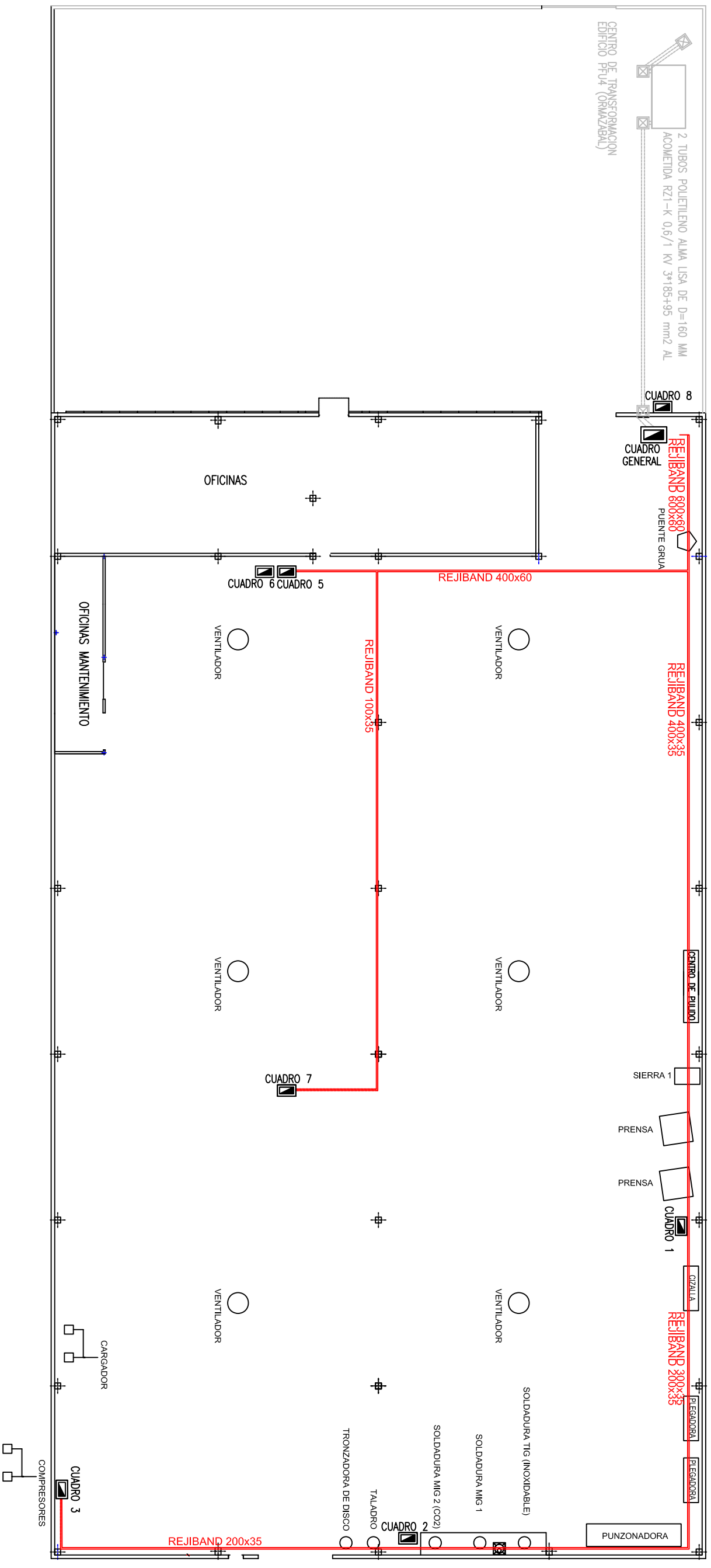
15/4/2014


ESCALA:

1/270

Nº PLANO:

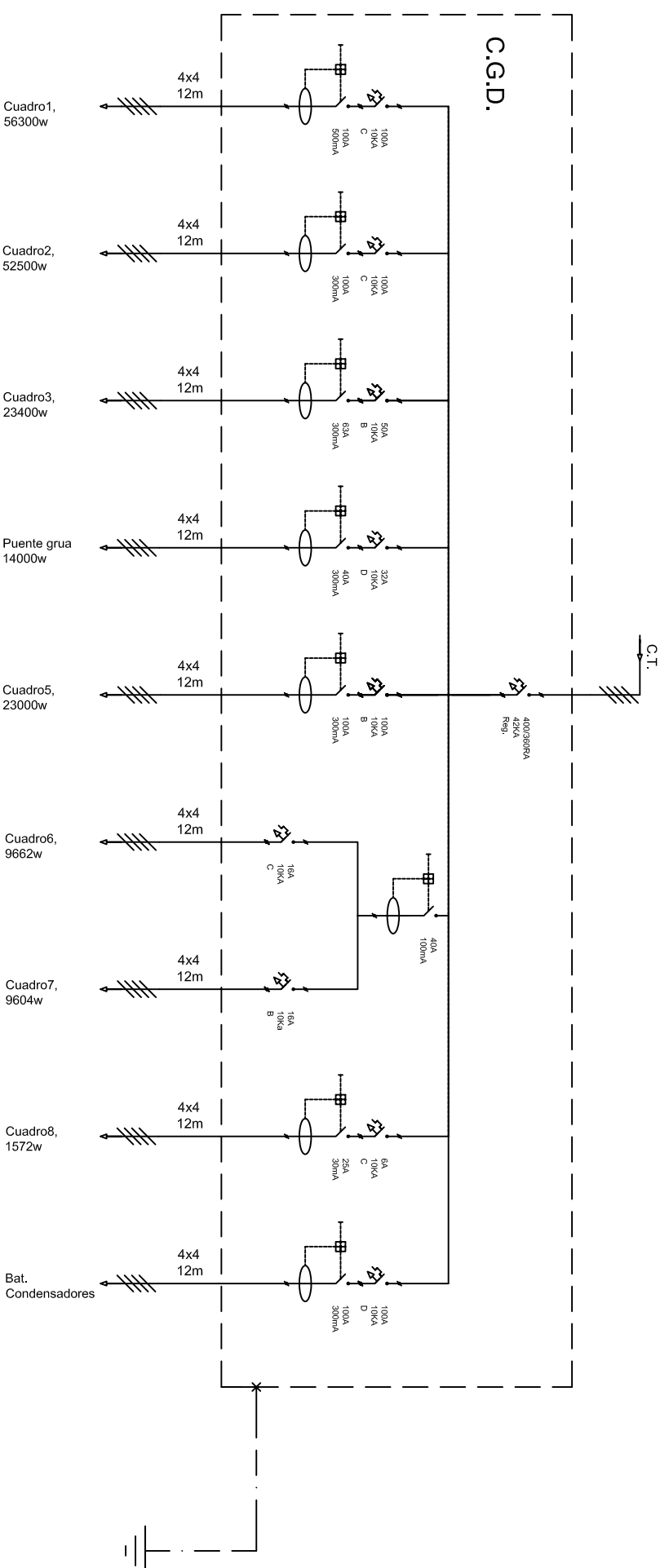
7




 <p>Universidad Pública de Navarra Nafarroako Unibertsitate Publikoa</p>	<p>E.T.S.I.I.T.</p> <p>INGENIERO TECNICO INDUSTRIAL E.</p>
	<p>DEPARTAMENTO: DEPARTAMENTO DE PROYECTOS E ING. RURAL</p>

<p>PROYECTO: INSTALACIÓN ELÉCTRICA EN BAJA TENSIÓN DE UNA NAVE INDUSTRIAL</p>	<p>REALIZADO: Daniel Baquedano de Miguel</p>
--	--

<p>PLANO: DISTRIBUCIÓN EN BAJA TENSIÓN DE LA NAVE</p>	<p>FECHA: 15/4/2014</p>	<p>ESCALA: 1/260</p>	<p>Nº PLANO: 8</p>
--	-----------------------------	--------------------------	------------------------



 <p>Universidad Pública de Navarra Nafarroako Unibertsitate Publikoa</p>	<p>E.T.S.I.I.T.</p> <p>INGENIERO TECNICO INDUSTRIAL E.</p>
	<p>DEPARTAMENTO DE DEPARTAMENTO DE PROYECTOS E ING. RURAL</p>

PROYECTO: **REALIZADO:**

**INSTALACIÓN ELÉCTRICA EN BAJA TENSIÓN DE
UNA NAVE INDUSTRIAL**

Daniel Baquedano de Miguel

FIRMA:

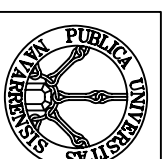
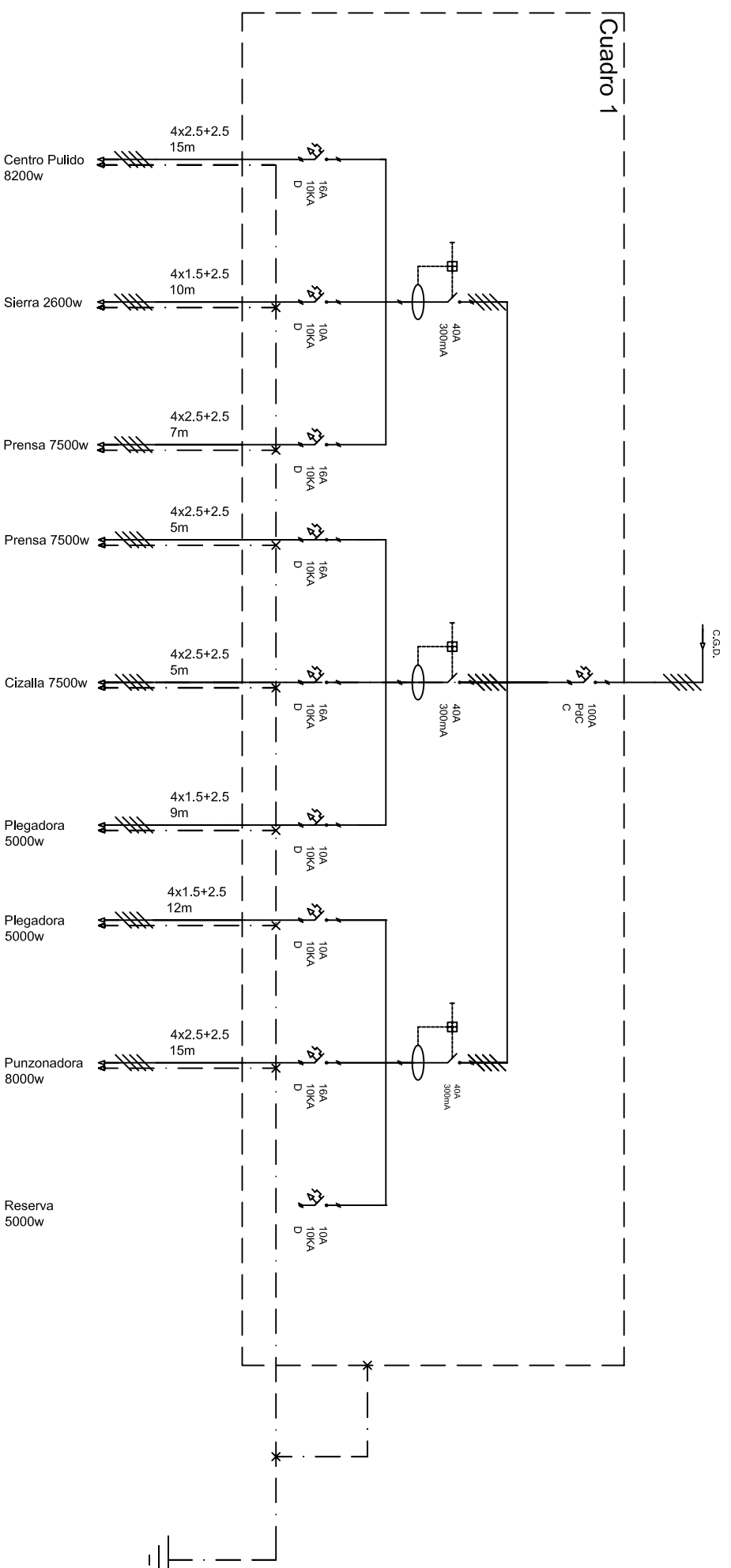
PLANO:

CUADRO GENERAL DE DISTRIBUCIÓN

FECHA:
15/4/2014

ESCALA:
-

Nº PLANO
9



Universidad Pública
de Navarra
Nafarroako
Unibertsitate Publikoa

E.T.S.I.I.T.
INGENIERO
TECNICO INDUSTRIAL E.

DEPARTAMENTO:
**DEPARTAMENTO DE
PROYECTOS E ING. RURAL**

PROYECTO:

**INSTALACIÓN ELÉCTRICA EN BAJA TENSIÓN DE
UNA NAVE INDUSTRIAL**

REALIZADO:

Daniel Baquedano de Miguel

FIRMA:

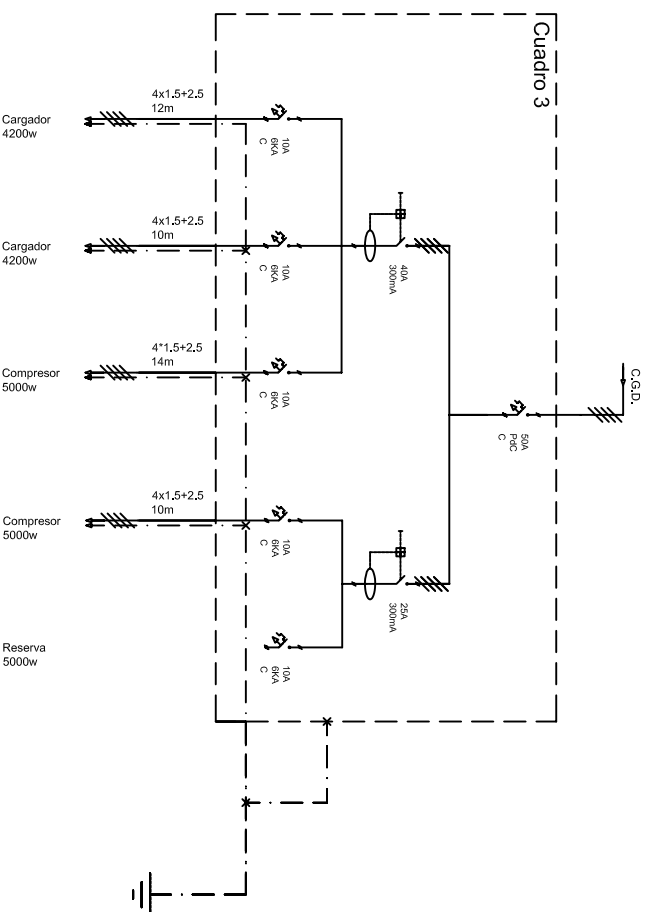
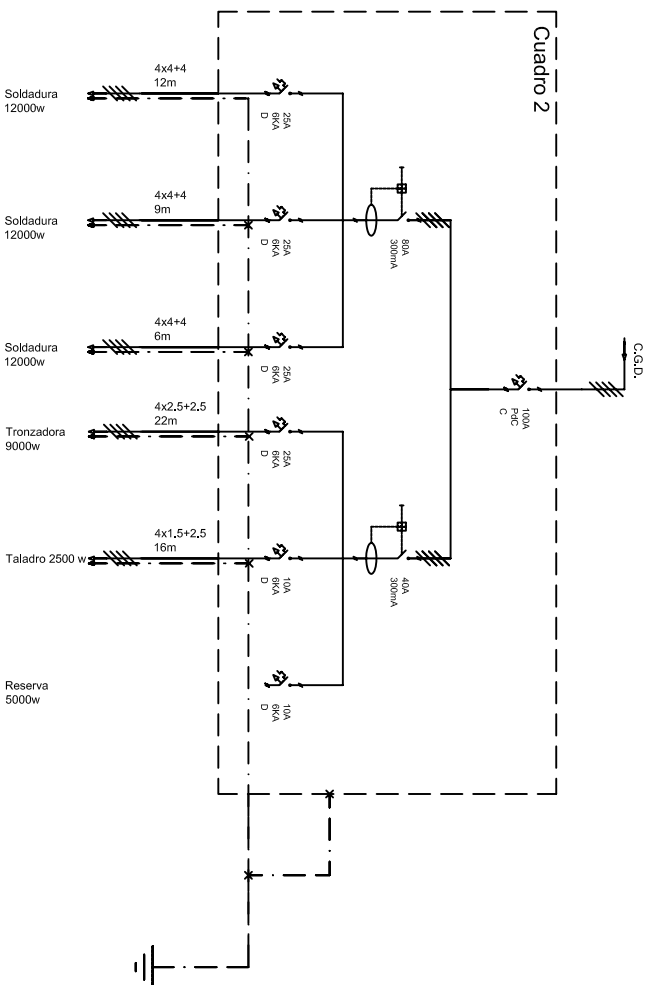
PLANO:

CUADRO 1

FECHA:
15/4/2014

ESCALA:
-

Nº PLANO:
10



Universidad Pública
de Navarra
Nafarroako
Unibertsitate Publikoa

E.T.S.I.I.T.
INGENIERO
TECNICO INDUSTRIAL E.

PROYECTO:

**INSTALACIÓN ELÉCTRICA EN BAJA TENSIÓN DE
UNA NAVE INDUSTRIAL**

REALIZADO:

Daniel Baquedano de Miguel

DEPARTAMENTO:
**DEPARTAMENTO DE
PROYECTOS E ING. RURAL**

FIRMA:

PLANO:

CUADRO 2 Y 3

FECHA:

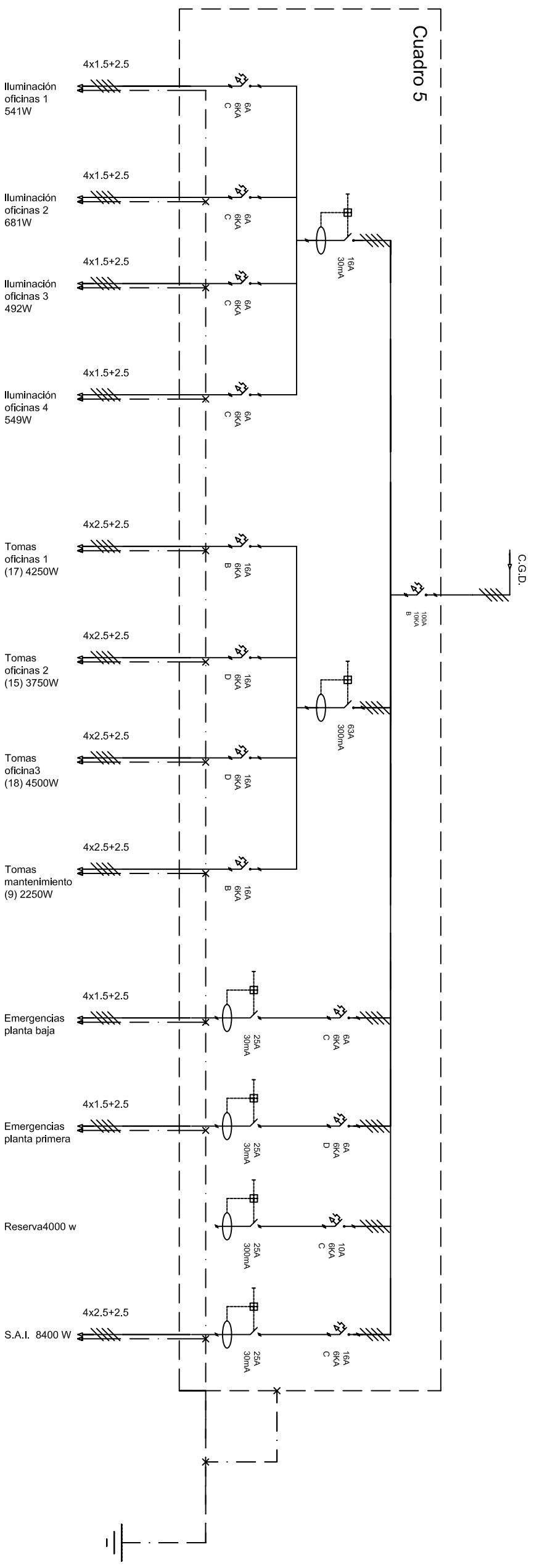
15/4/2014


ESCALA:

-

Nº PLANO:

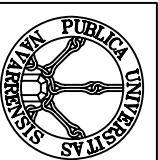
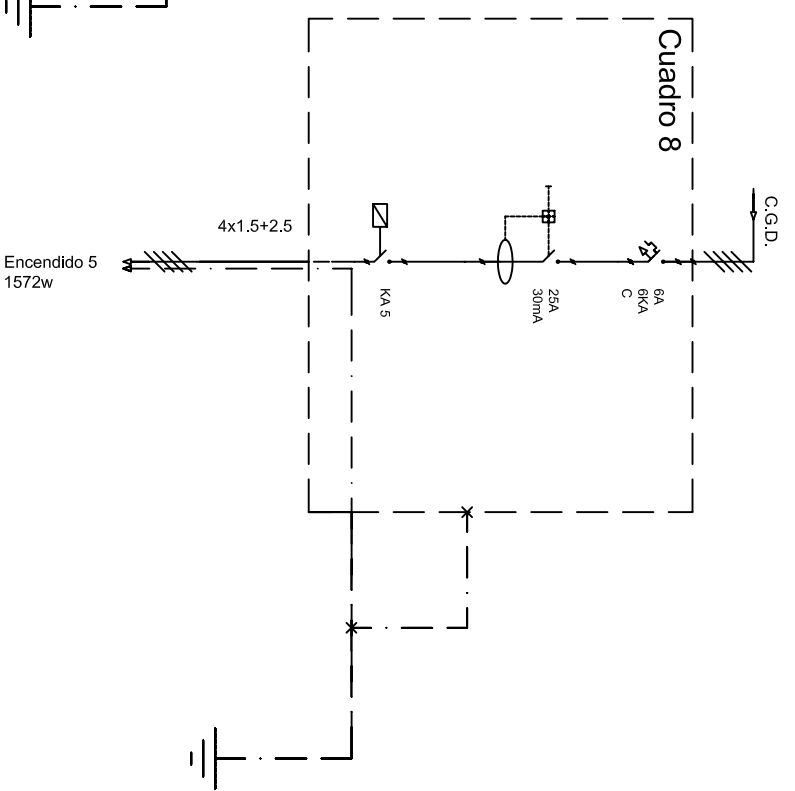
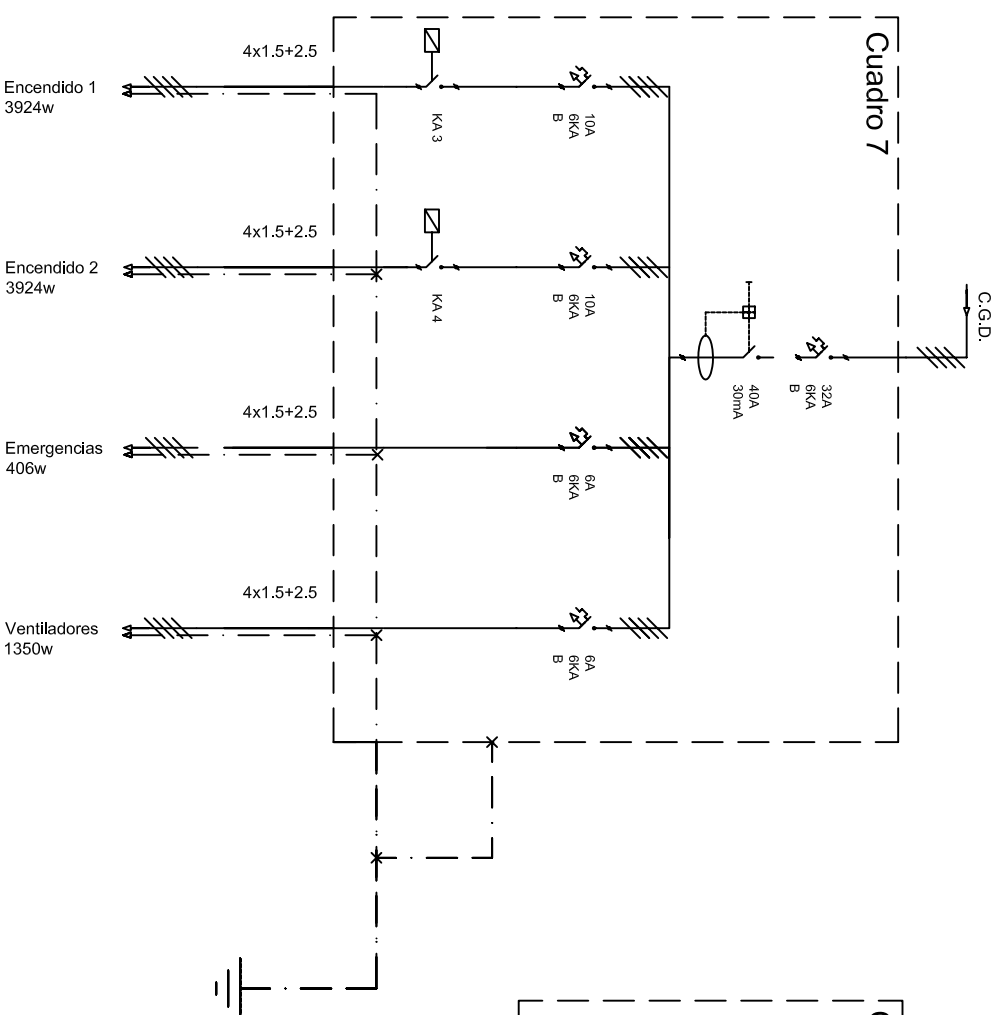
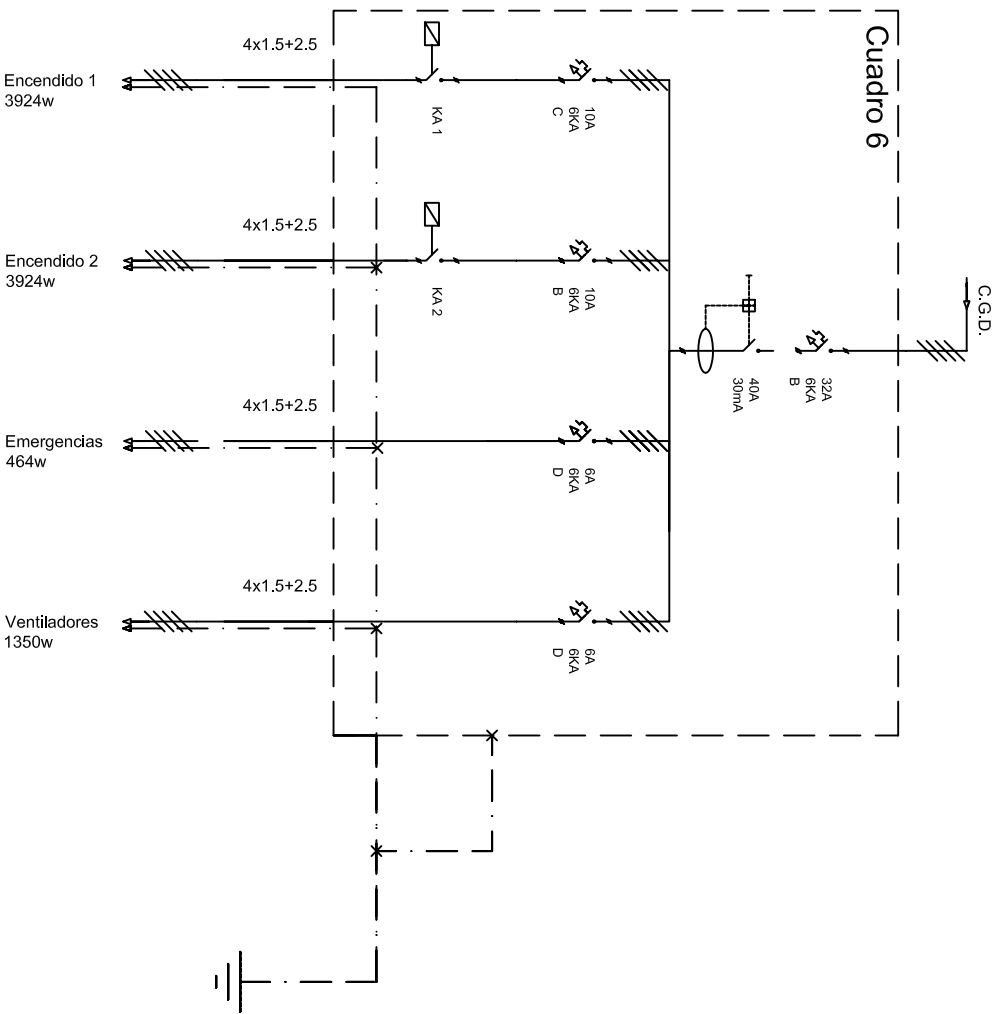
11



 Universidad Pública de Navarra Nafarroako Unibertsitate Publikoa	E.T.S.I.I.T. INGENIERO TECNICO INDUSTRIAL E.
	DEPARTAMENTO: DEPARTAMENTO DE PROYECTOS E ING. RURAL

PROYECTO: INSTALACIÓN ELÉCTRICA EN BAJA TENSIÓN DE UNA NAVE INDUSTRIAL	REALIZADO: Daniel Baquedano de Miguel
--	---

PLANO: CUADRO 5	FECHA: 15/4/2014	ESCALA: -	Nº PLANO: 12
---------------------------	---------------------	--------------	-----------------



Universidad Pública
de Navarra
Nafarroako
Unibertsitate Publikoa

E.T.S.I.I.T.
INGENIERO
TECNICO INDUSTRIAL E.

DEPARTAMENTO:
**DEPARTAMENTO DE
PROYECTOS E ING. RURAL**

PROYECTO:

**INSTALACIÓN ELÉCTRICA EN BAJA TENSIÓN DE
UNA NAVE INDUSTRIAL**

REALIZADO:

Daniel Baquedano de Miguel

FIRMA:

PLANO:

CUADRO 6,7 Y 8

FECHA:

15/4/2014

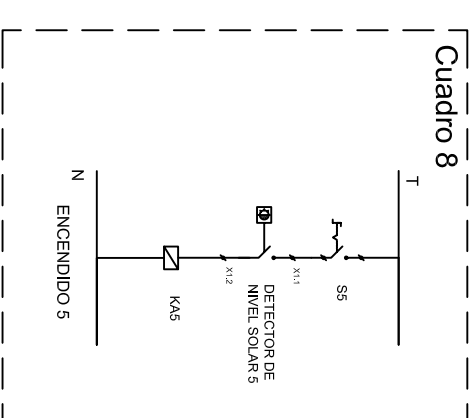
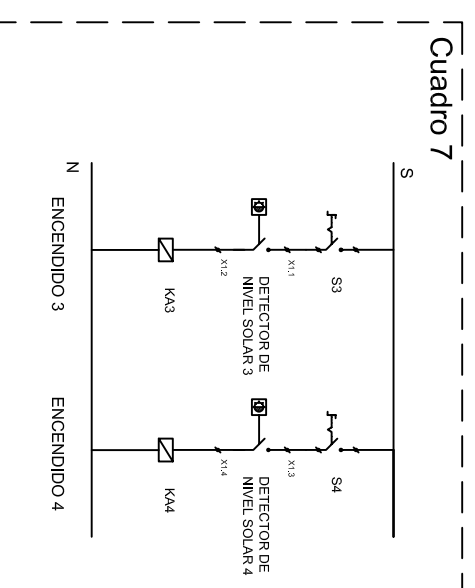
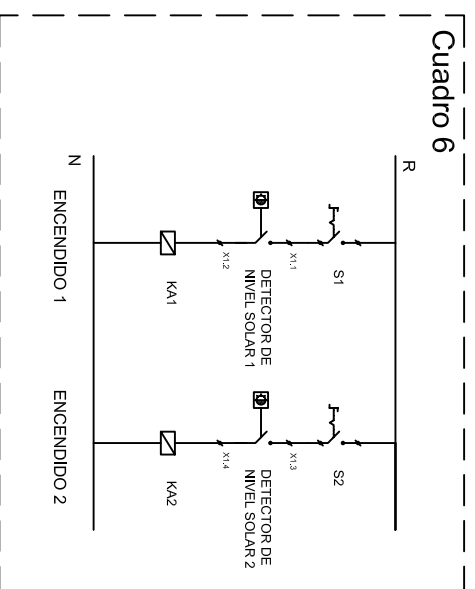
ESCALA:

-

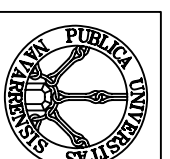
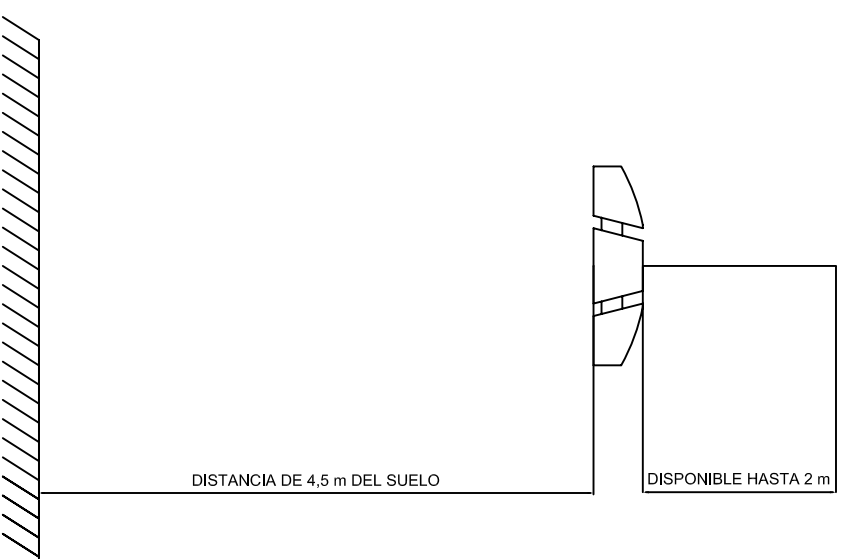
Nº PLANO:

13

ESQUEMAS DE MANDO



DETALLE INSTALACIÓN LUMINARIAS



Universidad Pública
de Navarra
Nafarroako
Unibertsitate Publikoa

E.T.S.I.I.T.

INGENIERO
TECNICO INDUSTRIAL E.

DEPARTAMENTO:

DEPARTAMENTO DE
PROYECTOS E ING. RURAL

PROYECTO:

**INSTALACIÓN ELÉCTRICA EN BAJA TENSIÓN DE
UNA NAVE INDUSTRIAL**

REALIZADO:

Daniel Baquedano de Miguel

FIRMA:

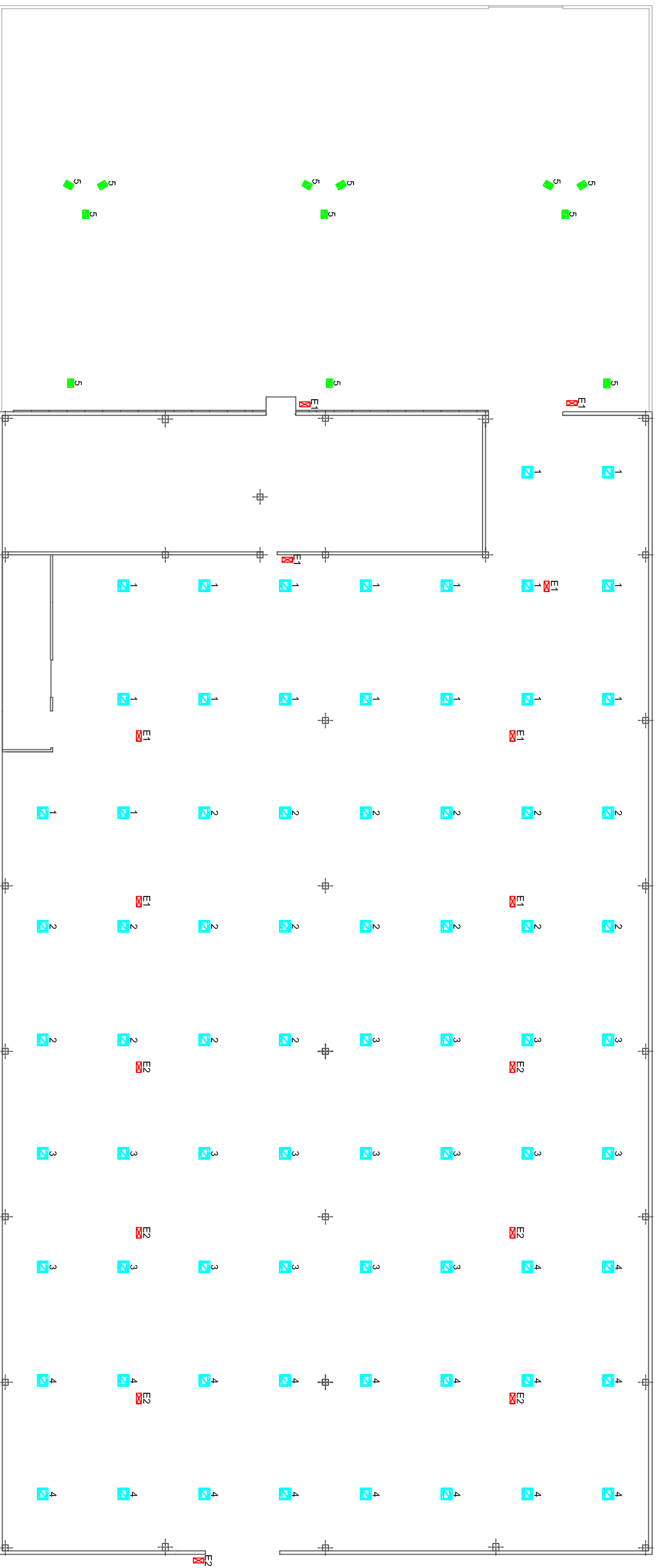
PLANO:

DETALLE ILUMINACIÓN NAVE

FECHA:
15/4/2014

ESCALA:
-

Nº PLANO:
14



- BY461P LED 200S/740 PSD HRO
- BGP303 LED122/740
- PHILIPS TMX 204 1X58W



Universidad Pública
de Navarra
Nafarroako
Unibertsitate Publikoa

E.T.S.I.I.T.
INGENIERO
TECNICO INDUSTRIAL E.

DEPARTAMENTO:
DEPARTAMENTO DE
PROYECTOS E ING. RURAL

PROYECTO:

**INSTALACIÓN ELÉCTRICA EN BAJA TENSIÓN DE
UNA NAVE INDUSTRIAL**

REALIZADO:

Daniel Baquedano de Miguel

FIRMA:

PLANO:

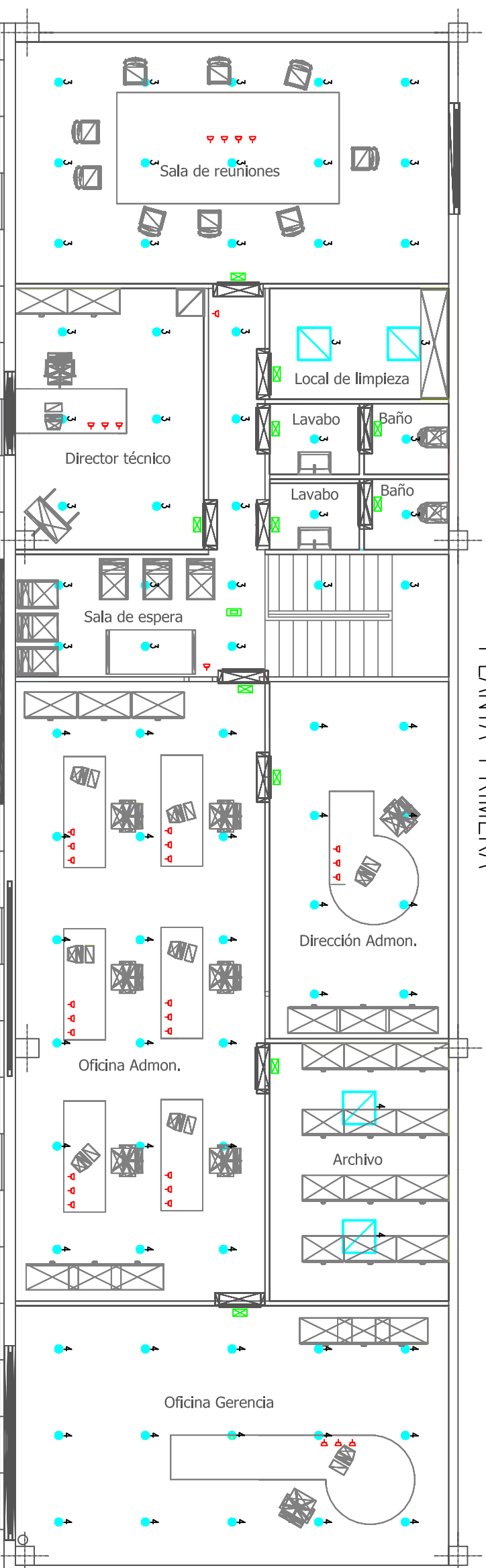
DISTRIBUCIÓN ILUMINACIÓN NAVE

FECHA:
15/4/2014

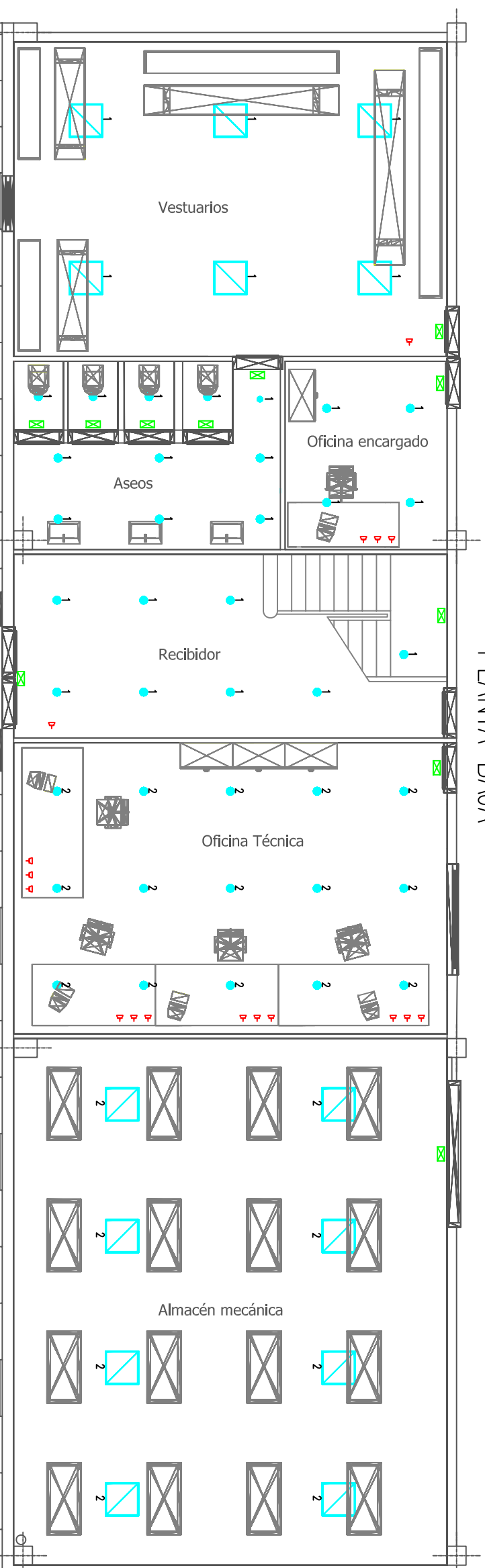
ESCALA:
1/240

Nº PLANO:
15

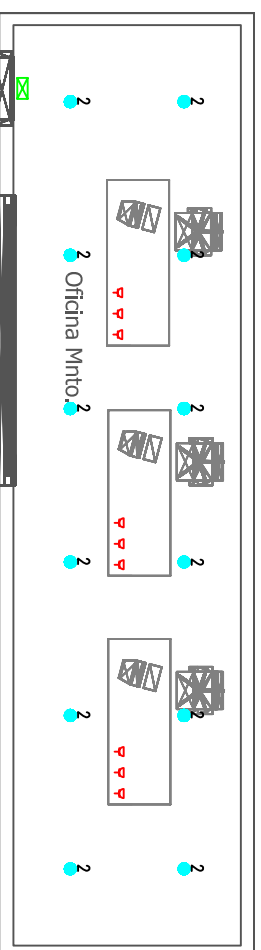
PLANTA PRIMERA



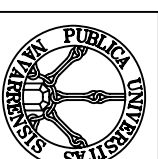
PLANTA BAJA



OFICINA MANTENIMIENTO



- ◻ TOMA CORRIENTE 10/16 A 1H-TT
- ◻ TBS165 3xTL5-14W/840 HF-S II C6
- ◻ BBS470 1XOLED-3000
- ◻ EM996M1 1,2XLED TA
- ◻ EM996C2 1,2XLED TA



Universidad Pública
de Navarra
Nafarroako
Unibertsitate Publikoa

E.T.S.I.I.T.
**INGENIERO
TECNICO INDUSTRIAL E.**

PROYECTO:

**INSTALACIÓN ELÉCTRICA EN BAJA TENSIÓN DE
UNA NAVE INDUSTRIAL**

REALIZADO:

Daniel Baquedano de Miguel

DEPARTAMENTO:

**DEPARTAMENTO DE
PROYECTOS E ING. RURAL**

FIRMA:

PLANO:

DISTRIBUCIÓN OFICINAS

FECHA:

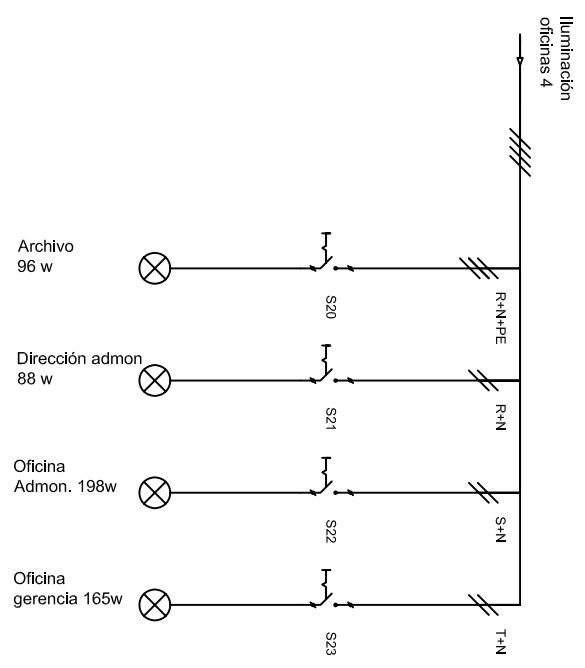
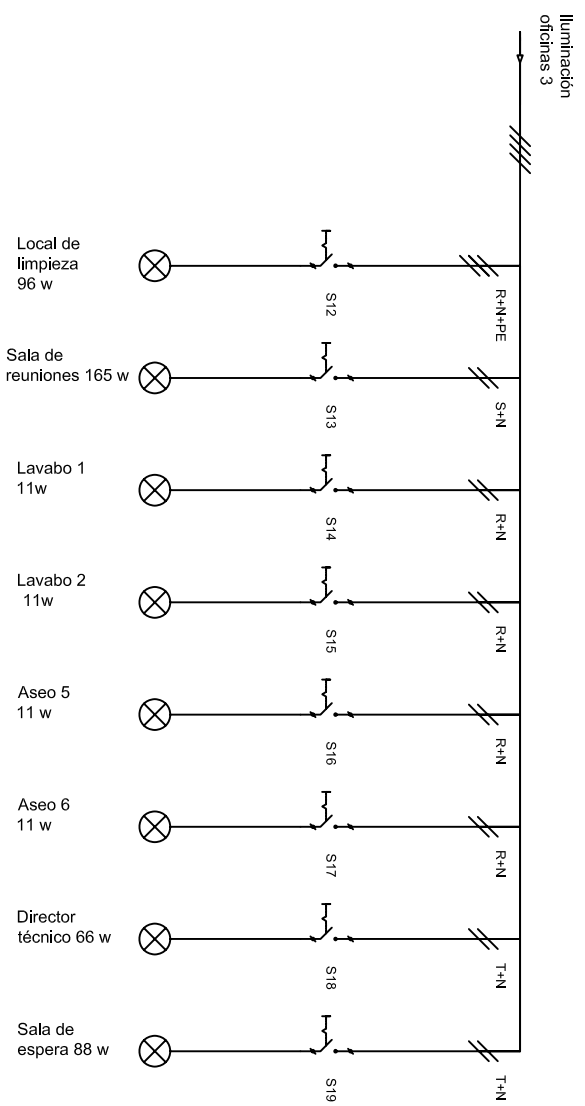
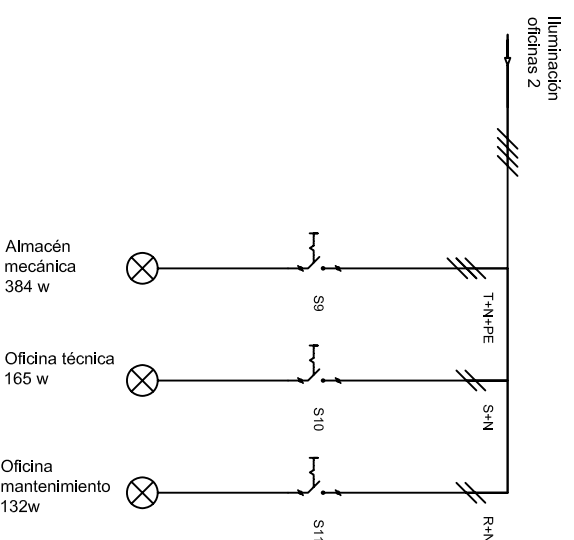
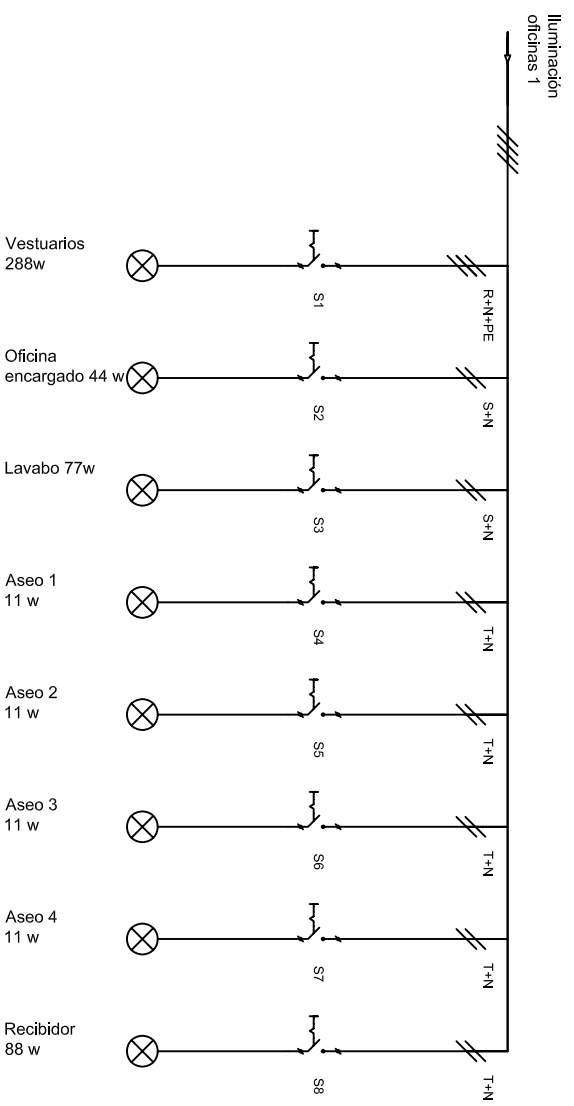
15/4/2014


ESCALA:

1/900

Nº PLANO:

16



 Universidad Pública de Navarra Nafarroako Unibertsitate Publikoa	E.T.S.I.I.T.
	INGENIERO TECNICO INDUSTRIAL E.

DEPARTAMENTO:
DEPARTAMENTO DE PROYECTOS E ING. RURAL

PROYECTO:
INSTALACIÓN ELÉCTRICA EN BAJA TENSIÓN DE UNA NAVE INDUSTRIAL

REALIZADO:
Daniel Baquedano de Miguel

PLANO:
DETALLE ILUMINACIÓN OFICINA

FECHA: 15/4/2014
 ESCALA: -
 Nº PLANOS: 17



INSTALACIÓN ELÉCTRICA EN BAJA TENSIÓN
DE UNA NAVE INDUSTRIAL



ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE INGENIEROS
INDUSTRIALES Y DE TELECOMUNICACIÓN

Titulación:

INGENIERO TÉCNICO INDUSTRIAL ELÉCTRICO

Título del proyecto:

INSTALACIÓN ELÉCTRICA EN BAJA TENSIÓN DE UNA
NAVE INDUSTRIAL

DOCUMENTO 4. PLIEGO DE CONDICIONES

Daniel Baquedano de Miguel

José Javier Crespo Ganuza

Pamplona, 15 de Abril de 2014



INSTALACIÓN ELÉCTRICA EN BAJA TENSIÓN DE UNA NAVE INDUSTRIAL



INDICE. Capítulo 4 PLIEGO DE CONDICIONES

4.1	CONDICIONES FACULTATIVAS	4
4.1.1	TÉCNICO DIRECTOR DE OBRA	4
4.1.2	CONSTRUCTOR INSTALADOR4	4
4.1.3	VERIFICACIÓN DE LOS DOCUMENTOS DEL PROYECTO.....	5
4.1.4	PLAN DE SEGURIDAD Y SALUD EN EL TRABAJO.....	5
4.1.5	PRESENCIA DEL CONSTRUCTOR O INSTALADOR EN LA OBRA...	5
4.1.6	TRABAJOS NO ESTIPULADOS EXPRESAMENTE.....	6
4.1.7	INTERPRETACIONES, ACLARACIONES Y MODIFICACIONES DE LOS DOCUMENTOS DEL PROYECTO.....	6
4.1.8	RECLAMACIONES CONTRA LAS ORDENES DE LA DIRECCIÓN FACULTATIVA.....	6
4.1.9	FALTAS DE PERSONAL.....	7
4.1.10	CAMINOS Y ACCESOS.....	7
4.1.11	REPLANTEO.....	7
4.1.12	COMIENZO DE LA OBRA, RITMO DE EJECUCIÓN DE LOS TRABAJOS.....	7
4.1.13	ORDEN DE LOS TRABAJOS.....	7
4.1.14	FACILIDADES PARA OTROS CONTRATISTAS.....	8
4.1.15	AMPLIACIÓN DEL PROYECTO POR CAUSAS IMPREVISTAS O DE FUERZA MAYOR.....	8
4.1.16	PRÓRROGA POR CAUSA MAYOR.....	8
4.1.17	RESPONSABILIDAD DE LA DIRECCIÓN FACULTATIVA EN EL RETRASO DE LA OBRA.....	8
4.1.18	CONDICIONES GENERALES DE EJECUCIÓN DE LOS TRABAJOS..	8
4.1.19	OBRAS OCULTAS.....	8
4.1.20	TRABAJOS DEFECTUOSOS.....	9
4.1.21	VICIOS OCULTOS.....	9
4.1.22	DE LOS MATERIALES Y LOS APARATOS SU PROCEDENCIA.....	9
4.1.23	MATERIALES NO UTILIZABLES.....	9
4.1.24	GASTOS OCASIONADOS POR PRUEBAS Y ENSAYOS.....	10
4.1.25	LIMPIEZA DE LAS OBRAS.....	10
4.1.26	DOCUMENTACIÓN FINAL DE LA OBRA.....	10
4.1.27	PLAZO DE GARANTÍA.....	10
4.1.28	CONSERVACIÓN DE LAS OBRAS RECIBIDAS PROVISIONALMENTE.....	10
4.1.29	DE LA RECEPCIÓN DEFINITIVA.....	11
4.1.30	PRORROGA DEL PLAZO DE GARANTÍA.....	11
4.1.31	DE LAS RECEPCIONES DE TRABAJOS CUYA CONTRATA HAYA SIDO RESCINDIDA.....	11
4.2	CONDICIONES ECONÓMICAS.....	11
4.2.1	COMPOSICIÓN DE LOS PRECIOS UNITARIOS.....	11
4.2.2	PRECIO DE CONTRATA. IMPORTE DE CONTRATA.....	12
4.2.3	PRECIOS CONTRADICTORIOS.....	12
4.2.4	RECLAMACIONES DE AUMENTO DE PRECIOS POR CAUSAS DIVERSAS.....	12
4.2.5	DE LA REVISIÓN DE LOS PRECIOS CONTRATADOS.....	13
4.2.6	ACOPIO DE MATERIALES.....	13
4.2.7	RESPONSABILIDAD DEL CONSTRUCTOR O INSTALADOR EN EL BAJO RENDIMIENTO DE LOS TRABAJADORES.....	13
4.2.8	RELACIONES VALORADAS Y CERTIFICACIONES.....	13



INSTALACIÓN ELÉCTRICA EN BAJA TENSIÓN DE UNA NAVE INDUSTRIAL



4.2.9	MEJORAS DE OBRAS LIBREMENTE EJECUTADAS.....	14
4.2.10	ABONO DE TRABAJOS PRESUPUESTADOS CON PARTIDA ALZADA.....	14
4.2.11	PAGOS.....	15
4.2.12	IMPORTE DE LA INDEMNIZACIÓN POR RETRASO NO JUSTIFICADO EN EL PLAZO DE TERMINACIÓN DE LAS OBRAS.....	15
4.2.13	DEMORA DE LOS PAGOS.....	15
4.2.14	MEJORAS Y AUMENTOS DE OBRA. CASOS CONTRARIOS.....	15
4.2.15	UNIDADES DE OBRA DEFECTUOSAS PERO ACEPTABLES.....	15
4.2.16	SEGURO DE LAS OBRAS.....	16
4.2.17	CONSERVACIÓN DE LA OBRA.....	16
4.2.18	USO POR EL CONTRATISTA DEL EDIFICIO BIENES DEL PROPIETARIO.....	16
4.3	CONDICIONES TÉCNICAS PARA LA EJECUCIÓN Y MONTAJE DE INTALACIONES ELÉCTRICAS EN BAJA TENSIÓN.....	17
4.3.1	CONDICIONES GENERALES	17
4.3.2	CANALIZACIONES ELÉCTRICAS.....	17
4.3.3	CONDUCTORES.....	20
4.3.4	CAJA DE EMPALME.....	22
4.3.5	MECANISMOS Y TOMAS DE CORRIENTE.....	23
4.3.6	APARAMENTA DE MANDO Y PROTECCIÓN.....	23
4.3.7	RECEPTORES DE ALUMBRADO.....	26
4.3.8	RECEPTORES A MOTOR.....	27
4.3.9	PUESTAS A TIERRA.....	30
4.3.10	INSPECCIONES Y PRUEBAS EN FÁBRICA.....	31
4.3.11	CONTROL.....	32
4.3.12	SEGURIDAD.....	32
4.3.13	LIMPIEZA.....	33
4.3.14	MANTENIMIENTO.....	33
4.3.15	CRITERIOS DE MEDICIÓN.....	33
4.4	CONDICIONES TÉCNICAS PARA LA EJECUCIÓN DE REDES SUBTERRÁNEAS DE DISTRIBUCIÓN EN BAJA TENSIÓN.....	33
4.4.1	EJECUCIÓN DEL TRABAJO.....	33
4.4.2	MATERIALES.....	40
4.4.3	RECEPCIÓN DE OBRA.....	40
4.5	CONDICIONES TÉCNICAS DEL CENTRO DE TRANSFORMACIÓN.....	41
4.5.1	CALIDAD DE LOS MATERIALES.....	41
4.5.2	NORMAS DE EJECUCIÓN DE LAS INSTALACIONES.....	43
4.5.3	PRUEBAS REGLAMENTARIAS.....	43
4.5.4	CONDICIONES DE USO, MANTENIMIENTO Y SEGURIDAD.....	43
4.5.5	CERTIFICADOS Y DOCUMENTACIÓN.....	44
4.5.6	LIBRO DE ÓRDENES.....	44



INSTALACIÓN ELÉCTRICA EN BAJA TENSIÓN DE UNA NAVE INDUSTRIAL



4.1- CONDICIONES FACULTATIVAS

4.1.1- TÉCNICO DIRECTOR DE OBRA.

Corresponde al Técnico Director:

- Redactar los complementos (con su correspondiente ampliación de honorarios) o rectificaciones del proyecto que se precisen.
- Asistir a las obras, cuantas veces lo requiera su naturaleza y complejidad, a fin de resolver las contingencias que se produzcan e impartir las órdenes complementarias que sean precisas para conseguir la correcta solución técnica.
- Aprobar las certificaciones parciales de obra, la liquidación final y asesorar al promotor en el acto de la recepción.
- Redactar cuando sea requerido el estudio de los sistemas adecuados a los riesgos del trabajo en la realización de la obra y aprobar el Plan de Seguridad y Salud para la aplicación del mismo.
- Efectuar el replanteo de la obra y preparar el acta correspondiente, suscribiéndola en unión del Constructor o Instalador.
- Comprobar las instalaciones provisionales, medios auxiliares y sistemas de seguridad e higiene en el trabajo, controlando su correcta ejecución.
- Ordenar y dirigir la ejecución material con arreglo al proyecto, a las normas técnicas y a las reglas de la buena construcción.
- Realizar o disponer las pruebas o ensayos de materiales, instalaciones y demás unidades de obra según las frecuencias de muestreo programadas en el plan de control, así como efectuar las demás comprobaciones que resulten necesarias para asegurar la calidad constructiva de acuerdo con el proyecto y la normativa técnica aplicable. De los resultados informará puntualmente al Constructor o Instalador, impartiendo, en su caso, las órdenes oportunas.
- Realizar las mediciones de obra ejecutada y dar conformidad, según las relaciones establecidas, a las certificaciones valoradas y a la liquidación de la obra.
- Suscribir el certificado final de la obra.

4.1.2- CONSTRUCTOR O INSTALADOR.

Corresponde al Constructor o Instalador:

- Organizar los trabajos, redactando los planes de obras que se precisen y proyectando o autorizando las instalaciones provisionales y medios auxiliares de la obra.
- Elaborar, cuando se requiera, el Plan de Seguridad e Higiene de la obra en aplicación del estudio correspondiente y disponer en todo caso la ejecución de las medidas preventivas, velando por su cumplimiento y por la observancia de la normativa vigente en materia de



INSTALACIÓN ELÉCTRICA EN BAJA TENSIÓN DE UNA NAVE INDUSTRIAL



seguridad e higiene en el trabajo.

- Suscribir con el Técnico Director el acta del replanteo de la obra.
- Ostentar la jefatura de todo el personal que intervenga en la obra y coordinar las intervenciones de los subcontratistas.
- Asegurar la idoneidad de todos y cada uno de los materiales y elementos constructivos que se utilicen, comprobando los preparativos en obra y rechazando los suministros o prefabricados que no cuenten con las garantías o documentos de idoneidad requeridos por las normas de aplicación.
- Custodiar el Libro de órdenes y seguimiento de la obra, y dar el enterado a las anotaciones que se practiquen en el mismo.
- Facilitar al Técnico Director con antelación suficiente los materiales precisos para el cumplimiento de su cometido.
- Preparar las certificaciones parciales de obra y la propuesta de liquidación final.
- Suscribir con el Promotor las actas de recepción provisional y definitiva.
- Concertar los seguros de accidentes de trabajo y de daños a terceros durante la obra.

4.1.3- VERIFICACIÓN DE LOS DOCUMENTOS DEL PROYECTO.

Antes de dar comienzo a las obras, el Constructor o Instalador consignará por escrito que la documentación aportada le resulta suficiente para la comprensión de la totalidad de la obra contratada o, en caso contrario, solicitará las aclaraciones pertinentes.

El Contratista se sujetará a las Leyes, Reglamentos y Ordenanzas vigentes, así como a las que se dicten durante la ejecución de la obra.

4.1.4- PLAN DE SEGURIDAD Y SALUD EN EL TRABAJO.

El Constructor o Instalador, a la vista del Proyecto, conteniendo, en su caso, el Estudio de Seguridad y Salud, presentará el Plan de Seguridad y Salud de la obra a la aprobación del Técnico de la Dirección Facultativa.

4.1.5- PRESENCIA DEL CONSTRUCTOR O INSTALADOR EN LA OBRA.

El Constructor o Instalador viene obligado a comunicar a la propiedad la persona designada como delegado suyo en la obra, que tendrá carácter de Jefe de la misma, con dedicación plena y con facultades para representarle y adoptar en todo momento cuantas disposiciones competan a la contrata.

El incumplimiento de esta obligación o, en general, la falta de cualificación suficiente por parte del personal según la naturaleza de los trabajos, facultará al Técnico para ordenar la paralización de las obras, sin derecho a reclamación alguna, hasta que se subsane la deficiencia.

CAPITULO 4 PLIEGO DE CONDICIONES

Daniel Baquedano de Miguel



INSTALACIÓN ELÉCTRICA EN BAJA TENSIÓN DE UNA NAVE INDUSTRIAL



El Jefe de la obra, por sí mismo o por medio de sus técnicos encargados, estará presente durante la jornada legal de trabajo y acompañará al Técnico Director, en las visitas que haga a las obras, poniéndose a su disposición para la práctica de los reconocimientos que se consideren necesarios y suministrándole los datos precisos para la comprobación de mediciones y liquidaciones.

4.1.6- TRABAJOS NO ESTIPULADOS EXPRESAMENTE.

Es obligación de la contrata el ejecutar cuanto sea necesario para la buena construcción y aspecto de las obras, aún cuando no se halle expresamente determinado en los documentos de Proyecto, siempre que, sin separarse de su espíritu y recta interpretación, lo disponga el Técnico Director dentro de los límites de posibilidades que los presupuestos habiliten para cada unidad de obra y tipo de ejecución.

El Contratista, de acuerdo con la Dirección Facultativa, entregará en el acto de la recepción provisional, los planos de todas las instalaciones ejecutadas en la obra, con las modificaciones o estado definitivo en que hayan quedado.

El Contratista se compromete igualmente a entregar las autorizaciones que preceptivamente tienen que expedir las Delegaciones Provinciales de Industria, Sanidad, etc., y autoridades locales, para la puesta en servicio de las referidas instalaciones.

Son también por cuenta del Contratista, todos los arbitrios, licencias municipales, vallas, alumbrado, multas, etc., que ocasionen las obras desde su inicio hasta su total terminación.

4.1.7- INTERPRETACIONES, ACLARACIONES Y MODIFICACIONES DE LOS DOCUMENTOS DEL PROYECTO.

Cuando se trate de aclarar, interpretar o modificar preceptos de los Pliegos de Condiciones o indicaciones de los planos o croquis, las órdenes e instrucciones correspondientes se comunicarán precisamente por escrito al Constructor o Instalador estando éste obligado a su vez a devolver los originales o las copias suscribiendo con su firma el enterado, que figurará al pie de todas las órdenes, avisos o instrucciones que reciba del Técnico Director.

Cualquier reclamación que en contra de las disposiciones tomadas por éstos crea oportuno hacer el Constructor o Instalador, habrá de dirigirla, dentro precisamente del plazo de tres días, a quien la hubiera dictado, el cual dará al Constructor o Instalador, el correspondiente recibo, si este lo solicitase.

El Constructor o Instalador podrá requerir del Técnico Director, según sus respectivos cometidos, las instrucciones o aclaraciones que se precisen para la correcta interpretación y ejecución de lo proyectado.

4.1.8- RECLAMACIONES CONTRA LAS ORDENES DE LA DIRECCIÓN FACULTATIVA.

Las reclamaciones que el Contratista quiera hacer contra las órdenes o instrucciones dimanadas de la Dirección Facultativa, sólo podrá presentarlas ante la Propiedad, si son de orden económico y de acuerdo con las condiciones estipuladas en los Pliegos de Condiciones correspondientes. Contra disposiciones de orden técnico, no se admitirá reclamación alguna, pudiendo el Contratista salvar su responsabilidad, si lo estima oportuno, mediante exposición razonada dirigida al Técnico Director, el cual podrá limitar su contestación al acuse de recibo, que en todo caso será obligatoria para ese tipo de reclamaciones.



INSTALACIÓN ELÉCTRICA EN BAJA TENSIÓN DE UNA NAVE INDUSTRIAL



4.1.9- FALTAS DE PERSONAL.

El Técnico Director, en supuestos de desobediencia a sus instrucciones, manifiesta incompetencia o negligencia grave que comprometan o perturben la marcha de los trabajos, podrá requerir al Contratista para que aparte de la obra a los dependientes u operarios causantes de la perturbación.

El Contratista podrá subcontratar capítulos o unidades de obra a otros contratistas e industriales, con sujeción en su caso, a lo estipulado en el Pliego de Condiciones Particulares y sin perjuicio de sus obligaciones como Contratista general de la obra.

4.1.10- CAMINOS Y ACCESOS.

El Constructor dispondrá por su cuenta los accesos a la obra y el cerramiento o vallado de ésta.

El Técnico Director podrá exigir su modificación o mejora.

Asimismo el Constructor o Instalador se obligará a la colocación en lugar visible, a la entrada de la obra, de un cartel exento de panel metálico sobre estructura auxiliar donde se reflejarán los datos de la obra en relación al título de la misma, entidad promotora y nombres de los técnicos competentes, cuyo diseño deberá ser aprobado previamente a su colocación por la Dirección Facultativa.

4.1.11- REPLANTEO.

El Constructor o Instalador iniciará las obras con el replanteo de las mismas en el terreno, señalando las referencias principales que mantendrá como base de ulteriores replanteos parciales. Dichos trabajos se considerarán a cargo del Contratista e incluidos en su oferta.

El Constructor someterá el replanteo a la aprobación del Técnico Director y una vez este haya dado su conformidad preparará un acta acompañada de un plano que deberá ser aprobada por el Técnico, siendo responsabilidad del Constructor la omisión de este trámite.

4.1.12- COMIENZO DE LA OBRA. RITMO DE EJECUCIÓN DE LOS TRABAJOS.

El Constructor o Instalador dará comienzo a las obras en el plazo marcado en el Pliego de Condiciones Particulares, desarrollándolas en la forma necesaria para que dentro de los períodos parciales en aquél señalados queden ejecutados los trabajos correspondientes y, en consecuencia, la ejecución total se lleve a efecto dentro del plazo exigido en el Contrato.

Obligatoriamente y por escrito, deberá el Contratista dar cuenta al Técnico Director del comienzo de los trabajos al menos con tres días de antelación.

4.1.13- ORDEN DE LOS TRABAJOS.

En general, la determinación del orden de los trabajos es facultad de la contrata, salvo aquellos casos en los que, por circunstancias de orden técnico, estime conveniente su variación la Dirección Facultativa.



INSTALACIÓN ELÉCTRICA EN BAJA TENSIÓN DE UNA NAVE INDUSTRIAL



4.1.14- FACILIDADES PARA OTROS CONTRATISTAS.

De acuerdo con lo que requiera la Dirección Facultativa, el Contratista General deberá dar todas las facilidades razonables para la realización de los trabajos que le sean encomendados a todos los demás Contratistas que intervengan en la obra. Ello sin perjuicio de las compensaciones económicas a que haya lugar entre Contratistas por utilización de medios auxiliares o suministros de energía u otros conceptos.

En caso de litigio, ambos Contratistas estarán a lo que resuelva la Dirección Facultativa.

4.1.15- AMPLIACIÓN DEL PROYECTO POR CAUSAS IMPREVISTAS O DE FUERZA MAYOR.

Cuando sea preciso por motivo imprevisto o por cualquier accidente, ampliar el Proyecto, no se interrumpirán los trabajos, continuándose según las instrucciones dadas por el Técnico Director en tanto se formula o se tramita el Proyecto Reformado.

El Constructor o Instalador está obligado a realizar con su personal y sus materiales cuanto la Dirección de las obras disponga para apeos, apuntalamientos, derribos, recalzos o cualquier otra obra de carácter urgente.

4.1.16- PRÓRROGA POR CAUSA DE FUERZA MAYOR.

Si por causa de fuerza mayor o independiente de la voluntad del Constructor o Instalador, éste no pudiese comenzar las obras, o tuviese que suspenderlas, o no le fuera posible terminarlas en los plazos prefijados, se le otorgará una prórroga proporcionada para el cumplimiento de la contrata, previo informe favorable del Técnico. Para ello, el Constructor o Instalador expondrá, en escrito dirigido al Técnico, la causa que impide la ejecución o la marcha de los trabajos y el retraso que por ello se originaría en los plazos acordados, razonando debidamente la prórroga que por dicha causa solicita.

4.1.17- RESPONSABILIDAD DE LA DIRECCIÓN FACULTATIVA EN EL RETRASO DE LA OBRA.

El Contratista no podrá excusarse de no haber cumplido los plazos de obra estipulados, alegando como causa la carencia de planos u órdenes de la Dirección Facultativa, a excepción del caso en que habiéndolo solicitado por escrito no se le hubiesen proporcionado.

4.1.18- CONDICIONES GENERALES DE EJECUCIÓN DE LOS TRABAJOS.

Todos los trabajos se ejecutarán con estricta sujeción al Proyecto, a las modificaciones del mismo que previamente hayan sido aprobadas y a las órdenes e instrucciones que bajo su responsabilidad y por escrito entregue el Técnico al Constructor o Instalador, dentro de las limitaciones presupuestarias.

4.1.19- OBRAS OCULTAS.

De todos los trabajos y unidades de obra que hayan de quedar ocultos a la terminación del edificio, se levantarán los planos precisos para que queden perfectamente definidos; estos



INSTALACIÓN ELÉCTRICA EN BAJA TENSIÓN DE UNA NAVE INDUSTRIAL



documentos se extenderán por triplicado, siendo entregados: uno, al Técnico; otro a la Propiedad; y el tercero, al Contratista, firmados todos ellos por los tres. Dichos planos, que deberán ir suficientemente acotados, se considerarán documentos indispensables e irrecusables para efectuar las mediciones.

4.1.20- TRABAJOS DEFECTUOSOS.

El Constructor debe emplear los materiales que cumplan las condiciones exigidas en las "Condiciones Generales y Particulares de índole Técnica" del Pliego de Condiciones y realizará todos y cada uno de los trabajos contratados de acuerdo con lo especificado también en dicho documento.

Por ello, y hasta que tenga lugar la recepción definitiva del edificio es responsable de la ejecución de los trabajos que ha contratado y de las faltas y defectos que en éstos puedan existir por su mala gestión o por la deficiente calidad de los materiales empleados o aparatos colocados, sin que le exima de responsabilidad el control que compete al Técnico, ni tampoco el hecho de que los trabajos hayan sido valorados en las certificaciones parciales de obra, que siempre serán extendidas y abonadas a buena cuenta.

Como consecuencia de lo anteriormente expresado, cuando el Técnico Director advierta vicios o defectos en los trabajos citados, o que los materiales empleados o los aparatos colocados no reúnen las condiciones preceptuadas, ya sea en el curso de la ejecución de los trabajos, o finalizados éstos, y para verificarse la recepción definitiva de la obra, podrá disponer que las partes defectuosas demolidas y reconstruidas de acuerdo con lo contratado, y todo ello a expensas de la contrata. Si ésta no estimase justa la decisión y se negase a la demolición y reconstrucción o ambas, se planteará la cuestión ante la Propiedad, quien resolverá.

4.1.21- VICIOS OCULTOS.

Si el Técnico tuviese fundadas razones para creer en la existencia de vicios ocultos de construcción en las obras ejecutadas, ordenará efectuar en cualquier tiempo, y antes de la recepción definitiva, los ensayos, destructivos o no, que crea necesarios para reconocer los trabajos que suponga defectuosos.

Los gastos que se observen serán de cuenta del Constructor o Instalador, siempre que los vicios existan realmente.

4.1.22- DE LOS MATERIALES Y LOS APARATOS. SU PROCEDENCIA.

El Constructor tiene libertad de proveerse de los materiales y aparatos de todas clases en los puntos que le parezca conveniente, excepto en los casos en que el Pliego Particular de Condiciones Técnicas preceptúe una procedencia determinada.

Obligatoriamente, y para proceder a su empleo o acopio, el Constructor o Instalador deberá presentar al Técnico una lista completa de los materiales y aparatos que vaya a utilizar en la que se indiquen todas las indicaciones sobre marcas, calidades, procedencia e idoneidad de cada uno de ellos.

4.1.23- MATERIALES NO UTILIZABLES.

El Constructor o Instalador, a su costa, transportará y colocará, agrupándolos ordenadamente y en el lugar adecuado, los materiales procedentes de las excavaciones, derribos, etc., que no sean utilizables en la obra.



INSTALACIÓN ELÉCTRICA EN BAJA TENSIÓN DE UNA NAVE INDUSTRIAL



Se retirarán de ésta o se llevarán al vertedero, cuando así estuviese establecido en el Pliego de Condiciones particulares vigente en la obra.

Si no se hubiese preceptuado nada sobre el particular, se retirarán de ella cuando así lo ordene el Técnico.

4.1.24- GASTOS OCASIONADOS POR PRUEBAS Y ENSAYOS.

Todos los gastos originados por las pruebas y ensayos de materiales o elementos que intervengan en la ejecución de las obras, serán de cuenta de la contrata.

Todo ensayo que no haya resultado satisfactorio o que no ofrezca las suficientes garantías podrá comenzarse de nuevo a cargo del mismo.

4.1.25- LIMPIEZA DE LAS OBRAS.

Es obligación del Constructor o Instalador mantener limpias las obras y sus alrededores, tanto de escombros como de materiales sobrantes, hacer desaparecer las instalaciones provisionales que no sean necesarias, así como adoptar las medidas y ejecutar todos los trabajos que sean necesarios para que la obra ofrezca un buen aspecto.

4.1.26- DOCUMENTACIÓN FINAL DE LA OBRA.

El Técnico Director facilitará a la Propiedad la documentación final de las obras, con las especificaciones y contenido dispuesto por la legislación vigente.

4.1.27- PLAZO DE GARANTÍA.

El plazo de garantía será de doce meses, y durante este período el Contratista corregirá los defectos observados, eliminará las obras rechazadas y reparará las averías que por esta causa se produjeran, todo ello por su cuenta y sin derecho a indemnización alguna, ejecutándose en caso de resistencia dichas obras por la Propiedad con cargo a la fianza.

El Contratista garantiza a la Propiedad contra toda reclamación de tercera persona, derivada del incumplimiento de sus obligaciones económicas o disposiciones legales relacionadas con la obra.

Tras la Recepción Definitiva de la obra, el Contratista quedará relevado de toda responsabilidad salvo en lo referente a los vicios ocultos de la construcción.

4.1.28- CONSERVACIÓN DE LAS OBRAS RECIBIDAS PROVISIONALMENTE.

Los gastos de conservación durante el plazo de garantía comprendido entre las recepciones provisionales y definitivas, correrán a cargo del Contratista.

Por lo tanto, el Contratista durante el plazo de garantía será el conservador del edificio, donde tendrá el personal suficiente para atender a todas las averías y reparaciones que puedan presentarse, aunque el establecimiento fuese ocupado o utilizado por la propiedad, antes de la Recepción Definitiva.



INSTALACIÓN ELÉCTRICA EN BAJA TENSIÓN DE UNA NAVE INDUSTRIAL



4.1.29- DE LA RECEPCIÓN DEFINITIVA.

La recepción definitiva se verificará después de transcurrido el plazo de garantía en igual forma y con las mismas formalidades que la provisional, a partir de cuya fecha cesará la obligación del Constructor o Instalador de reparar a su cargo aquellos desperfectos inherentes a la norma de conservación de los edificios y quedarán sólo subsistentes todas las responsabilidades que pudieran alcanzarle por vicios de la construcción.

4.1.30- PRÓRROGA DEL PLAZO DE GARANTÍA.

Si al proceder al reconocimiento para la recepción definitiva de la obra, no se encontrase ésta en las condiciones debidas, se aplazará dicha recepción definitiva y el Técnico Director marcará al Constructor o Instalador los plazos y formas en que deberán realizarse las obras necesarias y, de no efectuarse dentro de aquellos, podrá resolverse el contrato con pérdida de la fianza.

4.1.31- DE LAS RECEPCIONES DE TRABAJOS CUYA CONTRATA HAYA SIDO RESCINDIDA.

En el caso de resolución del contrato, el Contratista vendrá obligado a retirar, en el plazo que se fije en el Pliego de Condiciones Particulares, la maquinaria, medios auxiliares, instalaciones, etc., a resolver los subcontratos que tuviese concertados y a dejar la obra en condiciones de ser reanudadas por otra empresa.

4.2- CONDICIONES ECONÓMICAS.

4.2.1- COMPOSICIÓN DE LOS PRECIOS UNITARIOS.

El cálculo de los precios de las distintas unidades de la obra es el resultado de sumar los costes directos, los indirectos, los gastos generales y el beneficio industrial.

Se considerarán costes directos:

- La mano de obra, con sus pluses, cargas y seguros sociales, que intervienen directamente en la ejecución de la unidad de obra.
- Los materiales, a los precios resultantes a pie de la obra, que queden integrados en la unidad de que se trate o que sean necesarios para su ejecución.
- Los equipos y sistemas técnicos de la seguridad e higiene para la prevención y protección de accidentes y enfermedades profesionales.
- Los gastos de personal, combustible, energía, etc., que tenga lugar por accionamiento o funcionamiento de la maquinaria e instalaciones utilizadas en la ejecución de la unidad de obras.
- Los gastos de amortización y conservación de la maquinaria, instalaciones, sistemas y equipos anteriormente citados.

Se considerarán costes indirectos:

- Los gastos de instalación de oficinas a pie de obra, comunicaciones, edificación de



INSTALACIÓN ELÉCTRICA EN BAJA TENSIÓN DE UNA NAVE INDUSTRIAL



almacenes, talleres, pabellones temporales para obreros, laboratorios, seguros, etc., los del personal técnico y administrativo adscrito exclusivamente a la obra y los imprevistos. Todos estos gastos, se cifrarán en un porcentaje de los costes directos.

Se considerarán Gastos Generales:

- Los Gastos Generales de empresa, gastos financieros, cargas fiscales y tasas de la administración legalmente establecidas. Se cifrarán como un porcentaje de la suma de los costes directos e indirectos.

Beneficio Industrial:

- El Beneficio Industrial del Contratista se establece como un porcentaje sobre la suma de las anteriores partidas.

Precio de Ejecución Material:

- Se denominará Precio de Ejecución Material al resultado obtenido por la suma de los anteriores conceptos a excepción del Beneficio Industrial y los gastos generales.

Precio de Contrata:

- El precio de Contrata es la suma de los costes directos, los indirectos, los Gastos Generales y el Beneficio Industrial.
- El IVA gira sobre esta suma pero no integra el precio.

4.2.2- PRECIO DE CONTRATA. IMPORTE DE CONTRATA.

En el caso de que los trabajos a realizar en un edificio u obra aneja cualquiera se contratasen a riesgo y ventura, se entiende por Precio de Contrata el que importa el coste total de la unidad de obra, es decir, el precio de Ejecución material, más el tanto por ciento (%) sobre este último precio en concepto de Gastos Generales y Beneficio Industrial del Contratista. Los Gastos Generales se estiman normalmente en un 13% y el beneficio se estima normalmente en 6 por 100, salvo que en las condiciones particulares se establezca otro destino.

4.2.3- PRECIOS CONTRADICTORIOS.

Se producirán precios contradictorios sólo cuando la Propiedad por medio del Técnico decida introducir unidades o cambios de calidad en alguna de las previstas, o cuando sea necesario afrontar alguna circunstancia imprevista.

El Contratista estará obligado a efectuar los cambios.

A falta de acuerdo, el precio se resolverá contradictoriamente entre el Técnico y el Contratista antes de comenzar la ejecución de los trabajos y en el plazo que determina el Pliego de Condiciones Particulares. Si subsistiese la diferencia se acudirá en primer lugar, al concepto más análogo dentro del cuadro de precios del proyecto, y en segundo lugar, al banco de precios de uso más frecuente en la localidad.

Los contradictorios que hubiere se referirán siempre a los precios unitarios de la fecha del contrato.

4.2.4- RECLAMACIONES DE AUMENTO DE PRECIOS POR CAUSAS DIVERSAS.

Si el Contratista, antes de la firma del contrato, no hubiese hecho la reclamación u observación oportuna, no podrá bajo ningún pretexto de error u omisión reclamar aumento de



INSTALACIÓN ELÉCTRICA EN BAJA TENSIÓN DE UNA NAVE INDUSTRIAL



los precios fijados en el cuadro correspondiente del presupuesto que sirva de base para la ejecución de las obras (con referencia a Facultativas).

4.2.5- DE LA REVISIÓN DE LOS PRECIOS CONTRATADOS.

Contratándose las obras a riesgo y ventura, no se admitirá la revisión de los precios en tanto que el incremento no alcance en la suma de las unidades que falten por realizar de acuerdo con el Calendario, un montante superior al cinco por ciento (5 por 100) del importe total del presupuesto de Contrato.

Caso de producirse variaciones en alza superiores a este porcentaje, se efectuará la correspondiente revisión de acuerdo con la fórmula establecida en el Pliego de Condiciones Particulares, percibiendo el Contratista la diferencia en más que resulte por la variación del IPC superior al 5 por 100.

No habrá revisión de precios de las unidades que puedan quedar fuera de los plazos fijados en el Calendario de la oferta.

4.2.6- ACOPIO DE MATERIALES.

El Contratista queda obligado a ejecutar los acopios de materiales o aparatos de obra que la Propiedad ordena por escrito.

Los materiales acopiados, una vez abonados por el Propietario son, de la exclusiva propiedad de éste; de su guarda y conservación será responsable el Contratista.

4.2.7- RESPONSABILIDAD DEL CONSTRUCTOR O INSTALADOR EN EL BAJO RENDIMIENTO DE LOS TRABAJADORES.

Si de los partes mensuales de obra ejecutada que preceptivamente debe presentar el Constructor al Técnico Director, éste advirtiese que los rendimientos de la mano de obra, en todas o en algunas de las unidades de obra ejecutada, fuesen notoriamente inferiores a los rendimientos normales generalmente admitidos para unidades de obra iguales o similares, se lo notificará por escrito al Constructor o Instalador, con el fin de que éste haga las gestiones precisas para aumentar la producción en la cuantía señalada por el Técnico Director.

Si hecha esta notificación al Constructor o Instalador, en los meses sucesivos, los rendimientos no llegasen a los normales, el Propietario queda facultado para resarcirse de la diferencia, rebajando su importe del quince por ciento (15 por 100) que por los conceptos antes expresados correspondería abonarle al Constructor en las liquidaciones quincenales que preceptivamente deben efectuársele. En caso de no llegar ambas partes a un acuerdo en cuanto a los rendimientos de la mano de obra, se someterá el caso a arbitraje.

4.2.8- RELACIONES VALORADAS Y CERTIFICACIONES.

En cada una de las épocas o fechas que se fijan en el contrato o en los "Pliegos de Condiciones Particulares" que rijan en la obra, formará el Contratista una relación valorada de las obras ejecutadas durante los plazos previstos, según la medición que habrá practicado el Técnico.

Lo ejecutado por el Contratista en las condiciones preestablecidas, se valorará aplicando el resultado de la medición general, cúbica, superficial, lineal, ponderal o numeral correspondiente a cada unidad de la obra y a los precios señalados en el presupuesto para cada



INSTALACIÓN ELÉCTRICA EN BAJA TENSIÓN DE UNA NAVE INDUSTRIAL



una de ellas, teniendo presente además lo establecido en el presente "Pliego General de Condiciones Económicas", respecto a mejoras o sustituciones de material y a las obras accesorias y especiales, etc.

Al Contratista, que podrá presenciar las mediciones necesarias para extender dicha relación, se le facilitarán por el Técnico los datos correspondientes de la relación valorada, acompañándolos de una nota de envío, al objeto de que, dentro del plazo de diez (10) días a partir de la fecha de recibo de dicha nota, pueda el Contratista examinarlos o devolverlos firmados con su conformidad o hacer, en caso contrario, las observaciones o reclamaciones que considere oportunas. Dentro de los diez (10) días siguientes a su recibo, el Técnico Director aceptará o rechazará las reclamaciones del Contratista si las hubiere, dando cuenta al mismo de su resolución, pudiendo éste, en el segundo caso, acudir ante el Propietario contra la resolución del Técnico Director en la forma prevenida de los "Pliegos Generales de Condiciones Facultativas y Legales".

Tomando como base la relación valorada indicada en el párrafo anterior, expedirá el Técnico Director la certificación de las obras ejecutadas.

De su importe se deducirá el tanto por ciento que para la constitución de la fianza se haya preestablecido.

Las certificaciones se remitirán al Propietario, dentro del mes siguiente al período a que se refieren, y tendrán el carácter de documento y entregas a buena cuenta, sujetas a las rectificaciones y variaciones que se deriven de la liquidación final, no suponiendo tampoco dichas certificaciones aprobación ni recepción de las obras que comprenden.

Las relaciones valoradas contendrán solamente la obra ejecutada en el plazo a que la valoración se refiere.

4.2.9- MEJORAS DE OBRAS LIBREMENTE EJECUTADAS.

Cuando el Contratista, incluso con autorización del Técnico Director, emplease materiales de más esmerada preparación o de mayor tamaño que el señalado en el Proyecto o sustituyese una clase de fábrica con otra que tuviese asignado mayor precio, o ejecutase con mayores dimensiones cualquier parte de la obra, o, en general, introdujese en ésta y sin pedírsela, cualquiera otra modificación que sea beneficiosa a juicio del Técnico Director, no tendrá derecho, sin embargo, más que al abono de lo que pudiera corresponderle en el caso de que hubiese construido la obra con estricta sujeción a la proyectada y contratada o adjudicada.

4.2.10- ABONO DE TRABAJOS PRESUPUESTADOS CON PARTIDA ALZADA.

Salvo lo preceptuado en el "Pliego de Condiciones Particulares de índole económica", vigente en la obra, el abono de los trabajos presupuestados en partida alzada, se efectuará de acuerdo con el procedimiento que corresponda entre los que a continuación se expresan:

- Si existen precios contratados para unidades de obra iguales, las presupuestadas mediante partida alzada, se abonarán previa medición y aplicación del precio establecido.
- Si existen precios contratados para unidades de obra similares, se establecerán precios contradictorios para las unidades con partida alzada, deducidos de los similares contratados
- Si no existen precios contratados para unidades de obra iguales o similares, la partida alzada se abonará íntegramente al Contratista, salvo el caso de que en el Presupuesto de



INSTALACIÓN ELÉCTRICA EN BAJA TENSIÓN DE UNA NAVE INDUSTRIAL



la obra se exprese que el importe de dicha partida debe justificarse, en cuyo caso, el Técnico Director indicará al Contratista y con anterioridad a su ejecución, el procedimiento que ha de seguirse para llevar dicha cuenta, que en realidad será de Administración, valorándose los materiales y jornales a los precios que figuren en el Presupuesto aprobado o, en su defecto, a los que con anterioridad a la ejecución convengan las dos partes, incrementándose su importe total con el porcentaje que se fije en el Pliego de Condiciones Particulares en concepto de Gastos Generales y Beneficio Industrial del Contratista.

4.2.11- PAGOS.

Los pagos se efectuarán por el Propietario en los plazos previamente establecidos, y su importe, corresponderá precisamente al de las certificaciones de obra conformadas por el Técnico Director, en virtud de las cuales se verifican aquellos.

4.2.12- IMPORTE DE LA INDEMNIZACIÓN POR RETRASO NO JUSTIFICADO EN EL PLAZO DE TERMINACIÓN DE LAS OBRAS.

La indemnización por retraso en la terminación se establecerá en un tanto por mil (o/oo) del importe total de los trabajos contratados, por cada día natural de retraso, contados a partir del día de terminación fijado en el Calendario de Obra.

Las sumas resultantes se descontarán y retendrán con cargo a la fianza.

4.2.13- DEMORA DE LOS PAGOS.

Se rechazará toda solicitud de resolución del contrato fundada en dicha demora de Pagos, cuando el Contratista no justifique en la fecha el presupuesto correspondiente al plazo de ejecución que tenga señalado en el contrato.

4.2.14- MEJORAS Y AUMENTOS DE OBRA. CASOS CONTRARIOS.

No se admitirán mejoras de obra, más que en el caso en que el Técnico Director haya ordenado por escrito la ejecución de trabajos nuevos o que mejoren la calidad de los contratados, así como la de los materiales y aparatos previstos en el contrato. Tampoco se admitirán aumentos de obra en las unidades contratadas, salvo caso de error en las mediciones del Proyecto, a menos que el Técnico Director ordene, también por escrito, la ampliación de las contratadas.

En todos estos casos será condición indispensable que ambas partes contratantes, antes de su ejecución o empleo, convengan por escrito los importes totales de las unidades mejoradas, los precios de los nuevos materiales o aparatos ordenados emplear y los aumentos que todas estas mejoras o aumentos de obra supongan sobre el importe de las unidades contratadas.

Se seguirán el mismo criterio y procedimiento, cuando el Técnico Director introduzca innovaciones que supongan una reducción apreciable en los importes de las unidades de obra contratadas.

4.2.15- UNIDADES DE OBRA DEFECTUOSAS PERO ACEPTABLES.

Cuando por cualquier causa fuera menester valorar obra defectuosa, pero aceptable a juicio del Técnico Director de las obras, éste determinará el precio o partida de abono después



INSTALACIÓN ELÉCTRICA EN BAJA TENSIÓN DE UNA NAVE INDUSTRIAL



de oír al Contratista, el cual deberá conformarse con dicha resolución, salvo el caso en que, estando dentro del plazo de ejecución, prefiera demoler la obra y rehacerla con arreglo a condiciones, sin exceder de dicho plazo.

4.2.16- SEGURO DE LAS OBRAS.

El Contratista estará obligado a asegurar la obra contratada durante todo el tiempo que dure su ejecución hasta la recepción definitiva; la cuantía del seguro coincidirá en cada momento con el valor que tengan por contrata los objetos asegurados. El importe abonado por la Sociedad Aseguradora, en el caso de siniestro, se ingresará en cuenta a nombre del Propietario, para que con cargo a ella se abone la obra que se construya y a medida que ésta se vaya realizando. El reintegro de dicha cantidad al Contratista se efectuará por certificaciones, como el resto de los trabajos de la construcción. En ningún caso, salvo conformidad expresa del Contratista, hecho en documento público, el Propietario podrá disponer de dicho importe para menesteres distintos del de reconstrucción de la parte siniestrada; la infracción de lo anteriormente expuesto será motivo suficiente para que el Contratista pueda resolver el contrato, con devolución de fianza, abono completo de gastos, materiales acopiados, etc.; y una indemnización equivalente al importe de los daños causados al Contratista por el siniestro y que no se hubiesen abonado, pero sólo en proporción equivalente a lo que suponga la indemnización abonada por la Compañía Aseguradora, respecto al importe de los daños causados por el siniestro, que serán tasados a estos efectos por el Técnico Director.

En las obras de reforma o reparación, se fijarán previamente la porción de edificio que debe ser asegurada y su cuantía, y si nada se prevé, se entenderá que el seguro ha de comprender toda la parte del edificio afectada por la obra.

Los riesgos asegurados y las condiciones que figuren en la póliza o pólizas de Seguros, los pondrá el Contratista, antes de contratarlos en conocimiento del Propietario, al objeto de recabar de éste su previa conformidad o reparos.

4.2.17- CONSERVACIÓN DE LA OBRA.

Si el Contratista, siendo su obligación, no atiende a la conservación de las obras durante el plazo de garantía, en el caso de que el edificio no haya sido ocupado por el Propietario antes de la recepción definitiva, el Técnico Director en representación del Propietario, podrá disponer todo lo que sea preciso para que se atienda a la guardería, limpieza y todo lo que fuese menester para su buena conservación abonándose todo ello por cuenta de la Contrata.

Al abandonar el Contratista el edificio, tanto por buena terminación de las obras, como en el caso de resolución del contrato, está obligado a dejarlo desocupado y limpio en el plazo que el Técnico Director fije.

Después de la recepción provisional del edificio y en el caso de que la conservación del edificio corra a cargo del Contratista, no deberá haber en él más herramientas, útiles, materiales, muebles, etc., que los indispensables para su guardería y limpieza y para los trabajos que fuese preciso ejecutar.

En todo caso, ocupado o no el edificio está obligado el Contratista a revisar la obra, durante el plazo expresado, procediendo en la forma prevista en el presente "Pliego de Condiciones Económicas".

4.2.18- USO POR EL CONTRATISTA DEL EDIFICIO O BIENES DEL PROPIETARIO.

Cuando durante la ejecución de las obras ocupe el Contratista, con la necesaria y previa



INSTALACIÓN ELÉCTRICA EN BAJA TENSIÓN DE UNA NAVE INDUSTRIAL



autorización del Propietario, edificios o haga uso de materiales o útiles pertenecientes al mismo, tendrá obligación de repararlos y conservarlos para hacer entrega de ellos a la terminación del contrato, en perfecto estado de conservación reponiendo los que se hubiesen inutilizado, sin derecho a indemnización por esta reposición ni por las mejoras hechas en los edificios, propiedades o materiales que haya utilizado.

En el caso de que al terminar el contrato y hacer entrega del material propiedades o edificaciones, no hubiese cumplido el Contratista con lo previsto en el párrafo anterior, lo realizará el Propietario a costa de aquél y con cargo a la fianza.

4.3- CONDICIONES TÉCNICAS PARA LA EJECUCIÓN Y MONTAJE DE INSTALACIONES ELÉCTRICAS EN BAJA TENSIÓN.

4.3.1- CONDICIONES GENERALES.

Todos los materiales a emplear en la presente instalación serán de primera calidad y reunirán las condiciones exigidas en el Reglamento Electrotécnico para Baja Tensión y demás disposiciones vigentes referentes a materiales y prototipos de construcción.

Todos los materiales podrán ser sometidos a los análisis o pruebas, por cuenta de la contrata, que se crean necesarios para acreditar su calidad. Cualquier otro que haya sido especificado y sea necesario emplear deberá ser aprobado por la Dirección Técnica, bien entendiendo que será rechazado el que no reúna las condiciones exigidas por la buena práctica de la instalación.

Los materiales no consignados en proyecto que dieran lugar a precios contradictorios reunirán las condiciones de bondad necesarias, a juicio de la Dirección Facultativa, no teniendo el contratista derecho a reclamación alguna por estas condiciones exigidas.

Todos los trabajos incluidos en el presente proyecto se ejecutarán esmeradamente, con arreglo a las buenas prácticas de las instalaciones eléctricas, de acuerdo con el Reglamento Electrotécnico para Baja Tensión, y cumpliendo estrictamente las instrucciones recibidas por la Dirección Facultativa, no pudiendo, por tanto, servir de pretexto al contratista la baja en subasta, para variar esa esmerada ejecución ni la primerísima calidad de las instalaciones proyectadas en cuanto a sus materiales y mano de obra, ni pretender proyectos adicionales.

4.3.2- CANALIZACIONES ELÉCTRICAS.

Los cables se colocarán dentro de tubos, rígidos o flexibles, o sobre bandejas o canales, según se indica en Memoria, Planos y Mediciones.

Antes de iniciar el tendido de la red de distribución, deberán estar ejecutados los elementos estructurales que hayan de soportarla o en los que vaya a ser empotrada: forjados, tabiquería, etc. Salvo cuando al estar previstas se hayan dejado preparadas las necesarias canalizaciones al ejecutar la obra previa, deberá replantearse sobre ésta en forma visible la situación de las cajas de mecanismos, de registro y protección, así como el recorrido de las líneas, señalando de forma conveniente la naturaleza de cada elemento.

4.3.2.1- Instalaciones en bandeja.

Las bandejas se dimensionarán de tal manera que la distancia entre cables sea igual o superior al diámetro del cable más grande. El material usado para la fabricación será acero laminado de primera calidad, galvanizado por inmersión. La anchura de las canaletas será de 100 mm como mínimo, con incrementos de 100 en 100 mm. La longitud de los tramos rectos



INSTALACIÓN ELÉCTRICA EN BAJA TENSIÓN DE UNA NAVE INDUSTRIAL



será de dos metros. El fabricante indicará en su catálogo la carga máxima admisible, en N/m, en función de la anchura y de la distancia entre soportes. Todos los accesorios, como codos, cambios de plano, reducciones, tes, uniones, soportes, etc, tendrán la misma calidad que la bandeja.

Las bandejas y sus accesorios se sujetarán a techos y paramentos mediante herrajes de suspensión, a distancias tales que no se produzcan flechas superiores a 10 mm y estarán perfectamente alineadas con los cerramientos de los locales.

No se permitirá la unión entre bandejas o la fijación de las mismas a los soportes por medio de soldadura, debiéndose utilizar piezas de unión y tornillería cadmiada. Para las uniones o derivaciones de líneas se utilizarán cajas metálicas que se fijarán a las bandejas.

4.3.2.2- Instalaciones bajo tubo.

Los tubos usados en la instalación podrán ser de los siguientes tipos:

- De acero roscado galvanizado, resistente a golpes, rozaduras, humedad y todos los agentes atmosféricos no corrosivos, provistos de rosca Pg según DIN 40430. Serán adecuados para su doblado en frío por medio de una herramienta dobladora de tubos. Ambos extremos de tubo serán roscados, y cada tramo de conducto irá provisto de su manguito. El interior de los conductos será liso, uniforme y exento de rebabas. Se utilizarán, como mínimo, en las instalaciones con riesgo de incendio o explosión, como aparcamientos, salas de máquinas, etc y en instalaciones en montaje superficial con riesgo de graves daños mecánicos por impacto con objetos o utensilios.
- De policloruro de vinilo rígido roscado que soporte, como mínimo, una temperatura de 60° C sin deformarse, del tipo no propagador de la llama, con grado de protección 3 o 5 contra daños mecánicos. Este tipo de tubo se utilizará en instalaciones vistas u ocultas, sin riesgo de graves daños mecánicos debidos a impactos.
- De policloruro de vinilo flexible, estanco, estable hasta la temperatura de 60 °C, no propagador de las llamas y con grado de protección 3 o 5 contra daños mecánicos. A utilizar en conducciones empotradas o en falsos techos.

Para la colocación de las canalizaciones se tendrán en cuenta las prescripciones MIE BT 017, MIE BT 018 y MIE BT 019.

El dimensionado de los tubos protectores se hará de acuerdo a la MIE BT 019, tabla I, tabla II, tabla III, tabla IV y tabla V. Para más de 5 conductores por tubo o para conductores de secciones diferentes a instalar por el mismo tubo, la sección interior de éste será, como mínimo, igual a tres veces la sección total ocupada por los conductores.

Como norma general, un tubo protector sólo contendrá conductores de un mismo y único circuito, no obstante, podrá contener conductores pertenecientes a circuitos diferentes si todos los conductores están aislados para la máxima tensión de servicio, todos los circuitos parten del mismo interruptor general de mando y protección, sin interposición de aparatos que transformen la corriente, y cada circuito está protegido por separado contra las sobreintensidades.

Se evitarán siempre que sea posible los codos e inflexiones. No obstante, cuando sean necesarios se efectuarán por medio de herramienta dobladora de tubos a mano o con máquina dobladora. La suma de todas las curvas en un mismo tramo de conducto no excederá de 270°. Si un tramo de conducto precisase la implantación de codos cuya suma total exceda de 270°, se instalarán cajas de paso o tiro en el mismo. Todos los cortes serán escuadrados al objeto de que el conducto pueda adosarse firmemente a todos los accesorios. No se permitirán hilos de rosca al descubierto.

Para la ejecución de la instalación, bajo tubo protector, se tendrán en cuenta las



INSTALACIÓN ELÉCTRICA EN BAJA TENSIÓN DE UNA NAVE INDUSTRIAL



prescripciones generales siguientes:

- El trazado se hará siguiendo líneas paralelas a las verticales y horizontales que limitan el local.
- 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 inadmisibles.
- 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 y que en tramos rectos no estarán separados entre si más de 15 m.
- Las conexiones entre conductores se realizarán en el interior de cajas apropiadas de materia aislante. Las dimensiones de estas cajas serán tales que permitan alojar holgadamente todos los conductores que deban contener. Su profundidad será igual, por lo menos, a una vez y media el diámetro del tubo mayor, con un mínimo de 40 mm; el lado o diámetro de la caja será de al menos 80 mm. Cuando se quieran hacer estancas las entradas de los tubos en las cajas de conexión, deberán emplearse prensaestopas adecuados. En ningún caso se permitirá la unión de conductores, como empalmes o derivaciones por simple retorcimiento o arrollamiento entre sí de los conductores, sino que deberá realizarse siempre utilizando bornes de conexión.
- Cuando los tubos estén constituidos por materias susceptibles de oxidación se aplicará a las partes mecanizadas pinturas antioxidantes. Igualmente, en el caso de utilizar tubos metálicos sin aislamiento interior, se tendrá en cuenta las posibilidades de que se produzcan condensaciones de agua en el interior de los mismos.

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

- La instalación de tubos normales será admisible cuando su puesta en obra se efectúe después de terminados los trabajos de construcción y de enfoscado de paredes y techos, pudiendo el enlucido de los mismos aplicarse posteriormente
- Las dimensiones de las rozas serán suficientes para que los tubos queden recubiertos por una capa de 1 cm de espesor, como mínimo, del revestimiento de las paredes o techos.
- En los cambios de dirección, los tubos estarán convenientemente curvados o bien provistos de codos o "T" apropiados, pero en este último caso sólo se admitirán los provistos de cajas de registro.
- Las tapas de los registros y de las cajas de conexión quedarán accesibles y desmontables una vez finalizada la obra, quedando enrasadas con la superficie exterior del revestimiento de la pared o techo.
- Es conveniente disponer los recorridos horizontales a 50 cm, como máximo, de suelo o techos, y los verticales a una distancia de los ángulos de esquinas no superior a 20 cm.

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 protegidas

CAPITULO 4 PLIEGO DE CONDICIONES

Daniel Baquedano de Miguel

19



INSTALACIÓN ELÉCTRICA EN BAJA TENSIÓN DE UNA NAVE INDUSTRIAL



contra la corrosión y sólidamente sujetas. La distancia entre éstas será, como máximo, de 0,80 m para tubos rígidos y de 0,60 m para tubos flexibles. Se dispondrán fijaciones de una y otra parte en los cambios de dirección y de los empalmes y en la proximidad inmediata de las entradas en cajas o aparatos.

- Los tubos se colocarán adaptándolos a la superficie sobre la que se instalan, curvándolos o usando los accesorios necesarios.
- En alineaciones rectas, las desviaciones del eje del tubo con respecto a la línea que une los puntos extremos no serán superiores al 2 por 100.
- Es conveniente disponer los tubos normales, siempre que sea posible a una altura mínima de 2,50 m sobre el suelo, con objeto de protegerlos de eventuales daños mecánicos.
- El paso de las canalizaciones a través de elementos de la construcción, tales como muros, tabiques y techos, se realizará de acuerdo a las siguientes prescripciones:
 1. En toda la longitud de los pasos no se dispondrán empalmes o derivaciones de conductores, y estarán suficientemente protegidos contra los deterioros mecánicos, las acciones químicas y los efectos de la humedad.
 2. Si la longitud de paso excede de 20 cm se dispondrán tubos blindados.
 3. Para la colocación de tubos protectores se tendrán en cuenta, además, las tablas VI, VII y VIII de la Instrucción MIE BT 019.

4.3.2.3- Normas de instalación en presencia de otras canalizaciones no eléctricas.

En caso de proximidad de canalizaciones eléctricas con otras no eléctricas, se dispondrán de forma que entre las superficies exteriores de ambas se mantenga una distancia de 3 cm, por lo menos.

En caso de proximidad con conductos de calefacción, de aire caliente, o de humo, las canalizaciones eléctricas se establecerán de forma que no puedan alcanzar una temperatura peligrosa, y por consiguiente, se mantendrán separadas por una distancia mínima de 150 mm o por medio de pantallas calorífugas.

Como norma general, las canalizaciones eléctricas no se situarán paralelamente por debajo de otras que puedan dar lugar a condensaciones.

4.3.2.4- Accesibilidad a las instalaciones.

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

Se adoptarán las precauciones necesarias para evitar el aplastamiento de suciedad, yeso u hojarasca en el interior de los conductos, tubos, accesorios y cajas durante la instalación. Los tramos de conductos que hayan quedado taponados se limpiarán perfectamente hasta dejarlos libres de dichas acumulaciones, o se sustituirán conductos que hayan sido aplastados o deformados.

4.3.3- CONDUCTORES.

Los conductores utilizados se regirán por las especificaciones del proyecto, según se indica en Memoria, Planos y Mediciones.

CAPITULO 4 PLIEGO DE CONDICIONES

Daniel Baquedano de Miguel



INSTALACIÓN ELÉCTRICA EN BAJA TENSIÓN DE UNA NAVE INDUSTRIAL



4.3.3.1- Materiales.

Los conductores serán de los siguientes tipos:

- De 750 V de tensión nominal.
- Conductor: de cobre.
- Formación: unipolares.
- Aislamiento: policloruro de vinilo (PVC).
- Tensión de prueba: 2.500 V.
- Instalación: bajo tubo.
- Normativa de aplicación: UNE 20.031 y MIE BT 017.
- De 1000 V de tensión nominal.
- Conductor: de cobre (o de aluminio, cuando lo requieran las especificaciones del proyecto).
- Formación: uni-bi-tri-tetrapolares.
- Aislamiento: policloruro de vinilo (PVC) o polietileno reticulado (XLPE).
- Tensión de prueba: 4.000 V.
- Instalación: al aire o en bandeja.
- Normativa de aplicación: UNE 21.029, MIE BT 004 y MIE BT 007.

Los conductores de cobre electrolítico se fabricarán de calidad y resistencia mecánica uniforme, y su coeficiente de resistividad a 20 °C será del 98 % al 100 %. Irán provistos de baño de recubrimiento de estaño, que deberá resistir la siguiente prueba: A una muestra limpia y seca de hilo estañado se le da la forma de círculo de diámetro equivalente a 20 o 30 veces el diámetro del hilo, a continuación de lo cual se sumerge durante un minuto en una solución de ácido hidrociorídrico de 1,088 de peso específico a una temperatura de 20 °C. Esta operación se efectuará dos veces, después de lo cual no deberán apreciarse puntos negros en el hilo. La capacidad mínima del aislamiento de los conductores será de 500 V.

Los conductores de sección igual o superior a 6 mm² deberán estar constituidos por cable obtenido por trenzado de hilo de cobre del diámetro correspondiente a la sección del conductor de que se trate.

4.3.3.2- Dimensionado.

Para la selección de los conductores activos del cable adecuado a cada carga se usará el más desfavorable entre los siguientes criterios:

- Intensidad máxima admisible. Como intensidad se tomará la propia de cada carga. Partiendo de las intensidades nominales así establecidas, se elegirá la sección del cable que admita esa intensidad de acuerdo a las prescripciones del Reglamento Electrotécnico para Baja Tensión MIE BT 004, MIE BT 007 y MIE BT 017 o las recomendaciones del fabricante, adoptando los oportunos coeficientes correctores según las condiciones de la instalación. En cuanto a coeficientes de mayoración de la carga, se deberán tener presentes las Instrucciones MIE BT 032 para receptores de alumbrado y MIE BT 034 para receptores de motor.
- Caída de tensión en servicio. La sección de los conductores a utilizar se determinará 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, considerando alimentados todos los receptores susceptibles de funcionar simultáneamente.
- Caída de tensión transitoria. La caída de tensión en todo el sistema durante el arranque de motores no debe provocar condiciones que impidan el arranque de los mismos, desconexión de los contactores, parpadeo de alumbrado, etc.



INSTALACIÓN ELÉCTRICA EN BAJA TENSIÓN DE UNA NAVE INDUSTRIAL



La sección del conductor neutro será la especificada en la Instrucción MIE BT 003, apartado 7 y MIE BT 005, apartado 2, en función de la sección de los conductores de fase o polares de la instalación.

Los conductores de protección serán del mismo tipo que los conductores activos especificados en el apartado anterior, y tendrán una sección mínima igual a la fijada por la tabla V de la Instrucción MIE BT 017, en función de la sección de los conductores de fase o polares de la instalación. Se podrán instalar por las mismas canalizaciones que éstos o bien en forma independiente, siguiéndose a este respecto lo que señalen las normas particulares de la empresa distribuidora de la energía.

4.3.3.3- Identificación de las instalaciones.

Las canalizaciones eléctricas se establecerán de forma que por conveniente identificación de sus circuitos y elementos, se pueda proceder en todo momento a reparaciones, transformaciones, etc.

Como norma general, todos los conductores de fase o polares se identificarán por un color negro, marrón o gris, el conductor neutro por un color azul claro y los conductores de protección por un color amarillo-verde.

4.3.3.4- Resistencia de aislamiento y rigidez dieléctrica.

Las instalación deberá presentar una resistencia de aislamiento por lo menos igual a $1.000 \times U$, siendo U la tensión máxima de servicio expresada en voltios, con un mínimo de 250.000 ohmios.

La rigidez dieléctrica ha de ser tal, que desconectados los aparatos de utilización, resista durante 1 minuto una prueba de tensión de $2U + 1.000$ voltios, siendo U la tensión máxima de servicio expresada en voltios y con un mínimo de 1.500 voltios.

4.3.4- CAJAS DE EMPALME.

Las conexiones entre conductores se realizarán en el interior de cajas apropiadas de material plástico resistente incombustible o metálicas, en cuyo caso estarán aisladas interiormente y protegidas contra la oxidación. Las dimensiones de estas cajas serán tales que permitan alojar holgadamente todos los conductores que deban contener. Su profundidad será igual, por lo menos, a una vez y media el diámetro del tubo mayor, con un mínimo de 40 mm; el lado o diámetro de la caja será de al menos 80 mm. Cuando se quieran hacer estancas las entradas de los tubos en las cajas de conexión, deberán emplearse prensaestopas adecuados. En ningún caso se permitirá la unión de conductores, como empalmes o derivaciones por simple retorcimiento o arrollamiento entre sí de los conductores, sino que deberá realizarse siempre utilizando bornes de conexión.

Los conductos se fijarán firmemente a todas las cajas de salida, de empalme y de paso, mediante contratuerca y casquillos. Se tendrá cuidado de que quede al descubierto el número total de hilos de rosca al objeto de que el casquillo pueda ser perfectamente apretado contra el extremo del conducto, después de lo cual se apretará la contratuerca para poner firmemente el casquillo en contacto eléctrico con la caja.

Los conductos y cajas se sujetarán por medio de pernos de fiador en ladrillo hueco, por medio de pernos de expansión en hormigón y ladrillo macizo y clavos Split sobre metal. Los pernos de fiador de tipo tornillo se usarán en instalaciones permanentes, los de tipo de tuerca cuando se precise desmontar la instalación, y los pernos de expansión serán de apertura efectiva. Serán de construcción sólida y capaces de resistir una tracción mínima de 20 kg. No se hará uso



INSTALACIÓN ELÉCTRICA EN BAJA TENSIÓN DE UNA NAVE INDUSTRIAL



de clavos por medio de sujeción de cajas o conductos.

4.3.5- MECANISMOS Y TOMAS DE CORRIENTE.

Los interruptores y conmutadores cortarían 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. Serán del tipo cerrado y de material aislante. Las dimensiones de las piezas de contacto serán tales que la temperatura no pueda exceder de 65 °C en ninguna de sus piezas. Su construcción será tal que permita realizar un número total de 10.000 maniobras de apertura y cierre, con su carga nominal a la tensión de trabajo.

Llevarán marcada su intensidad y tensiones nominales, y estarán probadas a una tensión de 500 a 1.000 voltios.

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

Todos ellos irán instalados en el interior de cajas empotradas en los paramentos, de forma que al exterior sólo podrá aparecer el mando totalmente aislado y la tapa embellecedora.

En el caso en que existan dos mecanismos juntos, ambos se alojarán en la misma caja, la cual deberá estar dimensionada suficientemente para evitar falsos contactos.

4.3.6- APARAMENTA DE MANDO Y PROTECCIÓN.

4.3.6.1- Cuadros eléctricos.

Todos los cuadros eléctricos serán nuevos y se entregarán en obra sin ningún defecto. Estarán diseñados siguiendo los requisitos de estas especificaciones y se construirán de acuerdo con el Reglamento Electrotécnico para Baja Tensión y la norma UNE-EN 60.439.1 y con las recomendaciones de la Comisión Electrotécnica Internacional (CEI) así mismo dispondrán del marcado CE de las directivas europeas BT y CEM.

Cada circuito en salida de cuadro estará protegido contra las sobrecargas y cortocircuitos. La protección contra corrientes de defecto hacia tierra se hará por circuito o grupo de circuitos según se indica en el proyecto, mediante el empleo de interruptores diferenciales de sensibilidad adecuada, según MIE BT 021.

En los circuitos de fuerza o alumbrado que sean III + N + TT se instalará un cable de neutro para cada una de las fases desde el cuadro eléctrico hasta el receptor final. De esta forma se evitarán sobretensiones en los receptores debido a un corte accidental del neutro.

Los cuadros serán adecuados para trabajo en servicio continuo. Las variaciones máximas admitidas de tensión y frecuencia serán del + 5 % sobre el valor nominal.

Los cuadros serán diseñados para servicio interior, completamente estancos al polvo y la humedad, ensamblados y cableados totalmente en fábrica, y estarán constituidos por una estructura metálica de perfiles laminados en frío, adecuada para el montaje sobre el suelo, y paneles de cerramiento de chapa de acero de fuerte espesor, o de cualquier otro material que sea mecánicamente resistente y no inflamable.

Alternativamente, la cabina de los cuadros podrá estar constituida por módulos de material plástico, con la parte frontal transparente.

Las puertas estarán provistas con una junta de estanquidad de neopreno o material similar, para evitar la entrada de polvo.

Todos los cables se instalarán dentro de canaletas provista de tapa desmontable. Los



INSTALACIÓN ELÉCTRICA EN BAJA TENSIÓN DE UNA NAVE INDUSTRIAL



cables de fuerza irán en canaletas distintas en todo su recorrido de las canaletas para los cables de mando y control.

Los aparatos se montarán dejando entre ellos y las partes adyacentes de otros elementos una distancia mínima igual a la recomendada por el fabricante de los aparatos, en cualquier caso nunca inferior a la cuarta parte de la dimensión del aparato en la dirección considerada.

La profundidad de los cuadros será de 500 mm y su altura y anchura la necesaria para la colocación de los componentes e igual a un múltiplo entero del módulo del fabricante. Los cuadros estarán diseñados para poder ser ampliados por ambos extremos. Los aparatos indicadores (lámparas, amperímetros, voltímetros, etc), dispositivos de mando (pulsadores, interruptores, conmutadores, etc), paneles sinópticos, etc, se montarán sobre la parte frontal de los cuadros.

Todos los componentes interiores, aparatos y cables, serán accesibles desde el exterior por el frente. El cableado interior de los cuadros se llevará hasta una regleta de bornas situada junto a las entradas de los cables desde el exterior.

Las partes metálicas de la envoltura de los cuadros se protegerán contra la corrosión por medio de una imprimación a base de dos manos de pintura anticorrosiva y una pintura de acabado de color que se especifique en las Mediciones o, en su defecto, por la Dirección Técnica durante el transcurso de la instalación.

La construcción y diseño de los cuadros deberán proporcionar seguridad al personal y garantizar un perfecto funcionamiento bajo todas las condiciones de servicio, y en particular:

- los compartimentos que hayan de ser accesibles para accionamiento o mantenimiento estando el cuadro en servicio no tendrán piezas en tensión al descubierto.
- el cuadro y todos sus componentes serán capaces de soportar las corrientes de cortocircuito (kA) según especificaciones reseñadas en planos y mediciones.

4.3.6.2- Interruptores automáticos.

En el origen de la instalación y lo más cerca posible del punto de alimentación a la misma, se colocará el cuadro general de mando y protección, en el que se dispondrá un interruptor general de corte omnipolar, así como dispositivos de protección contra sobreintensidades de cada uno de los circuitos que parten de dicho cuadro.

La protección contra sobreintensidades para todos los conductores (fases y neutro) de cada circuito se hará con interruptores magnetotérmicos o automáticos de corte omnipolar, con curva térmica de corte para la protección a sobrecargas y sistema de corte electromagnético para la protección a cortocircuitos.

En general, los dispositivos destinados a la protección de los circuitos se instalarán en el origen de éstos, así como en los puntos en que la intensidad admisible disminuya por cambios debidos a sección, condiciones de instalación, sistema de ejecución o tipo de conductores utilizados. No obstante, no se exige instalar dispositivos de protección en el origen de un circuito en que se presente una disminución de la intensidad admisible en el mismo, cuando su protección quede asegurada por otro dispositivo instalado anteriormente.

Los interruptores serán de ruptura al aire y de disparo libre y tendrán un indicador de posición. El accionamiento será directo por polos con mecanismos de cierre por energía acumulada. El accionamiento será manual o manual y eléctrico, según se indique en el esquema o sea necesario por necesidades de automatismo. Llevarán marcadas la intensidad y tensión nominales de funcionamiento, así como el signo indicador de su desconexión.

El interruptor de entrada al cuadro, de corte omnipolar, será selectivo con los interruptores situados aguas abajo, tras él.



INSTALACIÓN ELÉCTRICA EN BAJA TENSIÓN DE UNA NAVE INDUSTRIAL



Los dispositivos de protección de los interruptores serán relés de acción directa.

4.3.6.3- Guardamotores.

Los contactores guardamotores serán adecuados para el arranque directo de motores, con corriente de arranque máxima del 600 % de la nominal y corriente de desconexión igual a la nominal.

La longevidad del aparato, sin tener que cambiar piezas de contacto y sin mantenimiento, en condiciones de servicio normales (conecta estando el motor parado y desconecta durante la marcha normal) será de al menos 500.000 maniobras.

La protección contra sobrecargas se hará por medio de relés térmicos para las tres fases, con rearme manual accionable desde el interior del cuadro.

En caso de arranque duro, de larga duración, se instalarán relés térmicos de característica retardada. En ningún caso se permitirá cortocircuitar el relé durante el arranque.

La verificación del relé térmico, previo ajuste a la intensidad nominal del motor, se hará haciendo girar el motor a plena carga en monofásico; la desconexión deberá tener lugar al cabo de algunos minutos.

Cada contactor llevará dos contactos normalmente cerrados y dos normalmente abiertos para enclavamientos con otros aparatos.

4.3.6.4- Fusibles.

Los fusibles serán de alta capacidad de ruptura, limitadores de corriente y de acción lenta cuando vayan instalados en circuitos de protección de motores.

Los fusibles de protección de circuitos de control o de consumidores óhmicos serán de alta capacidad ruptura y de acción rápida.

Se dispondrán sobre material aislante e incombustible, y estarán contruidos de tal forma que no se pueda proyectar metal al fundirse. Llevarán marcadas la intensidad y tensión nominales de trabajo.

No serán admisibles elementos en los que la reposición del fusible pueda suponer un peligro de accidente. Estará montado sobre una empuñadura que pueda ser retirada fácilmente de la base.

4.3.6.5- Interruptores diferenciales.

La protección contra contactos directos se asegurará adoptando las siguientes medidas:

- Alejamiento de las partes activas (en tensión) de la instalación a una distancia tal del lugar donde las personas habitualmente se encuentran o circulan, que sea imposible un contacto fortuito con las manos (2,50 m hacia arriba, 1,00 m lateralmente y 1,00 m hacia abajo).
- Interposición de obstáculos que impidan todo contacto accidental con las partes activas. Estos deben estar fijados de forma segura y resistir los esfuerzos mecánicos usuales que pueden presentarse.
- Recubrimiento de las partes activas 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.



INSTALACIÓN ELÉCTRICA EN BAJA TENSIÓN DE UNA NAVE INDUSTRIAL



La protección contra contactos indirectos se asegurará adoptando el sistema de clase B "Puesta a tierra de las masas y dispositivos de corte por intensidad de defecto", consistente en poner a tierra todas las masas, mediante el empleo de conductores de protección y electrodos de tierra artificiales, y asociar un dispositivo de corte automático sensible a la intensidad de defecto, que origine la desconexión de la instalación defectuosa (interruptor diferencial de sensibilidad adecuada, preferiblemente 30 mA). La elección de la sensibilidad del interruptor diferencial "I" que debe utilizarse en cada caso, viene determinada por la condición de que el valor de la resistencia de tierra de las masas R, debe cumplir la relación:

- $R \leq 50 / I$, en locales secos.
- $R \leq 24 / I$, en locales húmedos o mojados.

4.3.6.6- Seccionadores.

Los seccionadores en carga serán de conexión y desconexión brusca, ambas independientes de la acción del operador.

Los seccionadores serán adecuados para servicio continuo y capaces de abrir y cerrar la corriente nominal a tensión nominal con un factor de potencia igual o inferior a 0,7.

4.3.6.7- Embarrados.

El embarrado principal constará de tres barras para las fases y una, con la mitad de la sección de las fases, para el neutro. La barra de neutro deberá ser seccionable a la entrada del cuadro.

Las barras serán de cobre electrolítico de alta conductividad y adecuadas para soportar la intensidad de plena carga y las corrientes de cortocircuito que se especifiquen en memoria y planos. En cualquier caso estará dimensionado por lo menos para la intensidad máxima que pueda circular por el interruptor de cabecera.

Se dispondrá también de una barra independiente de tierra, de sección adecuada para proporcionar la puesta a tierra de las partes metálicas no conductoras de los aparatos, la carcasa del cuadro y, si los hubiera, los conductores de protección de los cables en salida.

4.3.6.8- Prensaestopas y etiquetas.

Los cuadros irán completamente cableados hasta las regletas de entrada y salida.

Se proveerán prensaestopas para todas las entradas y salidas de los cables del cuadro; los prensaestopas serán de doble cierre para cables armados y de cierre sencillo para cables sin armar.

Todos los aparatos y bornes irán debidamente identificados en el interior del cuadro mediante números que correspondan a la designación del esquema. Las etiquetas serán marcadas de forma indeleble y fácilmente legible.

En la parte frontal del cuadro se dispondrán etiquetas de identificación de los circuitos, constituidas por placas de chapa de aluminio firmemente fijadas a los paneles frontales, impresas al horno, con fondo negro mate y letreros y zonas de estampación en aluminio pulido. El fabricante podrá adoptar cualquier solución para el material de las etiquetas, su soporte y la impresión, con tal de que sea duradera y fácilmente legible.

En cualquier caso, las etiquetas estarán marcadas con letras negras de 10 mm de altura sobre fondo blanco.

4.3.7- RECEPTORES DE ALUMBRADO.

Los portalámparas destinados a lámparas de incandescencia deberán resistir la corriente

CAPITULO 4 PLIEGO DE CONDICIONES

Daniel Baquedano de Miguel



INSTALACIÓN ELÉCTRICA EN BAJA TENSIÓN DE UNA NAVE INDUSTRIAL



prevista, y llevarán la indicación correspondiente a la tensión e intensidad nominales para las que han sido diseñados.

Se prohíbe colgar la armadura y globos de las lámparas utilizando para ello los conductores que llevan la corriente a los mismos. El elemento de suspensión, caso de ser metálico, deberá estar aislado de la armadura.

Los circuitos de alimentación a lámparas o tubos de descarga estarán previstos para transportar la carga debida a los propios receptores, a sus elementos asociados y a sus corrientes armónicas. 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.

Todas las partes bajo tensión, así como los conductores, aparatos auxiliares y los propios receptores, excepto las partes que producen o transmiten la luz, estarán protegidas por adecuadas pantallas o envolturas aislantes o metálicas puestas a tierra.

Los aparatos de alumbrado tipo fluorescencia se suministrarán completos con cebadores, reactancias, condensadores y lámparas.

Todos los aparatos deberán tener un acabado adecuado resistente a la corrosión en todas sus partes metálicas y serán completos con portalámparas y accesorios cableados. Los portalámparas para lámparas incandescentes serán de una pieza de porcelana, baquelita o material aislante. Cuando sea necesario el empleo de unidad montada el sistema mecánico del montaje será efectivo, no existirá posibilidad de que los componentes del conjunto se muevan cuando se enrosque o desenrosque una lámpara. Las reactancias para lámparas fluorescentes suministrarán un voltaje suficiente alto para producir el cebado y deberán limitar la corriente a través del tubo a un valor de seguridad predeterminado.

Las reactancias y otros dispositivos de los aparatos fluorescentes serán de construcción robusta, montados sólidamente y protegidos convenientemente contra la corrosión. Las reactancias y otros dispositivos serán desmontables sin necesidad de desmontar todo el aparato.

El cableado en el interior de los aparatos se efectuará esmeradamente y en forma que no se causen daños mecánicos a los cables. Se evitará el cableado excesivo. Los conductores se dispondrán de forma que no queden sometidos a temperaturas superiores a las designadas para los mismos. Las dimensiones de los conductores se basarán en el voltaje y potencia de la lámpara, pero en ningún caso será de dimensiones inferiores a 1 mm². El aislamiento será plástico o goma. No se emplearán soldaduras en la construcción de los aparatos, que estarán diseñados de forma que los materiales combustibles adyacentes no puedan quedar sometidos a temperaturas superiores a 90°.

Los aparatos a pruebas de intemperie serán de construcción sólida, capaz de resistir sin deterioro la acción de la humedad e impedirán el paso de ésta en su interior.

Las lámparas incandescentes serán del tipo para usos generales de filamento de tungsteno.

Los tubos fluorescentes serán de base media de dos espigas, blanco, frío normal. Los tubos de 40 W tendrán una potencia de salida de 2.900 lumens, como mínimo, y la potencia de los tubos de 20 W será aproximadamente de 1.080 lumens.

4.3.8- RECEPTORES A MOTOR.

Los motores estarán contruidos o se instalarán de manera que la aproximación a sus partes en movimiento no pueda ser causa de accidente.

Los conductores de conexión que alimentan a un solo motor deberán estar dimensionados para una intensidad no inferior al 125 por 100 de la intensidad a plena carga del motor en cuestión y si alimentan a varios motores, deberán estar dimensionados para una intensidad no



INSTALACIÓN ELÉCTRICA EN BAJA TENSIÓN DE UNA NAVE INDUSTRIAL



menor a la suma del 125 por 100 de la intensidad a plena carga del motor de mayor potencia más la intensidad a plena carga de los demás.

Los motores estarán protegidos contra cortocircuitos y contra sobrecargas en todas sus fases, siendo de tal naturaleza que cubran, en los motores trifásicos, el riesgo de la falta de tensión en una de sus fases.

En el caso de motores con arranque estrella-triángulo la protección asegurará a los circuitos, tanto para conexión de estrella como para la de triángulo.

Las características de los dispositivos de protección estarán de acuerdo con las de los motores a proteger y con las condiciones de servicio previstas para éstos, debiendo seguirse las indicaciones dadas por el fabricante de los mismos.

Los motores estarán protegidos contra la falta de tensión por un dispositivos de corte automático de la alimentación, cuando el arranque espontáneo del motor, como consecuencia de un restablecimiento de la tensión, puede provocar accidentes, oponerse a dicho establecimiento o perjudicar el motor.

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

- De 0,75 kW a 1,5 kW: 4,5
- De 1,50 kW a 5 kW: 3,0
- De 5 kW a 15 kW: 2
- De más de 15 kW: 1,5

Todos los motores de potencia superior a 5 kW tendrán seis bornes de conexión, con tensión de la red correspondiente a la conexión en triángulo del bobinado (motor de 220/380 V para redes de 220 V entre fases y de 380/660 V para redes de 380 V entre fases), de tal manera que será siempre posible efectuar un arranque en estrella-triángulo del motor.

Los motores deberán cumplir, tanto en dimensiones y formas constructivas, como en la asignación de potencia a los diversos tamaños de carcasa, con las recomendaciones europeas IEC y las normas UNE, DIN y VDE. Las normas UNE específicas para motores son la 20.107, 20.108, 20.111, 20.112, 20.113, 20.121, 20.122 y 20.324.

Para la instalación en el suelo se usará normalmente la forma constructiva B-3, con dos platos de soporte, un extremo de eje libre y carcasa con patas. Para montaje vertical, los motores llevarán cojinetes previstos para soportar el peso del rotor y de la polea.

La clase de protección se determina en las normas UNE 20.324 y DIN 40.050. Todos los motores deberán tener la clase de protección IP 44 (protección contra contactos accidentales con herramienta y contra la penetración de cuerpos sólidos con diámetro mayor de 1 mm, protección contra salpicaduras de agua proveniente de cualquier dirección), excepto para instalación a la intemperie o en ambiente húmedo o polvoriento y dentro de unidades de tratamiento de aire, donde se usarán motores con clase de protección IP 54 (protección total contra contactos involuntarios de cualquier clase, protección contra depósitos de polvo, protección contra salpicaduras de agua proveniente de cualquier dirección).

Los motores con protecciones IP 44 e IP 54 son completamente cerrados y con refrigeración de superficie.

Todos los motores deberán tener, por lo menos, la clase de aislamiento B, que admite un incremento máximo de temperatura de 80 °C sobre la temperatura ambiente de referencia de 40 °C, con un límite máximo de temperatura del devanado de 130 °C.

CAPITULO 4 PLIEGO DE CONDICIONES

Daniel Baquedano de Miguel

28



INSTALACIÓN ELÉCTRICA EN BAJA TENSIÓN DE UNA NAVE INDUSTRIAL



El diámetro y longitud del eje, las dimensiones de las chavetas y la altura del eje sobre la base estarán de acuerdo a las recomendaciones IEC.

La calidad de los materiales con los que están fabricados los motores serán las que se indican a continuación:

- carcasa: de hierro fundido de alta calidad, con patas solidarias y con aletas de refrigeración.
- estator: paquete de chapa magnética y bobinado de cobre electrolítico, montados en estrecho contacto con la carcasa para disminuir la resistencia térmica al paso del calor hacia el exterior de la misma. La impregnación del bobinado para el aislamiento eléctrico se obtendrá evitando la formación de burbujas y deberá resistir las sollicitaciones térmicas y dinámicas a las que viene sometido.
- rotor: formado por un paquete ranurado de chapa magnética, donde se alojará el davanado secundario en forma de jaula de aleación de aluminio, simple o doble.
- eje: de acero duro.
- ventilador: interior (para las clases IP 44 e IP 54), de aluminio fundido, solidario con el rotor, o de plástico inyectado.
- rodamientos: de esfera, de tipo adecuado a las revoluciones del rotor y capaces de soportar ligeros empujes axiales en los motores de eje horizontal (se seguirán las instrucciones del fabricante en cuanto a marca, tipo y cantidad de grasa necesaria para la lubricación y su duración).
- cajas de bornes y tapa: de hierro fundido con entrada de cables a través de orificios roscados con prensa-estopas.

Para la correcta selección de un motor, que se hará par servicio continuo, deberán considerarse todos y cada uno de los siguientes factores:

- potencia máxima absorbida por la máquina accionada, incluidas las pérdidas por transmisión.
- velocidad de rotación de la máquina accionada.
- características de la acometida eléctrica (número de fases, tensión y frecuencia).
- clase de protección (IP 44 o IP 54).
- clase de aislamiento (B o F).
- forma constructiva.
- temperatura máxima del fluido refrigerante (aire ambiente) y cota sobre el nivel del mar del lugar de emplazamiento.
- momento de inercia de la máquina accionada y de la transmisión referido a la velocidad de rotación del motor.
- curva del par resistente en función de la velocidad.

Los motores podrán admitir desviaciones de la tensión nominal de alimentación comprendidas entre el 5 % en más o menos. Si son de preverse desviaciones hacia la baja superiores al mencionado valor, la potencia del motor deberá "deratarse" de forma proporcional, teniendo en cuenta que, además, disminuirá también el par de arranque proporcional al cuadrado de la tensión.

Antes de conectar un motor a la red de alimentación, deberá comprobarse que la resistencia de aislamiento del bobinado estatórico sea superiores a 1,5 megahomios. En caso de

CAPITULO 4 PLIEGO DE CONDICIONES

Daniel Baquedano de Miguel



INSTALACIÓN ELÉCTRICA EN BAJA TENSIÓN DE UNA NAVE INDUSTRIAL



que sea inferior, el motor será rechazado por la DO y deberá ser secado en un taller especializado, siguiendo las instrucciones del fabricante, o sustituido por otro.

El número de polos del motor se elegirá de acuerdo a la velocidad de rotación de la máquina accionada.

En caso de acoplamiento de equipos (como ventiladores) por medio de poleas y correas trapezoidales, el número de polos del motor se escogerá de manera que la relación entre velocidades de rotación del motor y del ventilador sea inferior a 2,5.

Todos los motores llevarán una placa de características, situada en lugar visible y escrita de forma indeleble, en la que aparecerán, por lo menos, los siguientes datos:

- potencia de motor.
- velocidad de rotación.
- intensidad de corriente a la(s) tensión(es) de funcionamiento.
- intensidad de arranque.
- tensión(es) de funcionamiento.
- nombre del fabricante y modelo.

4.3.9- PUESTAS A TIERRA.

Las puestas a tierra se establecerán con objeto 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.

El conjunto de puesta a tierra en la instalación estará formado por

Tomas de tierra. Estas a su vez estarán constituidas por:

- Electrodo artificial, a base de "placas enterradas" de cobre con un espesor de 2 mm o de hierro galvanizado de 2,5 mm y una superficie útil de 0,5 m², "picas verticales" de barras de cobre o de acero recubierto de cobre de 14 mm de diámetro y 2 m de longitud, o "conductores enterrados horizontalmente" de cobre desnudo de 35 mm² de sección o de acero galvanizado de 95 mm² de sección, enterrados a una profundidad de 50 cm. Los electrodos se dimensionarán de forma que la resistencia de tierra "R" no pueda dar lugar a tensiones de contacto peligrosas, estando su valor íntimamente relacionado con la sensibilidad "I" del interruptor diferencial:

1. $R \leq 50 / I$, en locales secos.
2. $R \leq 24 / I$, en locales húmedos o mojados.

- - Línea de enlace con tierra, formada por un conductor de cobre desnudo enterrado de 35 mm² de sección.
- - Punto de puesta a tierra, situado fuera del suelo, para unir la línea de enlace con tierra y la línea principal de tierra.

Línea principal de tierra, formada por un conductor lo más corto posible y sin cambios bruscos de dirección, no sometido a esfuerzos mecánicos, protegido contra la corrosión y desgaste mecánico, con una sección mínima de 16 mm².

Derivaciones de la línea principal de tierra, que enlazan ésta con los cuadros de protección, ejecutadas de las mismas características que la línea principal de tierra.

Conductores de protección, para unir eléctricamente las masas de la instalación a la línea principal de tierra. Dicha unión se realizará en las bornas dispuestas al efecto en los



INSTALACIÓN ELÉCTRICA EN BAJA TENSIÓN DE UNA NAVE INDUSTRIAL



cuadros de protección. Estos conductores serán del mismo tipo que los conductores activos, y tendrán una sección mínima igual a la fijada por la tabla V de la Instrucción MIE BT 017, en función de la sección de los conductores de fase o polares de la instalación.

Los circuitos de puesta a tierra formarán una línea eléctricamente continua en la que no podrán incluirse en serie masas o elementos metálicos. Tampoco se intercalarán seccionadores, fusibles o interruptores; únicamente se permite disponer un dispositivo de corte en los puntos de puesta a tierra, de forma que permita medir la resistencia de la toma de tierra.

El valor de la resistencia de tierra será comprobado en el momento de dar de alta la instalación y, al menos, una vez cada cinco años.

Caso de temer sobretensiones de origen atmosférico, la instalación deberá estar protegida mediante descargadores a tierra situados lo más cerca posible del origen de aquellas. La línea de puesta a tierra de los descargadores debe estar aislada y su resistencia de tierra tendrá un valor de 10 ohmios, como máximo.

4.3.10- INSPECCIONES Y PRUEBAS EN FABRICA.

La aparatamenta se someterá en fábrica a una serie de ensayos para comprobar que están libres de defectos mecánicos y eléctricos.

En particular se harán por lo menos las siguientes comprobaciones:

- Se medirá la resistencia de aislamiento con relación a tierra y entre conductores, que tendrá un valor de al menos 1.000 ohmios por voltio de tensión nominal, con un mínimo de 250.000 ohmios.
- Una prueba de rigidez dieléctrica, que se efectuará aplicando una tensión igual a dos veces la tensión nominal más 1.000 voltios, con un mínimo de 1.500 voltios, durante 1 minuto a la frecuencia nominal. Este ensayo se realizará estando los aparatos de interrupción cerrados y los cortocircuitos instalados como en servicio normal.
- Se inspeccionarán visualmente todos los aparatos y se comprobará el funcionamiento mecánico de todas las partes móviles.
- Se pondrá el cuadro de baja tensión y se comprobará que todos los relés actúan correctamente.
- Se calibrarán y ajustarán todas las protecciones de acuerdo con los valores suministrados por el fabricante.

Estas pruebas podrán realizarse, a petición de la DO, en presencia del técnico encargado por la misma.

Cuando se exijan los certificados de ensayo, la EIM enviará los protocolos de ensayo, debidamente certificados por el fabricante, a la DO.



INSTALACIÓN ELÉCTRICA EN BAJA TENSIÓN DE UNA NAVE INDUSTRIAL



4.3.11- CONTROL.

Se realizarán cuantos análisis, verificaciones, comprobaciones, ensayos, pruebas y experiencias con los materiales, elementos o partes de la instalación que se ordenen por el Técnico Director de la misma, siendo ejecutados en laboratorio que designe la dirección, con cargo a la contrata.

Antes de su empleo en la obra, montaje o instalación, todos los materiales a emplear, cuyas características técnicas, así como las de su puesta en obra, han quedado ya especificadas en apartados anteriores, serán reconocidos por el Técnico Director o persona en la que éste delegue, sin cuya aprobación no podrá procederse a su empleo. Los que por mala calidad, falta de protección o aislamiento u otros defectos no se estimen admisibles por aquél, deberán ser retirados inmediatamente. Este reconocimiento previo de los materiales no constituirá su recepción definitiva, y el Técnico Director podrá retirar en cualquier momento aquellos que presenten algún defecto no apreciado anteriormente, aún a costa, si fuera preciso, de deshacer la instalación o montaje ejecutados con ellos. Por tanto, la responsabilidad del contratista en el cumplimiento de las especificaciones de los materiales no cesará mientras no sean recibidos definitivamente los trabajos en los que se hayan empleado.

4.3.12- SEGURIDAD.

En general, basándonos en la Ley de Prevención de Riesgos Laborales y las especificaciones de las normas NTE, se cumplirán, entre otras, las siguientes condiciones de seguridad:

- Siempre que se vaya a intervenir en una instalación eléctrica, tanto en la ejecución de la misma como en su mantenimiento, los trabajos se realizarán sin tensión, asegurándonos la inexistencia de ésta mediante los correspondientes aparatos de medición y comprobación.
- En el lugar de trabajo se encontrará siempre un mínimo de dos operarios.
- Se utilizarán guantes y herramientas aislantes..
- Cuando se usen aparatos o herramientas eléctricos, además de conectarlos a tierra cuando así lo precisen, estarán dotados de un grado de aislamiento II, o estarán alimentados con una tensión inferior a 50 V mediante transformadores de seguridad.
- Serán bloqueados en posición de apertura, si es posible, cada uno de los aparatos de protección, seccionamiento y maniobra, colocando en su mando un letrero con la prohibición de maniobrarlo
- No se restablecerá el servicio al finalizar los trabajos antes de haber comprobado que no exista peligro alguno.
- En general, mientras los operarios trabajen en circuitos o equipos a tensión o en su proximidad, usarán ropa sin accesorios metálicos y evitarán el uso innecesario de objetos de metal o artículos inflamables; llevarán las herramientas o equipos en bolsas y utilizarán calzado aislante, al menos, sin herrajes ni clavos en las suelas.
- Se cumplirán asimismo todas las disposiciones generales de seguridad de obligado



INSTALACIÓN ELÉCTRICA EN BAJA TENSIÓN DE UNA NAVE INDUSTRIAL



cumplimiento relativas a seguridad, higiene y salud en el trabajo, y las ordenanzas municipales que sean de aplicación.

4.3.13- LIMPIEZA.

Antes de la Recepción provisional, los cuadros se limpiarán de polvo, pintura, cascarillas y de cualquier material que pueda haberse acumulado durante el curso de la obra en su interior o al exterior.

4.3.14- MANTENIMIENTO.

Cuando sea necesario intervenir nuevamente en la instalación, bien sea por causa de averías o para efectuar modificaciones en la misma, deberán tenerse en cuenta todas las especificaciones reseñadas en los apartados de ejecución, control y seguridad, en la misma forma que si se tratara de una instalación nueva. Se aprovechará la ocasión para comprobar el estado general de la instalación, sustituyendo o reparando aquellos elementos que lo precisen, utilizando materiales de características similares a los reemplazados.

4.3.15- CRITERIOS DE MEDICIÓN.

Las unidades de obra serán medidas con arreglo a lo especificado en la normativa vigente, o bien, en el caso de que ésta no sea suficiente explícita, en la forma reseñada en el Pliego Particular de Condiciones que les sea de aplicación, o incluso tal como figuren dichas unidades en el Estado de Mediciones del Proyecto. A las unidades medidas se les aplicarán los precios que figuren en el Presupuesto, en los cuales se consideran incluidos todos los gastos de transporte, indemnizaciones y el importe de los derechos fiscales con los que se hallen gravados por las distintas Administraciones, además de los gastos generales de la contrata. Si hubiera necesidad de realizar alguna unidad de obra no comprendida en el Proyecto, se formalizará el correspondiente precio contradictorio.

Los cables, bandejas y tubos se medirán por unidad de longitud (metro), según tipo y dimensiones.

En la medición se entenderán incluidos todos los accesorios necesarios para el montaje (grapas, terminales, bornes, prensaestopas, cajas de derivación, etc), así como la mano de obra para el transporte en el interior de la obra, montaje y pruebas de recepción.

Los cuadros y receptores eléctricos se medirán por unidades montadas y conexionadas.

La conexión de los cables a los elementos receptores (cuadros, motores, resistencias, aparatos de control, etc) será efectuada por el suministrador del mismo elemento receptor.

El transporte de los materiales en el interior de la obra estará a cargo de la EIM.

4.4.- CONDICIONES TÉCNICAS PARA LA EJECUCIÓN DE REDES SUBTERRÁNEAS DE DISTRIBUCIÓN EN BAJA TENSIÓN.

4.4.1- EJECUCIÓN DEL TRABAJO.

Corresponde al Contratista la responsabilidad en la ejecución de los trabajos que deberán realizarse conforme a las reglas del arte.



INSTALACIÓN ELÉCTRICA EN BAJA TENSIÓN DE UNA NAVE INDUSTRIAL



4.4.1.1- Trazado.

Las canalizaciones, salvo casos de fuerza mayor, se ejecutarán en terrenos de dominio público, bajos las aceras o calzadas, evitando ángulos pronunciados. El trazado será lo más rectilíneo posible, paralelo en toda su longitud a bordillos o fachadas de los edificios principales.

Antes de comenzar los trabajos, se marcarán en el pavimento las zonas donde se abrirán las zanjas, marcando tanto su anchura como su longitud y las zonas donde se dejen llaves para la contención del terreno. Si ha habido posibilidad de conocer las acometidas de otros servicios a las fincas construidas, se indicarán sus situaciones con el fin de tomar las precauciones debidas.

Antes de proceder a la apertura de zanjas se abrirán calas de reconocimiento para confirmar o rectificar el trazado previsto.

Se estudiará la señalización de acuerdo con las normas municipales y se determinarán las protecciones precisas tanto de la zanja como de los pasos que sean necesarios para los accesos a los portales, comercios, garajes, etc., así como las chapas de hierro que hayan de colocarse sobre la zanja para el paso de vehículos.

Al marcar el trazado de las zanjas se tendrá en cuenta el radio mínimo que hay que dejar en la curva con arreglo a la sección del conductor o conductores que se vayan a canalizar.

4.4.1.2- Apertura de zanjas.

Las zanjas se harán verticales hasta la profundidad escogida, colocándose en los casos en que la naturaleza del terreno lo haga preciso.

Se procurará dejar un paso de 50 cm entre la zanja y las tierras extraídas, con el fin de facilitar la circulación del personal de la obra y evitar la caída de tierras en la zanja.

Se deben tomar todas las precauciones precisas para no tapar con tierras registros de gas, teléfono, bocas de riego, alcantarillas, etc.

Durante la ejecución de los trabajos en la vía pública se dejarán pasos suficientes para vehículos y peatones, así como los accesos a los edificios, comercios y garajes. Si es necesario interrumpir la circulación se precisará una autorización especial.

Las dimensiones mínimas de las zanjas serán las siguientes:

- Profundidad de 810 mm y anchura de 450 mm para canalizaciones de baja y media tensión bajo acera.
- Profundidad de 1.010 mm y anchura de 450 mm para canalizaciones de baja y media tensión bajo calzada.

4.4.1.3- Canalización.

Los cruces de vías públicas o privadas se realizarán con tubos ajustándose a las siguientes condiciones:

- Se colocará en posición horizontal y recta y estarán hormigonados en toda su longitud.
- Deberá preverse para futuras ampliaciones uno o varios tubos de reserva dependiendo el número de la zona y situación del cruce (en cada caso se fijará el número de tubos de reserva).
- Los extremos de los tubos en los cruces llegarán hasta los bordillos de las aceras, debiendo construirse en los extremos un tabique para su fijación.



INSTALACIÓN ELÉCTRICA EN BAJA TENSION DE UNA NAVE INDUSTRIAL



- En las salidas, el cable se situará en la parte superior del tubo, cerrando los orificios con yeso.
- Siempre que la profundidad de zanja bajo la calzada sea inferior a 60 cm en el caso de B.T. se utilizarán chapas o tubos de hierro u otros dispositivos que aseguren una resistencia mecánica equivalente, teniendo en cuenta que dentro del mismo tubo deberán colocarse las tres fases y neutro.
- Los cruces de vías férreas, cursos de agua, etc., deberán proyectarse con todo detalle.

Zanja.

Cuando en una zanja coincidan cables de distintas tensiones se situarán en bandas horizontales a distinto nivel de forma que cada banda se agrupen cables de igual tensión.

La separación entre dos cables multipolares o ternas de cables unipolares dentro de una misma banda será como mínimo de 20 cm.

La profundidad de las respectivas bandas de cables dependerá de las tensiones, de forma que la mayor profundidad corresponda a la mayor tensión.

Cable directamente enterrado.

En el lecho de la zanja irá una capa de arena de 10 cm de espesor sobre la que se colocará el cable. Por encima del cable irá otra capa de arena de 10 cm de espesor. Ambas capas cubrirán la anchura total de la zanja.

La arena que se utilice para la protección de cables será limpia, suelta y áspera, exenta de sustancias orgánicas, arcilla o partículas terrosas, para lo cual se tamizará o lavará convenientemente si fuera necesario. Se empleará arena de mina o de río indistintamente, siempre que reúna las condiciones señaladas anteriormente y las dimensiones de los granos serán de 2 a 3 mm como máximo.

Cuando se emplee la arena procedente de la misma zanja, además de necesitar la aprobación del Director de Obra, será necesario su cribado.

Los cables deben estar enterrados a profundidad no inferior a 0,6 m, excepción hecha en el caso en que se atraviesen terrenos rocosos. Salvo casos especiales los eventuales obstáculos deben ser evitados pasando el cable por debajo de los mismos.

Todos los cables deben tener una protección (ladrillos, medias cañas, tejas, losas de piedra, etc. formando bovedillas) que sirva para indicar su presencia durante eventuales trabajos de excavación.

Cable entubado.

El cable en parte o en todo su recorrido irá en el interior de tubos de cemento, fibrocemento, fundición de hierro, materiales plásticos, etc., de superficie interna lisa, siendo su diámetro interior no inferior a 1,6 veces el diámetro del cable o del haz de cables.

Los tubos estarán hormigonados en todo su recorrido o simplemente con sus uniones recibidas con cemento, en cuyo caso, para permitir su unión correcta, el fondo de la zanja en la que se alojen deberá ser nivelada cuidadosamente después de echar una capa de arena fina o tierra cribada.

Se debe evitar posible acumulación de agua o de gas a lo largo de la canalización situando convenientemente pozos de escape en relación al perfil altimétrico.

En los tramos rectos, cada 15 ó 20 m. según el tipo de cable, para facilitar su tendido se dejarán calas abiertas de una longitud mínima de 2 m. en las que se interrumpirá la continuidad



INSTALACIÓN ELÉCTRICA EN BAJA TENSIÓN DE UNA NAVE INDUSTRIAL



de la tubería.

Una vez tendido el cable, estas calas se tapanán recubriendo previamente el cable con canales o medios tubos, recibiendo sus uniones con cemento.

En los cambios de dirección se construirán arquetas de hormigón o ladrillo, siendo sus dimensiones mínimas las necesarias para que el radio de curvatura de tendido sea como mínimo 20 veces el diámetro exterior del cable. No se admitirán ángulos inferiores a 90° y aún éstos se limitarán a los indispensables. En general, los cambios de dirección se harán con ángulos grandes, siendo la longitud mínima (perímetro) de la arqueta de 2 metros.

En la arqueta, los tubos quedarán a unos 25 cm. por encima del fondo para permitir la colocación de rodillos en las operaciones de tendido. Una vez tendido el cable, los tubos se taponarán con yeso de forma que el cable quede situado en la parte superior del tubo. La arqueta se rellenará con arena hasta cubrir el cable como mínimo.

La situación de los tubos en la arqueta será la que permita el máximo radio de curvatura.

Las arquetas podrán ser registrables o cerradas. En el primer caso deberán tener tapas metálicas o de hormigón armado; provistas de argollas o ganchos que faciliten su apertura. El fondo de estas arquetas será permeable de forma que permita la filtración del agua de lluvia.

Si las arquetas no son registrables se cubrirán con los materiales necesarios.

Cruzamientos y paralelismos.

El cruce de líneas subterráneas con ferrocarriles o vías férreas deberá realizarse siempre bajo tubo. Dicho tubo rebasará las instalaciones de servicio en una distancia de 1,50 m.

En el caso de cruzamientos entre dos líneas eléctricas subterráneas directamente enterradas, la distancia mínima a respetar será de 0,20 m.

El cruzamiento entre cables de energía y conducciones metálicas enterradas no debe efectuarse sobre la proyección vertical de las uniones no soldadas de la misma conducción metálica. No deberá existir ningún empalme sobre el cable de energía a una distancia inferior a 1 m.

La mínima distancia entre la generatriz del cable de energía y la de la conducción metálica no debe ser inferior a 0,30 m. Además, entre el cable y la conducción debe estar interpuesta una plancha metálica de 8 mm de espesor como mínimo u otra protección mecánica equivalente, de anchura igual al menos al diámetro de la conducción y de todas formas no inferior a 0,50 m.

Análoga medida de protección debe aplicarse en el caso de que no sea posible tener el punto de cruzamiento a distancia igual o superior a 1 m. de un empalme del cable.

En el paralelismo entre cables de energía y conducciones metálicas enterradas se debe mantener en todo caso una distancia mínima en proyección horizontal de:

- 0,50 m para gaseoductos.
- 0,30 m para otras conducciones.

Siempre que sea posible, en las instalaciones nuevas la distancia en proyección horizontal entre cables de energía y conducciones metálicas enterradas colocadas paralelamente entre sí no debe ser inferior a:

- 3 m en el caso de conducciones a presión máxima igual o superior a 25 atm; dicho mínimo se reduce a 1 m. en el caso en que el tramo de conducción interesado esté contenida en una protección de no más de 100 m.
- 1 m. en el caso de conducciones a presión máxima inferior a 25 atm.

En el caso de cruzamiento entre líneas eléctricas subterráneas y líneas de



INSTALACIÓN ELÉCTRICA EN BAJA TENSIÓN DE UNA NAVE INDUSTRIAL



telecomunicación subterránea, el cable de energía debe, normalmente, estar situado por debajo del cable de telecomunicación. La distancia mínima entre la generatriz externa de cada uno de los dos cables no debe ser inferior a 0,50 m. El cable colocado superiormente debe estar protegido por un tubo de hierro de 1 m de largo como mínimo y de tal forma que se garantice la distancia entre las generatrices exteriores de los cables, en las zonas no protegidas, sea mayor que la mínima establecida en el caso de paralelismo, que se indica a continuación, media en proyección horizontal. Dicho tubo de hierro debe estar protegido contra la corrosión y presentar una adecuada resistencia mecánica; su espesor no será inferior a 2 mm.

En donde por justificadas exigencias técnicas no pueda ser respetada la mencionada distancia mínima, sobre el cable inferior debe ser aplicada una protección análoga a la indicada para el cable superior. En todo caso la distancia mínima entre los dos dispositivos de protección no debe ser inferior a 0,10 m. El cruzamiento no debe efectuarse en correspondencia con una conexión del cable de telecomunicación, y no debe haber empalmes sobre el cable de energía a una distancia inferior a 1 m.

En el caso de paralelismo entre líneas eléctricas subterráneas y líneas de telecomunicación subterráneas, estos cables deben estar a la mayor distancia posible entre sí. En donde existan dificultades técnicas importantes, se puede admitir, excepto en lo indicado posteriormente, una distancia mínima en proyección horizontal, entre los puntos más próximos de las generatrices de los cables, no inferior a 0,50 m en cables interurbanos o a 0,30 m. en cables urbanos.

Se puede admitir incluso una distancia mínima de 0,15 m. a condición de que el cable de energía sea fácil y rápidamente separado, y eficazmente protegido mediante tubos de hierro de adecuada resistencia mecánica y 2 mm de espesor como mínimo, protegido contra la corrosión. En el caso de paralelismo con cables de telecomunicación interurbana, dicha protección se refiere también a estos últimos.

Estas protecciones pueden no utilizarse, respetando la distancia mínima de 0,15 m, cuando el cable de energía se encuentra en una cota inferior a 0,50 m respecto del cable de telecomunicación.

Las reducciones mencionadas no se aplican en el caso de paralelismo con cables coaxiales, para los cuales es taxativa la distancia mínima de 0,50 m medida sobre la proyección horizontal.

En cuanto a los fenómenos inductivos debidos a eventuales defectos en los cables de energía, la distancia mínima entre los cables a la longitud máxima de los cables situados paralelamente está limitada por la condición de que la f.e.m. inducida sobre el cable de telecomunicación no supere el 60% de la mínima tensión de prueba a tierra de la parte de la instalación metálicamente conectada al cable de telecomunicación.

En el caso de galerías practicables, la colocación de los cables de energía y de telecomunicación se hace sobre apoyos diferentes, con objeto de evitar cualquier posibilidad de contacto directo entre los cables.

4.4.1.4- Transporte de bobinas de cables.

La carga y descarga, sobre camiones o remolques apropiados, se hará siempre mediante una barra adecuada que pase por el orificio central de la bobina.

Bajo ningún concepto se podrá retener la bobina con cuerdas, cables o cadenas que abracen la bobina y se apoyen sobre la capa exterior del cable enrollado; asimismo no se podrá dejar caer la bobina al suelo desde el camión o remolque.

Cuando se desplace la bobina por tierra rodándola, habrá que fijarse en el sentido de rotación, generalmente indicado con una flecha, con el fin de evitar que se afloje el cable



INSTALACIÓN ELÉCTRICA EN BAJA TENSIÓN DE UNA NAVE INDUSTRIAL



enrollado en la misma.

Las bobinas no deben almacenarse sobre un suelo blando.

Antes de empezar el tendido del cable se estudiará el lugar más adecuado para colocar la bobina con objeto de facilitar el tendido. En el caso de suelo con pendiente es preferible realizar el tendido en sentido descendente.

Para el tendido de la bobina estará siempre elevada y sujeta por barra y gatos adecuados al peso de la misma y dispositivos de frenado.

4.4.1.5- Tendido de cables.

Los cables deben ser siempre desenrollados y puestos en su sitio con el mayor cuidado evitando que sufran torsión, hagan bucles, etc. y teniendo siempre en cuenta que el radio de curvatura del cable debe ser superior a 20 veces su diámetro durante su tendido y superior a 10 veces su diámetro una vez instalado. En todo caso el radio de curvatura del cable no debe ser inferior a los valores indicados en las Normas UNE correspondientes relativas a cada tipo de cable.

Cuando los cables se tiendan a mano, los operarios estarán distribuidos de una manera uniforme a lo largo de la zanja.

También se puede tender mediante cabrestantes tirando del extremo del cable al que se le habrá adoptado una cabeza apropiada y con un esfuerzo de tracción por milímetro cuadrado de conductor que no debe pasar del indicado por el fabricante del mismo. Será imprescindible la colocación de dinamómetros para medir dicha tracción.

El tendido se hará obligatoriamente por rodillos que puedan girar libremente y contruidos de forma que no dañen el cable.

Durante el tendido se tomarán precauciones para evitar que el cable no sufra esfuerzos importantes ni golpes ni rozaduras.

No se permitirá desplazar lateralmente el cable por medio de palancas u otros útiles; deberá hacerse siempre a mano.

Sólo de manera excepcional se autorizará desenrollar el cable fuera de la zanja, siempre bajo la vigilancia del Director de Obra.

Cuando la temperatura ambiente sea inferior a cero grados, no se permitirá hacer el tendido del cable debido a la rigidez que toma el aislamiento.

No se dejará nunca el cable tendido en una zanja abierta sin haber tomado antes la precaución de cubrirlo con una capa de 10 cm de arena fina y la protección de rasilla.

La zanja en toda su longitud deberá estar cubierta con una capa de arena fina en el fondo antes de proceder al tendido del cable.

En ningún caso se dejarán los extremos del cable en la zanja sin haber asegurado antes una buena estanquidad de los mismos.

Cuando dos cables que se canalicen vayan a ser empalmados, se solaparán al menos en una longitud de 0,50 m.

Las zanjas se recorrerán con detenimiento antes de tender el cable para comprobar que se encuentran sin piedras u otros elementos duros que puedan dañar a los cables en su tendido.

Si con motivo de las obras de canalización aparecieran instalaciones de otros servicios, se tomarán todas las precauciones para no dañarlas, dejándolas al terminar los trabajos en las mismas condiciones en que se encontraban primitivamente.



INSTALACIÓN ELÉCTRICA EN BAJA TENSIÓN DE UNA NAVE INDUSTRIAL



Si involuntariamente se causara alguna avería en dichos servicios, se avisará con toda urgencia al Director de Obra y a la Empresa correspondiente con el fin de que procedan a su reparación. El encargado de la obra por parte del Contratista deberá conocer la dirección de los servicios públicos, así como su número de teléfono para comunicarse en caso de necesidad.

Si las pendientes son muy pronunciadas y el terreno es rocoso e impermeable, se corre el riesgo de que la zanja de canalización sirva de drenaje originando un arrastre de la arena que sirve de lecho a los cables. En este caso se deberá entubar la canalización asegurada con cemento en el tramo afectado.

En el caso de canalizaciones con cables unipolares:

- Se recomienda colocar en cada metro y medio por fase y neutro unas vueltas de cinta adhesiva para indicar el color distintivo de dicho conductor.
- Cada metro y medio, envolviendo las tres fases y el neutro en B.T., se colocará una sujeción que agrupe dichos conductores y los mantenga unidos.

Se evitarán en lo posible las canalizaciones con grandes tramos entubados y si esto no fuera posible se construirán arquetas intermedias en los lugares marcados en el Proyecto o, en su defecto, donde señale el Director de Obra.

Una vez tendido el cable, los tubos se tapan con yute y yeso, de forma que el cable quede en la parte superior del tubo.

4.4.1.6- Protección mecánica.

Las líneas eléctricas subterráneas deben estar protegidas contra posibles averías producidas por hundimiento de tierras, por contacto con cuerpos duros y por choque de herramientas metálicas. Para ello se colocará una capa protectora de rasilla o ladrillo, siendo su anchura de 25 cm cuando se trate de proteger un solo cable. La anchura se incrementará en 12,5 cm. por cada cable que se añada en la misma capa horizontal.

Los ladrillos o rasillas serán cerámicos y duros.

4.4.1.7- Señalización.

Todo cable o conjunto de cables debe estar señalado por una cinta de atención de acuerdo con la Recomendación UNESA 0205 colocada como mínimo a 0,20 m. por encima del ladrillo. Cuando los cables o conjuntos de cables de categorías de tensión diferentes estén superpuestos, debe colocarse dicha cinta encima de cada uno de ellos.

4.4.1.8- Identificación.

Los cables deberán llevar marcas que se indiquen el nombre del fabricante, el año de fabricación y sus características.

4.4.1.9- Cierre de zanjas.

Una vez colocadas al cable las protecciones señaladas anteriormente, se rellenará toda la zanja con tierra de excavación apisonada, debiendo realizarse los veinte primeros centímetros de forma manual, y para el resto deberá usarse apisonado mecánico.

El cierre de las zanjas deberá hacerse por capas sucesivas de 10 cm. de espesor, las cuales serán apisonada y regadas si fuese necesario, con el fin de que quede suficientemente consolidado el terreno.

El Contratista será responsable de los hundimientos que se produzcan por la deficiente realización de esta operación y, por lo tanto, serán de su cuenta las posteriores reparaciones que tengan que ejecutarse.

La carga y transporte a vertederos de las tierras sobrantes está incluida en la misma unidad de obra que el cierre de las zanjas con objeto de que el apisonado sea lo mejor posible.

CAPITULO 4 PLIEGO DE CONDICIONES

Daniel Baquedano de Miguel



INSTALACIÓN ELÉCTRICA EN BAJA TENSIÓN DE UNA NAVE INDUSTRIAL



4.4.1.10- Reposición de pavimentos.

Los pavimentos serán repuestos de acuerdo con las normas y disposiciones dictadas por el propietario de los mismos.

Deberá lograrse una homogeneidad de forma que quede el pavimento nuevo lo más igualado posible al antiguo, haciendo su reconstrucción por piezas nuevas si está compuesto por losas, adoquines, etc.

En general se utilizarán materiales nuevos salvo las losas de piedra, adoquines, bordillos de granito y otros similares.

4.4.1.11- Puesta a tierra.

Cuando las tomas de tierra de pararrayos de edificios importantes se encuentren bajo la acera, próximas a cables eléctricos en que las envueltas no están conectadas en el interior de los edificios con la bajada del pararrayos conviene tomar alguna de las precauciones siguientes:

- Interconexión entre la bajada del pararrayos y las envueltas metálicas de los cables.
- Distancia mínima de 0,50 m entre el conductor de toma de tierra del pararrayos y los cables o bien interposición entre ellos de elementos aislantes.

4.4.1.12- Montajes diversos.

La instalación de herrajes, cajas terminales y de empalme, etc., deben realizarse siguiendo las instrucciones y normas del fabricante.

Armario de distribución.

La fundación de los armarios tendrán como mínimo 15 cm de altura sobre el nivel del suelo.

Al preparar esta fundación se dejarán los tubos o taladros necesarios para el posterior tendido de los cables, colocándolos con la mayor inclinación posible para conseguir que la entrada de cables a los tubos quede siempre 50 cm. como mínimo por debajo de la rasante del suelo.

4.4.2- MATERIALES.

Los materiales empleados en la instalación serán entregados por el Contratista siempre que no se especifique lo contrario en el Pliego de Condiciones Particulares.

No se podrán emplear materiales que no hayan sido aceptados previamente por el Director de Obra.

Se realizarán cuantos ensayos y análisis indique el Director de Obra, aunque no estén indicados en este Pliego de Condiciones.

Los cables instalados serán los que figuran en el Proyecto y deberán estar de acuerdo con las Recomendaciones UNESA y las Normas UNE correspondientes.

4.4.3- RECEPCIÓN DE OBRA.

Durante la obra o una vez finalizada la misma, el Director de Obra podrá verificar que los trabajos realizados están de acuerdo con las especificaciones de este Pliego de Condiciones. Esta verificación se realizará por cuenta del Contratista.

Una vez finalizadas las instalaciones, el Contratista deberá solicitar la oportuna recepción global de la obra.



INSTALACIÓN ELÉCTRICA EN BAJA TENSIÓN DE UNA NAVE INDUSTRIAL



En la recepción de la instalación se incluirá la medición de la conductividad de las tomas de tierra y las pruebas de aislamiento según la forma establecida en la Norma UNE relativa a cada tipo de cable.

El Director de Obra contestará por escrito al Contratista, comunicando su conformidad a la instalación o condicionando su recepción a la modificación de los detalles que estime susceptibles de mejora.

4.5.-CONDICIONES TÉCNICAS DEL CENTRO DE TRANSFORMACIÓN

4.5.1.- CALIDAD DE LOS MATERIALES

4.5.1.1.- Obra civil

La envolvente empleada en la ejecución de este proyecto cumplirá las condiciones generales prescritas en el MIE-RAT 14, Instrucción Primera del Reglamento de Seguridad en Centrales Eléctricas, en lo referente a su inaccesibilidad, pasos y accesos, conducciones y almacenamiento de fluidos combustibles y de agua, alcantarillado, canalizaciones, cuadros y pupitres de control, celdas, ventilación, paso de líneas y canalizaciones eléctricas a través de paredes, muros y tabiques. Señalización, sistemas contra incendios, alumbrados, primeros auxilios, pasillos de servicio y zonas de protección y documentación.

4.5.1.2.- Aparamenta de Media Tensión

Las celdas empleadas serán prefabricadas, con envolvente metálica, y que utilicen gas para cumplir dos misiones:

El aislamiento integral en gas confiere a la aparamenta sus características de resistencia al del centro por efecto de riadas.

Por ello, esta característica es esencial especialmente en las zonas con alta polución, en las zonas con clima agresivo (costas marítimas y zonas húmedas) y en las zonas más expuestas a riadas o entradas de agua en el centro.

El corte en gas resulta más seguro que el aire, debido a lo explicado para el aislamiento.

Igualmente, las celdas empleadas habrán de permitir la extensibilidad "in situ" del centro, de forma que sea posible añadir más líneas o cualquier otro tipo de función, sin necesidad de cambiar la aparamenta previamente existente en el centro.

Las celdas podrán incorporar protecciones del tipo autoalimentado, es decir, que no necesitan imperativamente alimentación externa. Igualmente, estas protecciones serán electrónicas, dotadas de curvas CEI normalizadas (bien sean normalmente inversas, muy inversas o extremadamente inversas), y entrada para disparo por termostato sin necesidad de alimentación auxiliar.



4.5.1.3.- Transformadores de potencia

El transformador instalado en este Centro de Transformación serán trifásico, con neutro accesible en el secundario y demás características según lo indicado en la Memoria en los apartados correspondientes a potencia, tensiones primarias y secundarias, regulación en el primario, grupo de conexión, tensión de cortocircuito y protecciones propias del transformador.

Estos transformadores se instalarán, en caso de incluir un líquido refrigerante, sobre una plataforma ubicada encima de un foso de recogida, de forma que en caso de que se derrame e incendie, el fuego quede confinado en la celda del transformador, sin difundirse por los pasos de cable ni otras aberturas al resto del Centro de Transformación, si estos son de maniobra interior (tipo caseta).

Los transformadores, para mejor ventilación, estarán situados en la zona de flujo natural de aire, de forma que la entrada de aire esté situada en la parte inferior de las paredes adyacentes al mismo y las salidas de aire en la zona superior de esas paredes.

4.5.1.4.- Equipos de medida

Este centro incorpora los dispositivos necesarios para la medida de energía al ser de abonado, por lo que se instalarán en el centro los equipos con características correspondientes al tipo de medida prescrito por la compañía suministradora.

Los equipos empleados corresponderán exactamente con las características indicadas en la Memoria tanto para los equipos montados en la celda de medida (transformadores de tensión e intensidad) como para los montados en la caja de contadores (contadores, regleta de verificación...).

Puesta en servicio

El personal encargado de realizar las maniobras estará debidamente autorizado y adiestrado.

Las maniobras se realizarán en el siguiente orden: primero se conectará el interruptor/seccionador de entrada, si lo hubiere. A continuación se conectará la apartada de conexión siguiente hasta llegar al transformador, con lo cual tendremos a éste trabajando para hacer las comprobaciones oportunas.

Una vez realizadas las maniobras de MT, procederemos a conectar la red de BT.

Separación de servicio

Estas maniobras se ejecutarán en sentido inverso a las realizadas en la puesta en servicio y no se darán por finalizadas mientras no esté conectado el seccionador de puesta a tierra.

Mantenimiento

Para dicho mantenimiento se tomarán las medidas oportunas para garantizar la seguridad del personal.



INSTALACIÓN ELÉCTRICA EN BAJA TENSIÓN DE UNA NAVE INDUSTRIAL



Este mantenimiento consistirá en la limpieza, engrasado y verificado de los componentes fijos y móviles de todos aquellos elementos que fuese necesario.

Las celdas tipo CGMcosmos de ORMAZABAL, empleadas en la instalación, no necesitan mantenimiento interior, al estar aislada su apartamentación interior en gas, evitando de esta forma el deterioro de los circuitos principales de la instalación.

4.5.2.- NORMAS DE EJECUCIÓN DE LAS INSTALACIONES

Todos los materiales, aparatos, máquinas, y conjuntos integrados en los circuitos de instalación proyectada cumplen las normas, especificaciones técnicas, y homologaciones que le son establecidas como de obligado cumplimiento por el Ministerio de Ciencia y Tecnología.

Por lo tanto, la instalación se ajustará a los planos, materiales, y calidades de dicho proyecto, salvo orden facultativa en contra.

4.5.3.- PRUEBAS REGLAMENTARIAS

Las pruebas y ensayos a que serán sometidos los equipos y/o edificios una vez terminada su fabricación serán las que establecen las normas particulares de cada producto, que se encuentran en vigor y que aparecen como normativa de obligado cumplimiento en el MIE-RAT 02.

4.5.4.- CONDICIONES DE USO, MANTENIMIENTO Y SEGURIDAD

El centro deberá estar siempre perfectamente cerrado, de forma que impida el acceso de las personas ajenas al servicio.

En el interior del centro no se podrá almacenar ningún elemento que no pertenezca a la propia instalación.

Para la realización de las maniobras oportunas en el centro se utilizará banquillo, palanca de accionamiento, guantes, etc., y deberán estar siempre en perfecto estado de uso, lo que se comprobará periódicamente.

Antes de la puesta en servicio en carga del centro, se realizará una puesta en servicio en vacío para la comprobación del correcto funcionamiento de las máquinas.

Se realizarán unas comprobaciones de las resistencias de aislamiento y de tierra de los diferentes componentes de la instalación eléctrica.

Toda la instalación eléctrica debe estar correctamente señalizada y debe disponer de las advertencias e instrucciones necesarias de modo que se impidan los errores de interrupción, maniobras incorrectas, y contactos accidentales con los elementos en tensión o cualquier otro tipo de accidente.

Se colocarán las instrucciones sobre los primeros auxilios que deben presentarse en caso de accidente en un lugar perfectamente visible.



INSTALACIÓN ELÉCTRICA EN BAJA TENSIÓN DE UNA NAVE INDUSTRIAL



4.5.5.- CERTIFICADOS Y DOCUMENTACIÓN

Se adjuntarán, para la tramitación de este proyecto ante los organismos público competentes, las documentaciones indicadas a continuación:

- Autorización administrativa de la obra.
- Proyecto firmado por un técnico competente.
- Certificado de tensión de paso y contacto, emitido por una empresa homologada.
- Certificación de fin de obra.
- Contrato de mantenimiento.
- Conformidad por parte de la compañía suministradora.

4.5.6.-LIBRO DE ÓRDENES

Se dispondrá en este centro de un libro de órdenes, en el que se registrarán todas las incidencias surgidas durante la vida útil del citado centro, incluyendo cada visita, revisión, etc.



INSTALACIÓN ELÉCTRICA EN BAJA TENSIÓN DE UNA NAVE INDUSTRIAL



Pamplona Abril de 2014

El Ingeniero Técnico Industrial Eléctrico

Fdo: Daniel Baquedano de Miguel

CAPITULO 4 PLIEGO DE CONDICIONES
Daniel Baquedano de Miguel

45



INSTALACIÓN ELÉCTRICA EN BAJA TENSIÓN
DE UNA NAVE INDUSTRIAL



ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE INGENIEROS
INDUSTRIALES Y DE TELECOMUNICACIÓN

Titulación:

INGENIERO TÉCNICO INDUSTRIAL ELÉCTRICO

Título del proyecto:

INSTALACIÓN ELÉCTRICA EN BAJA TENSIÓN DE UNA
NAVE INDUSTRIAL

DOCUMENTO 5. ESTUDIO BÁSICO DE
SEGURIDAD Y SALUD

Daniel Baquedano de Miguel

José Javier Crespo Ganuza

Pamplona, 15 de Abril de 2014

CAPITULO 5 ESTUDIO BÁSICO DE SEGURIDAD Y SALUD
Daniel Baquedano de Miguel

1



INSTALACIÓN ELÉCTRICA EN BAJA TENSIÓN DE UNA NAVE INDUSTRIAL



INDICE. Capítulo 5 ESTUDIO BÁSICO DE SEGURIDAD Y SALUD

5.1 OBJETO DEL ESTUDIO.....	3
5.2 JUSTIFICACIÓN DEL ESTUDIO BÁSICO.....	3
5.3 NORMAS DE SEGURIDAD Y SALUD APLICABLES A LA OBRA.....	3
5.4 MEDIDAS GENERALES DE OBRA.....	4
5.5 INSTALACIONES ELÉCTRICAS.....	6
5.6 INTERVENCIÓN EN INSTALACIONES ELÉCTRICAS.....	8



INSTALACIÓN ELÉCTRICA EN BAJA TENSIÓN DE UNA NAVE INDUSTRIAL



5.1. OBJETO DEL ESTUDIO

Se redacta el presente estudio Básico de Seguridad y salud en aplicación del Real Decreto 1627/1.997, de 24 de Octubre, por el que se establecen las disposiciones mínimas de seguridad y de salud en las obras de construcción. Este estudio se aplicará únicamente a las obras de ejecución de la instalación eléctrica en el Centro de transformación y en Baja tensión, objeto del proyecto al que se acompaña.

5.2. JUSTIFICACION DEL ESTUDIO BASICO

Se ha desarrollado el presente Estudio Básico, en lugar del preceptivo Proyecto de Seguridad e Higiene, ya que la obra no se ve afectada para éste segundo caso, por ninguna de las siguientes condiciones:

- El presupuesto de contrata que se contempla en este proyecto, es inferior a 450.760 Euros, en concreto asciende a **CUATROCIENTOS DIECISEIS MIL DOSCIENTOS TREINTA Y SEIS EUROS CON VEINTIOCHO CÉNTIMOS** (416.236,28 €).
- No se van a emplear en ningún momento más de 20 trabajadores simultáneamente, ya que el volumen de las obras así lo requiere. Se prevé que las obras de la instalación eléctrica contempladas, se realicen con un máximo de ocho operarios simultáneos, ejecutando dichas obras en diversas fases.
- El volumen total de la mano de obra que se estima va a desarrollar su actividad durante la obra, entendiéndose como tal, la suma de los días de trabajo invertidos por el total de los trabajadores afectos a la obra, es únicamente de 120 jornadas.

5.3. NORMAS DE SEGURIDAD Y SALUD APLICABLES A LA OBRA

El proyecto al que se acompaña el presente Estudio Básico de Seguridad y Salud, contempla la realización de la instalación eléctrica en el centro de transformación y en Baja tensión en un local industrial destinado a taller de fabricación de maquinaria para embalajes, situado en el Polígono Industrial, en el término municipal de Ablitas, en Navarra, y es propiedad de BittorInox S.L.

Todos los trabajos para realizar la instalación eléctrica en Baja tensión, hasta el momento de la prueba de los circuitos, se realizarán sin tensión, y en el momento de la prueba, deberá estar ya instalado el nuevo Cuadro general de mando y protección definitivo, así como la instalación completa de puesta a tierra.

Dado que la distribución de las líneas generales de fuerza se van a realizar tendidas en bandeja galvanizada perforada, se deberá montar un andamio móvil en el recinto. A este andamio se deberán asegurar los mosquetones del cinturón de seguridad de los operarios. Se garantiza así la seguridad de los mismos sin perjuicio de la movilidad. Mientras duren los trabajos a realizar, los operarios deberán llevar casco de protección así como guantes aislantes.



INSTALACIÓN ELÉCTRICA EN BAJA TENSIÓN DE UNA NAVE INDUSTRIAL



Además se atenderán a todas y cada una de las disposiciones mínimas de seguridad y de salud que deben aplicarse en las obras, según el Anexo IV del Real Decreto 1627/1.997 de 24 de Octubre, y que se adjuntan a continuación en forma de cuadros resumidos.

5.4. MEDIDAS GENERALES DE OBRA

Protección Personal.

- Iluminación de los lugares de trabajo.
- Desinfección y desinsectación.
- Acceso seguro del personal a la zona de trabajo.
- Trabajos a diferente altura y en la misma vertical.
- Protección de la cabeza
- Cinturón de seguridad
- Ropa de trabajo (buzo, botas de agua, etc.)

Medios Auxiliares y de Seguridad.

Andamios y estructuras tubulares

- Base y soportes
- Arriostramiento y fijación vertical y horizontal
- Superficie de la plataforma de trabajo
- Barandillas de la plataforma de trabajo
- Subida y acceso a la plataforma
- Materiales depositados en la plataforma del andamio
- Observaciones

Salidas

- Rutas o salidas marcadas claramente
- Salidas con adecuada iluminación
- Rutas de salida, libres de obstáculos

Apilamiento y almacenamiento

- Todas las pilas aseguradas para evitar deslizamientos
- Área de almacenaje limpia y sin objetos materiales extraños

Manejo de materiales

- Envases en buenas condiciones
- Cadenas, eslingas y cables en buenas condiciones y adecuadas para la carga
- Adecuado almacenamiento para el equipo de levantamiento



INSTALACIÓN ELÉCTRICA EN BAJA TENSIÓN DE UNA NAVE INDUSTRIAL



Herramientas manuales y portátiles

- Herramientas, cables eléctricos y mangueras de aire en buenas condiciones.
- Colocación adecuada en las herramientas en uso
- Almacenamiento adecuado de las herramientas cuando no estén en uso.
- Dispositivo de seguridad y resguardos en condiciones operacionales

Herramientas mecánicas y refuerzos

- Transmisión protegida
- Resguardos en los puntos de pellizco, atrapamiento y de operación
- Resguardos fijos asegurados en su posición

Cuadro General

- Protección intemperie
- Interruptor general de corte (omnipolar)
- Magnetotérmico y/o fusible.
- Interruptor automático diferencial de fuerza (30 o 300 mA)
- Interruptor automático diferencial de alumbrado (30 mA)
- Conductor de protección del cuadro (puesta a tierra)
- Protección de las partes activas en tensión
- Observaciones

Cuadros Auxiliares (tantos items como cuadros haya)

- Protección intemperie
- Interruptor general de corte (omnipolar)
- Magnetotérmico y/o fusible
- Interruptor automático diferencial de fuerza (30 o 300 mA)
- Interruptor automático diferencial de alumbrado (30 mA)
- Conductor de protección del cuadro (puesta a tierra)
- Protección de las partes activas en tensión
- Observaciones

Líneas de Distribución (De cuadro general a cuadros y máquinas)

- Conductores aislados y protegidos
- Protección tomas de corriente
- Aislamiento eléctrico lámparas fijas
- Aislamiento Eléctrico lámparas portátiles
- Cables de distribución sobre tierra (protección pasos, empalmes, charcos próximos)
- Observaciones



5.5. INSTALACIONES ELÉCTRICAS

Riesgos más frecuentes.

- Caída al mismo nivel.
- Caída a distinto nivel.
- Caída de objetos.
- Afecciones en la piel.
- Contactos eléctricos directos e indirectos.
- Caída ó colapso de andamios.
- Contaminación acústica.
- Lumbalgia por sobreesfuerzo.
- Lesiones en manos.
- Lesiones en pies.
- Quemaduras por partículas incandescentes.
- Quemaduras por contacto con objetos calientes.
- Choques o golpes contra objetos.
- Cuerpos extraños en los ojos. Incendio.
- Explosión.

Normas de carácter general.

Las zonas de trabajo y circulación deberán permanecer limpias, ordenadas y bien iluminadas. Las herramientas y máquinas estarán en perfecto estado, empleándose las más adecuadas para cada uso, siendo utilizadas por personal autorizado o experto a criterio del encargado de obra.

Los elementos de protección colectiva permanecerán en todo momento instalados y en perfecto estado de mantenimiento. En caso de rotura o deterioro se deberá reponer con la mayor diligencia. La señalización será revisada a diario de forma que en todo momento permanezca actualizada a las condiciones reales de trabajo.

Después de haber adoptado las operaciones previas (apertura de circuitos, bloqueo de los aparatos de corte y verificación de la ausencia de tensión) a la realización de los trabajos eléctricos, se deberán realizar en el propio lugar de trabajo, las siguientes:

- Verificación de la ausencia de tensión y de retornos.
- Puesta en cortocircuito lo más cerca posible del lugar de trabajo y en cada uno de los conductores sin tensión, incluyendo el neutro y los conductores de alumbrado público, si existieran. Si la red conductora es aislada y no puede realizarse la puesta en cortocircuito, deberá procederse como si la red estuviera en tensión, en cuanto a protección personal se refiere.
- Delimitar la zona de trabajo, señalizándola adecuadamente si existe la posibilidad de error en la identificación de la misma.



INSTALACIÓN ELÉCTRICA EN BAJA TENSIÓN DE UNA NAVE INDUSTRIAL



Protecciones personales.

Los equipos de protección individual (EPI) de prevención de riesgos eléctricos deberán ajustarse a las especificaciones y para los valores establecidos en las Norma UNE, o en su defecto, Recomendación AMYS.

Los guantes aislantes, además de estar perfectamente conservados y ser verificados frecuentemente, deberán estar adaptados a la tensión de las instalaciones o equipos en los cuales se realicen trabajos o maniobras.

Durante la ejecución de todos aquellos trabajos que conlleven un riesgo de proyección de partículas no incandescentes, se establecerá la obligatoriedad de uso de gafas de seguridad, con cristales incoloros, curvados y ópticamente neutros, montura resistente, puente universal y protecciones laterales de plástico perforado o rejilla metálica. En los casos precisos, estos cristales serán graduados y protegidos por otros superpuestos.

En los trabajos de desbarbado de piezas metálicas, se utilizarán las gafas herméticas tipo cazoleta, ajustables mediante banda elástica, por ser las únicas que garantizan la protección ocular contra partículas rebotadas.

En los trabajos y maniobras sobre fusibles, seccionadores, bornas o zonas en tensión en general, en los que pueda cebarse intempestivamente el arco eléctrico, será preceptivo el empleo de: casco de seguridad normalizado para A.T., pantalla facial de policarbonato con atalaje aislado, gafas con ocular filtrante de color DIN-2 ópticamente neutro, guantes dieléctricos (en la actualidad se fabrican hasta 30.000 V), o si se precisa mucha precisión, guantes de cirujano bajo guantes de tacto en piel de cabritilla curtida al cromo con manguitos incorporados (tipo taponero).

En todos aquellos trabajos que se desarrollen en entornos con niveles de ruidos superiores a los permitidos en la normativa vigente, se deberán utilizar protectores auditivos

La totalidad del personal que desarrolle trabajos en el interior de la obra, utilizará cascos protectores que cumplan las especificaciones

Durante la ejecución de todos aquellos trabajos que se desarrollen en ambientes de humos de soldadura, se facilitará a los operarios mascarillas respiratorias buconasales con filtro mecánico y de carbono activo contra humos metálicos.

El personal utilizará durante el desarrollo de su trabajo, guantes de protección adecuados a las operaciones que realicen.

A los operarios sometidos al riesgo de electrocución y como medida preventiva frente al riesgo de golpes extremidades inferiores, se dotarán al personal de adecuadas botas de seguridad dieléctricas con puntera reforzada de "Akulón", sin herrajes metálicos.

Todos los operarios utilizarán cinturón de seguridad dotado de arnés, anclado a un punto fijo, en aquellas operaciones en las que por el proceso productivo no puedan ser protegidos mediante el empleo de elementos de protección colectiva



5.6.- INTERVENCIÓN EN INSTALACIONES ELÉCTRICAS

Para garantizar la seguridad de los trabajadores y para minimizar la posibilidad de que se produzcan contactos eléctricos directos, al intervenir en instalaciones eléctricas realizando trabajos sin tensión; se seguirán al menos tres de las siguientes reglas (cinco reglas de oro de la seguridad eléctrica):

- El circuito se abrirá con corte visible.
- Los elementos de corte se enclavarán en posición de abierto, si es posible con llave.
- Se señalarán los trabajos mediante letrero indicador en los elementos de corte “PROHIBIDO MANIOBRAR PERSONAL TRABAJANDO”.
- Se verificará la ausencia de tensión con un discriminador de tensión ó medidor de tensión.
- Se cortocircuitarán las fases y se pondrá a tierra.

Los trabajos en tensión se realizarán cuando existan causas muy justificadas, se realizarán por parte de personal autorizado y adiestrado en los métodos de trabajo a seguir, estando en todo momento presente un Jefe de trabajos que supervisará la labor del grupo de trabajo. Las herramientas que utilicen y prendas de protección personal deberán ser homologadas.

Al realizar trabajos en proximidad a elementos en tensión, se informará al personal de este riesgo y se tomarán las siguientes precauciones:

- En un primer momento se considerará si es posible cortar la tensión en aquellos elementos que producen la el riesgo.
- Si no es posible cortar la tensión se protegerá mediante mamparas aislantes (vinilo).

En el caso que no fuera necesario tomar las medidas indicadas anteriormente se señalará y delimitará la zona de riesgo.



INSTALACIÓN ELÉCTRICA EN BAJA TENSIÓN
DE UNA NAVE INDUSTRIAL



DATOS GENÉRICOS

ESTUDIO BÁSICO DE SEGURIDAD

DENOMINACIÓN	INSTALACIÓN ELÉCTRICA EN BAJA TENSIÓN DE UNA NAVE INDUSTRIAL		
PROMOTOR	BITTORINOX S.L.		
REDACTOR	D. DANIEL BAQUEDANO DE MIGUEL		
	REFERENCIA		
PRESUPUESTO CONTRATA EN €	450.759,08€		357.654,89€
Nº OPERARIOS SIMULTÁNEOS EN LA OBRA Y DURACIÓN PREVISTA DE LA OBRA EN DÍAS	20 TRABAJADORES EN ALGÚN MOMENTO Y SUPERIOR A 30 DÍAS		8 trab. Y 15 días
Nº DE JORNADAS TRABAJADAS TOTALES	500 JORNADAS		120
PTO. CONTRATA = EJECUCIÓN MATERIAL + G. GENERALES + Bº. INDUSTRIAL + IVA			
OBSERVACIONES:			
Pamplona, Abril de 2014			



INSTALACIÓN ELÉCTRICA EN BAJA TENSIÓN
DE UNA NAVE INDUSTRIAL



RIESGOS REFERIDOS AL PUESTO DE TRABAJO

RIESGO	G	F	EVALUACIÓN	MEDIOS DE PROTECCIÓN
160 – CONTACTO ELÉCTRICO	2	1	2	GUANTES AISLANTES DE LA ELECTRICIDAD– HERRAMIENTAS MANUALES CON AISLAMIENTO DE SEGURIDAD PARA TRABAJOS ELÉCTRICOS – CASCO DE SEGURIDAD.
010 – CAIDAS DE PERSONAS A DISTINTO NIVEL	2	1	2	CINTURONES DE SEGURIDAD.
020 – CAIDAS DE PERSONAS AL MISMO NIVEL	1	1	1	EVITAR DERRAMES DE GRASA.
040 – CAÍDAS DE OBJETOS EN MANIPULACIÓN	1	1	1	CASCO DE SEGURIDAD
060 – PISADAS SOBRE OBJETOS	1	1	1	CALZADO DE SEGURIDAD
070 – CHOQUE CONTRA OBJETOS INMÓVILES	1	1	1	CALZADO DE SEGURIDAD - CASCOS DE SEGURIDAD
090.1 – GOLPES POR OBJETOS O HERRAMIENTAS	1	1	1	CALZADO DE SEGURIDAD - CASCOS DE SEGURIDAD - GUANTES DE PROTECCIÓN FRENTE A RIESGOS MECÁNICOS
090.2 – CORTES POR OBJETOS O HERRAMIENTAS	1	1	1	GUANTES DE PROTECCIÓN FRENTE A RIESGOS MECÁNICOS
130 – SOBRESFUERZOS	1	1	1	CINTURONES LUMBARES.
220 – CAUSADAS POR PERSONAS O ANIMALES	1	1	1	GUANTES DE PROTECCIÓN
G = GRAVEDAD 1-2-3	Pamplona, Abril de 2014			
P = PROBABILIDAD 1-2-3				
EVALUACIÓN RIESGO = G*P				



INSTALACIÓN ELÉCTRICA EN BAJA TENSIÓN DE UNA NAVE INDUSTRIAL



Pamplona Abril de 2014

El Ingeniero Técnico Industrial Eléctrico

Fdo: Daniel Baquedano de Miguel

CAPITULO 5 ESTUDIO BÁSICO DE SEGURIDAD Y SALUD
Daniel Baquedano de Miguel

11



INSTALACIÓN ELÉCTRICA EN BAJA TENSIÓN
DE UNA NAVE INDUSTRIAL



ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE INGENIEROS
INDUSTRIALES Y DE TELECOMUNICACIÓN

Titulación:

INGENIERO TÉCNICO INDUSTRIAL ELÉCTRICO

Título del proyecto:

INSTALACIÓN ELÉCTRICA EN BAJA TENSIÓN DE UNA
NAVE INDUSTRIAL

DOCUMENTO 6. PRESUPUESTO

Daniel Baquedano de Miguel

José Javier Crespo Ganuza

Pamplona, 15 de Abril de 2014



INSTALACIÓN ELÉCTRICA EN BAJA TENSIÓN DE UNA NAVE INDUSTRIAL



INDICE. Capítulo 6 PRESUPUESTO

5.1 CENTRO DE TRANSFORMACIÓN.....	3
5.2 INSTALACIÓN DE PUESTA A TIERRA.....	3
5.3 BATERÍA DE CONDENSADORES.....	4
5.4 ENVOLVENTE.....	4
5.5 BANDEJAS Y TUBOS PORTACABLES.....	5
5.6 LÍNEAS.....	6
5.6.1 ACOMETIDA.....	6
5.6.2 CUADRO GENERAL DE DISTRIBUCIÓN.....	7
5.6.3 CUADRO 1.....	9
5.6.4 CUADRO 2.....	11
5.6.5 CUADRO 3.....	12
5.6.6 CUADRO 5.....	13
5.6.7 CUADRO 6.....	15
5.6.8 CUADRO 7.....	16
5.6.9 CUADRO 8.....	18
5.7 PROTECCIÓN MAGNETOTÉRMICA.....	19
5.8 PROTECCIÓN DIFERENCIAL.....	21
5.9 ILUMINACIÓN	22
5.10 S.A.I.....	24
5.11 RESUMEN.....	25



INSTALACIÓN ELÉCTRICA EN BAJA TENSIÓN DE UNA NAVE INDUSTRIAL



6.1. CENTRO DE TRANSFORMACIÓN:

COD.	Descripción	UD.	Precio unidad (€)	Precio total (€)
6.1.1.	Obra civil	1	8.400	8.400
6.1.2.	Protección en alta tensión	1	10.025	10.025
6.1.3.	Conexión celdas de Alta tensión/Transformador	1	950	950
6.1.4.	Transformador de potencia seco 24kV	1	8.900	8.900
6.1.5.	Protección en Baja Tensión	1	1.679	1.679
6.1.6.	Puestas a Tierra	1	3.765	3.765
6.1.7.	Herrajes varios	1	1.983	1.983

TOTAL Centro de transformación: 35.702 €

6.2 INSTALACIÓN DE PUESTA A TIERRA:

COD.	Descripción	UD. (m)	Precio unidad (€/m)	Precio total (€*m)
6.2.1.	Electrodo de tierra Trenza de Cu recocido de 35 mm ² de sección enterrado a una profundidad de 0,5 m, y con conexión mediante elemento bimetálico a estructura metálica de la nave, uniones y empalmes ejecutados con soldadura aluminotérmica tipo Cadweld, incluso mano de obra de instalación, conexión y medición.	650	3,8	2.470
6.2.2.	Picas Suministro e Instalación de picas de acero cobreado de 2 m de longitud y 14,6 mm de diámetro, hincadas en el terreno y conectadas en su extremo superior a la trenza de cobre ya definida, mediante doble grapa de bronce, siendo la última pica registrable en arqueta con tapa de fundición reforzada, incluso accesorios y p.p. de mano de obra de instalación, conexión y medición	4(u)	24,6	98,4
6.2.3	Seccionador de tierras Suministro e Instalación de caja de registro de PVC de 250x150x40 mm, dotada de seccionador de tierras constituido por pletina de Cu atornillable en bornas del electrodo de tierra y de la línea principal de tierra, incluso accesorios y mano de obra de montaje e instalación.	1(u)	38,20	38,20

TOTAL Instalación de puesta a tierra: 2.606,6 €



INSTALACIÓN ELÉCTRICA EN BAJA TENSIÓN DE UNA NAVE INDUSTRIAL



6.3 BATERÍA DE CONDESADORES:

COD.	Descripción	UD.	Precio unidad (€)	Precio total (€)
6.3.1	Batería de condesadores 5+2*10+2*20 Batería de condesadores 5+2*10+2*20 marca CISAR. De fácil montaje sobre la pared y conexión a red eléctrica por la parte superior mediante pasa cables. Incluye regulador digital multifunción con alarmas configurables y puerto TTL-RS232. Además incluye contactores especiales con resistencias de preinserción (de desconexión mecánica), termostato de máxima temperatura y protección contra contactos directos, incluso con la puerta abierta. Autotransformador 400/230 V integrado, y condensadores tipo CRM/CRT (Certificación UL). La ventilación es natural mediante rejillas. Con todos sus elementos y accesorios para su conexionado. Completamente instalado.	1	1.836	1.836

TOTAL Instalación de puesta a tierra: 1.836 €

6.4 ENVOLVENTES:

COD.	Descripción	UD.	Precio unidad (€)	Precio total (€)
6.4.1.	Cuadro distribución ppal. con armario metálico de chapa Cuadro de distribución principal, formado por armario/s metálicos combinables con paneles de chapa tratada de 15/10 sobre estructura de perfil perforado; tipo prisma de 2000 mm de altura, 1450 mm de anchura y 400 mm de fondo; puerta frontal con cerradura, paneles de cierre, placas soportes y tapas, dotado de embarrado de Cu de 630 A, vertical, Linergy; albergando en su interior los mecanismos de mando y protección graficados en el esquema correspondiente. Acabado con pintura epoxy-poliéster. IP 31/IK07 e IP66. Con todos sus elementos y accesorios para su conexionado. Completamente instalado.	1	2.258,42	2.258,42



**INSTALACIÓN ELÉCTRICA EN BAJA TENSIÓN
DE UNA NAVE INDUSTRIAL**



6.4.2.	Kaedra enclosure - for modular switchgear - 448 x 1180 mm - 102 modules IP 65, IK 09 con una resistencia al fuego de 750°C. Con puerta transparente de color verde. Cuadro para 102 módulos, módulos de 18 mm, en 5 filas. Con todos sus elementos y accesorios para su conexionado. Completamente instalado.	1	576,92	576,92
6.4.3.	Kaedra enclosure - for modular switchgear - 448 x 842 mm - 72 modules IP 65, IK 09 con una resistencia al fuego de 750°C. Con puerta transparente de color verde. Cuadro para 72 módulos, módulos de 18 mm, en cuatro filas. Con todos sus elementos y accesorios para su conexionado. Completamente instalado.	1	407,24	407,24
6.4.4.	Kaedra enclosure - for modular switchgear - 448 x 610 mm - 54 modules IP 65, IK 09 con una resistencia al fuego de 750°C. Con puerta transparente de color verde. Cuadro para 54 módulos, módulos de 18 mm, en 3 filas. Con todos sus elementos y accesorios para su conexionado. Completamente instalado.	3	316,84	950,52
6.4.5.	Kaedra enclosure - for modular switchgear - 340 x 460 mm - 24 modules IP 65, IK 09 con una resistencia al fuego de 750°C. Con puerta transparente de color verde. Cuadro para 24 módulos, módulos de 18 mm, en 2 filas. Con todos sus elementos y accesorios para su conexionado. Completamente instalado.	1	166,71	166,71

TOTAL Envolventes: 4.359,81 €

6.5 BANDEJAS PORTACABLES

COD.	Descripción	UD. (m)	Precio unidad (€m)	Precio total (€*m)
6.5.1	REJIBAND 100X400 BYCRO C5 Borde de seguridad redondeado, continuidad eléctrica garantizada. Resistencia a la corrosión clase 5, de la casa PEMSA. Con todos sus elementos y accesorios Completamente instalado	16	32,45	519,2
6.5.2	REJIBAND 60X400 BYCRO C5 Borde de seguridad redondeado, continuidad eléctrica garantizada. Resistencia a la corrosión clase 5, de la casa PEMSA. Con todos sus elementos y accesorios para su conexionado. Completamente instalado.	37	44,52	1.647,2



**INSTALACIÓN ELÉCTRICA EN BAJA TENSIÓN
DE UNA NAVE INDUSTRIAL**



6.5.3	REJIBAND 35X400 BYCRO C5 Borde de seguridad redondeado, continuidad eléctrica garantizada. Resistencia a la corrosión clase 5, de la casa PEMSA. Con todos sus elementos y accesorios. Completamente instalado.	34	25,89	880,26
6.5.4.	REJIBAND 35X300 BYCRO C5 Borde de seguridad redondeado, continuidad eléctrica garantizada. Resistencia a la corrosión clase 5, de la casa PEMSA. Con todos sus elementos y accesorios. Completamente instalado.	23	19,76	454,48
6.5.5.	REJIBAND 35X200 BYCRO C5 Borde de seguridad redondeado, continuidad eléctrica garantizada. Resistencia a la corrosión clase 5, de la casa PEMSA. Con todos sus elementos y accesorios para su conexionado. Completamente instalado.	23	15,84	364,32
6.5.6.	REJIBAND 35X100 BYCRO C5 Borde de seguridad redondeado, continuidad eléctrica garantizada. Resistencia a la corrosión clase 5, de la casa PEMSA. Con todos sus elementos y accesorios para su conexionado. Completamente instalado.	35	10,94	382,9
6.5.7	TUBO ACERO 16MM M.L. de tubo de acero galvanizado enchufable de 16 mm de diámetro para bajadas de bandeja a cuadros secundarios, incluso p.p. de maguitos de unión, curvas, abrazaderas de sujeción y racores judodisk, y mano de obra de instalación y montaje.	100	5,7	57

TOTAL Bandejas portables: 4.248,4 €

6.6 LÍNEAS:

6.6.1. Acometida

COD.	Descripción	UD. (m)	Precio unidad (€m)	Precio total (€*m)
6.6.1.1	Arqueta 60x60 cm en calzada tipo Iberdrola Preparación de espacio para arqueta de forma tronco piramidal de 1x1 m de base y 1,2 m de altura total, que incluye, rotura de pavimento, excavación, arqueta prefabricada de hormigón, enchado de grava gruesa de 0,10 m de altura, relleno y compactado del hueco perimetral, reposición de pavimento, retirada de sobrantes y suministro y colocación de marco M2 y tapa T2 de fundición normalizados por IBERDROLA.	1(u)	736,16	736,16



INSTALACIÓN ELÉCTRICA EN BAJA TENSIÓN DE UNA NAVE INDUSTRIAL



6.6.1.2	<p>Canalización en calzada 2T 160mm</p> <p>Zanja de canalización 0,45 m de ancho y 0,8 de altura, que incluye replanteo, rotura de pavimento existente, excavación, suministro e instalación de dos tubos de diámetro 160 mm de polietileno de alta densidad, UNE-EN 50.086-2-4, corrugado en exterior y de alma lisa; dado de protección de tubos a base de hormigón en masa H-200, relleno y compactado con materiales de la excavación, cinta de señalización de PVC NIDSA 15-44-1, reposición de pavimento y retirada de sobrantes a vertedero.</p>	20,4	42	856,80
6.6.1.3	<p>M.L. Cable RZ1-K 0,6/1 KV de 3x1x185+95 AL</p> <p>Suministro y colocación de conductores de Cu RZ1-K 0,6/1KV 3x1x185 + 1x95(N) mm²; entre el centro de transformación y el cuadro general de protección y control de la instalación eléctrica de BT, no propagador de llama según norma UNE-EN 50265-2-1, incluso replanteo, transporte, medios auxiliares y mano de obra de instalación libre de halógenos según norma UNE 21123-2, instalado en canalización subterránea ya definida, terminales, materiales accesorios, etiquetado y mano de obra de instalación, conexionado y pruebas.</p>	28	47,71	1279,8

TOTAL Acometida: 2.872,84 €

6.6.2. Cuadro General de Distribución

COD.	Descripción	UD. (m)	Precio unidad (€/m)	Precio total (€*m)
6.6.2.1	<p>Línea C.G.D.-Cuadro 1 RZ1 - K 0,6/1 kV 3x35+16 Cu</p> <p>RZ1-K(AS) Cu Clase , XLPE (90°) con cubierta de poliolefina de color verde, no propagador de la llama según UNE-EN 60332-1-2, libre de halógenos y con baja emisión de humos opacos según norma UNE-EN 61034-2 de General Cable. Etiquetado y mano de obra de instalación, conexionado y pruebas.</p>	55	46,934	2.581,37
6.6.2.2	<p>Línea C.G.D.-Cuadro 2 RZ1 - K 0,6/1 kV 3x35+16 Cu</p> <p>RZ1-K(AS) Cu Clase , XLPE (90°) con cubierta de poliolefina de color verde, no propagador de la llama según UNE-EN 60332-1-2, libre de halógenos y con baja emisión de humos opacos según norma UNE-EN 61034-2 de General Cable. Etiquetado y mano de obra de instalación, conexionado y pruebas.</p>	70	46,934	3.285,38

CAPITULO 6 PRESUPUESTO

Daniel Baquedano de Miguel



INSTALACIÓN ELÉCTRICA EN BAJA TENSIÓN DE UNA NAVE INDUSTRIAL



6.6.2.3	Línea C.G.D.-Cuadro 3 RZ1 - K 0,6/1 kV 4x16 Cu RZ1-K(AS) Cu Clase , XLPE (90°) con cubierta de poliolefina de color verde, no propagador de la llama según UNE-EN 60332-1-2, libre de halógenos y con baja emisión de humos opacos según norma UNE-EN 61034-2 de General Cable. Etiquetado y mano de obra de instalación, conexionado y pruebas.	95	27,476	2.610,22
6.6.2.4	Línea C.G.D.-Puente grúa RZ1 - K 0,6/1 kV 4x6 Cu RZ1-K(AS) Cu Clase , XLPE (90°) con cubierta de poliolefina de color verde, no propagador de la llama según UNE-EN 60332-1-2, libre de halógenos y con baja emisión de humos opacos según norma UNE-EN 61034-2 de General Cable. Etiquetado y mano de obra de instalación, conexionado y pruebas.	10	10,98	109,8
6.6.2.5	Línea C.G.D.-Cuadro 5 RZ1 - K 0,6/1 kV 3x35+16 Cu RZ1-K(AS) Cu Clase , XLPE (90°) con cubierta de poliolefina de color verde, no propagador de la llama según UNE-EN 60332-1-2, libre de halógenos y con baja emisión de humos opacos según norma UNE-EN 61034-2 de General Cable. Etiquetado y mano de obra de instalación, conexionado y pruebas.	25	46,934	1.173,35
6.6.2.6	Línea C.G.D.-Cuadro 6 RZ1 - K 0,6/1 kV 4x6 Cu RZ1-K(AS) Cu Clase , XLPE (90°) con cubierta de poliolefina de color verde, no propagador de la llama según UNE-EN 60332-1-2, libre de halógenos y con baja emisión de humos opacos según norma UNE-EN 61034-2 de General Cable. Etiquetado y mano de obra de instalación, conexionado y pruebas.	25	10,98	274,5
6.6.2.7	Línea C.G.D.-Cuadro 7 RZ1 - K 0,6/1 kV 4x6 Cu RZ1-K(AS) Cu Clase , XLPE (90°) con cubierta de poliolefina de color verde, no propagador de la llama según UNE-EN 60332-1-2, libre de halógenos y con baja emisión de humos opacos según norma UNE-EN 61034-2 de General Cable. Etiquetado y mano de obra de instalación, conexionado y pruebas.	60	10,98	658,8
6.6.2.8	Línea C.G.D.-Cuadro 8 RZ1 - K 0,6/1 kV 4x1,5 Cu RZ1-K(AS) Cu Clase , XLPE (90°) con cubierta de poliolefina de color verde, no propagador de la llama según UNE-EN 60332-1-2, libre de halógenos y con baja emisión de humos opacos según norma UNE-EN	5	3,5	17,5



INSTALACIÓN ELÉCTRICA EN BAJA TENSIÓN
DE UNA NAVE INDUSTRIAL



	61034-2 de General Cable. Etiquetado y mano de obra de instalación, conexionado y pruebas.			
6.6.2.9	<p>Línea C.G.D.-Batería de condensadores RZ1 - K 0,6/1 kV 3x35+16 Cu</p> <p>RZ1-K(AS) Cu Clase , XLPE (90°) con cubierta de poliolefina de color verde, no propagador de la llama según UNE-EN 60332-1-2, libre de halógenos y con baja emisión de humos opacos según norma UNE-EN 61034-2 de General Cable. Etiquetado y mano de obra de instalación, conexionado y pruebas.</p>	3	46,934	140,802

TOTAL C.G.D. : 11.610,122 €

6.6.3. Cuadro 1

COD.	Descripción	UD (m)	Precio unidad (€/m)	Precio total (€*m)
6.6.3.1	<p>Cuadro 1-Centro de pulido RZ1 - K 0,6/1 kV 4x2,5+2,5 Cu</p> <p>RZ1-K(AS) Cu Clase , XLPE (90°) con cubierta de poliolefina de color verde, no propagador de la llama según UNE-EN 60332-1-2, libre de halógenos y con baja emisión de humos opacos según norma UNE-EN 61034-2 de General Cable. Etiquetado y mano de obra de instalación, conexionado y pruebas.</p>	15	6,272	94,08
6.6.3.2	<p>Cuadro 1-Sierra RZ1 - K 0,6/1 kV 4x1,5+2,5 Cu</p> <p>RZ1-K(AS) Cu Clase , XLPE (90°) con cubierta de poliolefina de color verde, no propagador de la llama según UNE-EN 60332-1-2, libre de halógenos y con baja emisión de humos opacos según norma UNE-EN 61034-2 de General Cable. Etiquetado y mano de obra de instalación, conexionado y pruebas.</p>	10	4,34	43,4
6.6.3.3	<p>Cuadro 1-Prensa 1 RZ1 - K 0,6/1 kV 4x2,5+2,5 Cu</p> <p>RZ1-K(AS) Cu Clase , XLPE (90°) con cubierta de poliolefina de color verde, no propagador de la llama según UNE-EN 60332-1-2, libre de halógenos y con baja emisión de humos opacos según norma UNE-EN 61034-2 de General Cable. Etiquetado y mano de obra de instalación, conexionado y pruebas.</p>	5	6,272	31,36



INSTALACIÓN ELÉCTRICA EN BAJA TENSIÓN DE UNA NAVE INDUSTRIAL



6.6.3.4	Cuadro 1-Prensa 2 RZ1 - K 0,6/1 kV 4x2,5+2,5 Cu RZ1-K(AS) Cu Clase , XLPE (90°) con cubierta de poliolefina de color verde, no propagador de la llama según UNE-EN 60332-1-2, libre de halógenos y con baja emisión de humos opacos según norma UNE-EN 61034-2 de General Cable. Etiquetado y mano de obra de instalación, conexionado y pruebas.	7	6,272	43,904
6.6.3.5	Cuadro 1-Cizalla RZ1 - K 0,6/1 kV 4x2,5+2,5 Cu RZ1-K(AS) Cu Clase , XLPE (90°) con cubierta de poliolefina de color verde, no propagador de la llama según UNE-EN 60332-1-2, libre de halógenos y con baja emisión de humos opacos según norma UNE-EN 61034-2 de General Cable. Etiquetado y mano de obra de instalación, conexionado y pruebas.	5	6,272	31,36
6.6.3.6	Cuadro 1-Plegadora 1 RZ1 - K 0,6/1 kV 4x1,5+2,5 Cu RZ1-K(AS) Cu Clase , XLPE (90°) con cubierta de poliolefina de color verde, no propagador de la llama según UNE-EN 60332-1-2, libre de halógenos y con baja emisión de humos opacos según norma UNE-EN 61034-2 de General Cable. Etiquetado y mano de obra de instalación, conexionado y pruebas.	9	4,34	39,06
6.6.3.7	Cuadro 1-Plegadora 2 RZ1 - K 0,6/1 kV 4x1,5+2,5 Cu RZ1-K(AS) Cu Clase , XLPE (90°) con cubierta de poliolefina de color verde, no propagador de la llama según UNE-EN 60332-1-2, libre de halógenos y con baja emisión de humos opacos según norma UNE-EN 61034-2 de General Cable. Etiquetado y mano de obra de instalación, conexionado y pruebas.	12	6,272	75,264
6.6.3.8	Cuadro 1-Punzonadora RZ1 - K 0,6/1 kV 4x1,5+2,5 Cu RZ1-K(AS) Cu Clase , XLPE (90°) con cubierta de poliolefina de color verde, no propagador de la llama según UNE-EN 60332-1-2, libre de halógenos y con baja emisión de humos opacos según norma UNE-EN 61034-2 de General Cable. Etiquetado y mano de obra de instalación, conexionado y pruebas.	15	6,272	94,08

TOTAL Cuadro 1 : 452,508 €



INSTALACIÓN ELÉCTRICA EN BAJA TENSIÓN
DE UNA NAVE INDUSTRIAL



6.6.4. Cuadro 2

COD.	Descripción	UD. (m)	Precio Unidad (€m)	Precio total (€m)
6.6.4.1	Cuadro 2-Soldadura 1 RZ1 - K 0,6/1 kV 4x4+4 Cu RZ1-K(AS) Cu Clase , XLPE (90°) con cubierta de poliolefina de color verde, no propagador de la llama según UNE-EN 60332-1-2, libre de halógenos y con baja emisión de humos opacos según norma UNE-EN 61034-2 de General Cable. Etiquetado y mano de obra de instalación, conexionado y pruebas.	12	9,538	114,456
6.6.4.2	Cuadro 2-Soldadura 2 RZ1 - K 0,6/1 kV 4x4+4 Cu RZ1-K(AS) Cu Clase , XLPE (90°) con cubierta de poliolefina de color verde, no propagador de la llama según UNE-EN 60332-1-2, libre de halógenos y con baja emisión de humos opacos según norma UNE-EN 61034-2 de General Cable. Etiquetado y mano de obra de instalación, conexionado y pruebas.	9	9,538	85,842
6.6.4.3	Cuadro 2-Soldadura 3 RZ1 - K 0,6/1 kV 4x4+4 Cu RZ1-K(AS) Cu Clase , XLPE (90°) con cubierta de poliolefina de color verde, no propagador de la llama según UNE-EN 60332-1-2, libre de halógenos y con baja emisión de humos opacos según norma UNE-EN 61034-2 de General Cable. Etiquetado y mano de obra de instalación, conexionado y pruebas.	6	9,538	57,23
6.6.4.4	Cuadro 2-Tronzadora RZ1 - K 0,6/1 kV 4x2,5+2,5 Cu RZ1-K(AS) Cu Clase , XLPE (90°) con cubierta de poliolefina de color verde, no propagador de la llama según UNE-EN 60332-1-2, libre de halógenos y con baja emisión de humos opacos según norma UNE-EN 61034-2 de General Cable. Etiquetado y mano de obra de instalación, conexionado y pruebas.	6	6,272	37,632
6.6.4.5	Cuadro 2-Taladro RZ1 - K 0,6/1 kV 4x1,5+2,5 Cu RZ1-K(AS) Cu Clase , XLPE (90°) con cubierta de poliolefina de color verde, no propagador de la llama según UNE-EN 60332-1-2, libre de halógenos y con baja emisión de humos opacos según norma UNE-EN 61034-2 de General Cable. Etiquetado y mano de obra de instalación, conexionado y pruebas.	3	4,34	13,02

TOTAL Cuadro 2 : 308,18 €



INSTALACIÓN ELÉCTRICA EN BAJA TENSIÓN DE UNA NAVE INDUSTRIAL



6.6.5. Cuadro 3

COD.	Descripción	UD. (m)	Precio unidad (€m)	Precio total (€*m)
6.6.5.1	Cuadro 3-Cargador 1 RZ1 - K 0,6/1 kV 4x1,5+2,5 Cu RZ1-K(AS) Cu Clase , XLPE (90°) con cubierta de poliolefina de color verde, no propagador de la llama según UNE-EN 60332-1-2, libre de halógenos y con baja emisión de humos opacos según norma UNE-EN 61034-2 de General Cable. Etiquetado y mano de obra de instalación, conexionado y pruebas.	12	4,34	52,08
6.6.5.2	Cuadro 3-Cargador 2 RZ1 - K 0,6/1 kV 4x1,5+2,5 Cu RZ1-K(AS) Cu Clase , XLPE (90°) con cubierta de poliolefina de color verde, no propagador de la llama según UNE-EN 60332-1-2, libre de halógenos y con baja emisión de humos opacos según norma UNE-EN 61034-2 de General Cable. Etiquetado y mano de obra de instalación, conexionado y pruebas.	10	4,34	43,4
6.6.5.3	Cuadro 3-Compresor 1 RZ1 - K 0,6/1 kV 4x1,5+2,5 Cu RZ1-K(AS) Cu Clase , XLPE (90°) con cubierta de poliolefina de color verde, no propagador de la llama según UNE-EN 60332-1-2, libre de halógenos y con baja emisión de humos opacos según norma UNE-EN 61034-2 de General Cable. Etiquetado y mano de obra de instalación, conexionado y pruebas.	14	4,34	60,76
6.6.5.4	Cuadro 3-Compresor 1 RZ1 - K 0,6/1 kV 4x1,5+2,5 Cu RZ1-K(AS) Cu Clase , XLPE (90°) con cubierta de poliolefina de color verde, no propagador de la llama según UNE-EN 60332-1-2, libre de halógenos y con baja emisión de humos opacos según norma UNE-EN 61034-2 de General Cable. Etiquetado y mano de obra de instalación, conexionado y pruebas.	10	4,34	43,4

TOTAL Cuadro 3: 199,64 €



INSTALACIÓN ELÉCTRICA EN BAJA TENSIÓN DE UNA NAVE INDUSTRIAL



6.6.6. Cuadro 5

COD.	Descripción	UD. (m)	Precio unidad (€m)	Precio total (€*m)
6.6.5.1	Cuadro 5- Iluminación 1 RZ1 - K 0,6/1 kV 4x1,5+2,5 Cu RZ1-K(AS) Cu Clase , XLPE (90°) con cubierta de poliolefina de color verde, no propagador de la llama según UNE-EN 60332-1-2, libre de halógenos y con baja emisión de humos opacos según norma UNE-EN 61034-2 de General Cable. Etiquetado y mano de obra de instalación, conexionado y pruebas.	22	4,34	95,48
6.6.5.2	Cuadro 5- Iluminación 2 RZ1 - K 0,6/1 kV 4x1,5+2,5 Cu RZ1-K(AS) Cu Clase , XLPE (90°) con cubierta de poliolefina de color verde, no propagador de la llama según UNE-EN 60332-1-2, libre de halógenos y con baja emisión de humos opacos según norma UNE-EN 61034-2 de General Cable. Etiquetado y mano de obra de instalación, conexionado y pruebas.	25	4,34	108,5
6.6.5.3	Cuadro 5- Iluminación 3 RZ1 - K 0,6/1 kV 4x1,5+2,5 Cu RZ1-K(AS) Cu Clase , XLPE (90°) con cubierta de poliolefina de color verde, no propagador de la llama según UNE-EN 60332-1-2, libre de halógenos y con baja emisión de humos opacos según norma UNE-EN 61034-2 de General Cable. Etiquetado y mano de obra de instalación, conexionado y pruebas.	25	4,34	108,5
6.6.5.4	Cuadro 5- Iluminación 4 RZ1 - K 0,6/1 kV 4x1,5+2,5 Cu RZ1-K(AS) Cu Clase , XLPE (90°) con cubierta de poliolefina de color verde, no propagador de la llama según UNE-EN 60332-1-2, libre de halógenos y con baja emisión de humos opacos según norma UNE-EN 61034-2 de General Cable. Etiquetado y mano de obra de instalación, conexionado y pruebas.	25	4,34	108,5
6.6.5.5	Iluminación oficinas RZ1 - K 0,6/1 kV 2x1,5 Cu RZ1-K(AS) Cu Clase , XLPE (90°) con cubierta de poliolefina de color verde, no propagador de la llama según UNE-EN 60332-1-2, libre de halógenos y con baja emisión de humos opacos según norma UNE-EN 61034-2 de General Cable. Etiquetado y mano de obra de instalación, conexionado y pruebas.	75	2,874	215,55



INSTALACIÓN ELÉCTRICA EN BAJA TENSIÓN DE UNA NAVE INDUSTRIAL



6.6.5.6	Cuadro 5- Tomas de corriente 1 RZ1 - K 0,6/1 kV 4x2,5+2,5 Cu RZ1-K(AS) Cu Clase , XLPE (90°) con cubierta de poliolefina de color verde, no propagador de la llama según UNE-EN 60332-1-2, libre de halógenos y con baja emisión de humos opacos según norma UNE-EN 61034-2 de General Cable. Etiquetado y mano de obra de instalación, conexionado y pruebas.	14	6,272	87,808
6.6.5.7	Cuadro 5- Tomas de corriente 2 RZ1 - K 0,6/1 kV 4x2,5+2,5 Cu RZ1-K(AS) Cu Clase , XLPE (90°) con cubierta de poliolefina de color verde, no propagador de la llama según UNE-EN 60332-1-2, libre de halógenos y con baja emisión de humos opacos según norma UNE-EN 61034-2 de General Cable. Etiquetado y mano de obra de instalación, conexionado y pruebas.	17	6,272	106,624
6.6.5.8	Cuadro 5- Tomas de corriente 3 RZ1 - K 0,6/1 kV 4x2,5+2,5 Cu RZ1-K(AS) Cu Clase , XLPE (90°) con cubierta de poliolefina de color verde, no propagador de la llama según UNE-EN 60332-1-2, libre de halógenos y con baja emisión de humos opacos según norma UNE-EN 61034-2 de General Cable. Etiquetado y mano de obra de instalación, conexionado y pruebas.	12	6,272	75,264
6.6.5.9	Cuadro 5- Tomas de corriente 4 RZ1 - K 0,6/1 kV 4x2,5+2,5 Cu RZ1-K(AS) Cu Clase , XLPE (90°) con cubierta de poliolefina de color verde, no propagador de la llama según UNE-EN 60332-1-2, libre de halógenos y con baja emisión de humos opacos según norma UNE-EN 61034-2 de General Cable. Etiquetado y mano de obra de instalación, conexionado y pruebas.	20	6,272	125,44
6.6.5.10	Tomas de corriente oficinas RZ1 - K 0,6/1 kV 2x2,5+2,5 Cu RZ1-K(AS) Cu Clase , XLPE (90°) con cubierta de poliolefina de color verde, no propagador de la llama según UNE-EN 60332-1-2, libre de halógenos y con baja emisión de humos opacos según norma UNE-EN 61034-2 de General Cable. Etiquetado y mano de obra de instalación, conexionado y pruebas.	75	4,072	305,4
6.6.5.11	Cuadro 5- S.A.I. RZ1 - K 0,6/1 kV 4x2,5+2,5 Cu RZ1-K(AS) Cu Clase , XLPE (90°) con cubierta de poliolefina de color verde, no propagador de la llama según UNE-EN 60332-1-2, libre de halógenos y con baja emisión de humos opacos según norma UNE-	25	6,272	156,8



INSTALACIÓN ELÉCTRICA EN BAJA TENSIÓN
DE UNA NAVE INDUSTRIAL



	EN 61034-2 de General Cable. Etiquetado y mano de obra de instalación, conexionado y pruebas.			
6.6.5.12	Cuadro 5- Emergencias planta baja RZ1 - K 0,6/1 kV 4x1,5+2,5 Cu RZ1-K(AS) Cu Clase , XLPE (90°) con cubierta de poliolefina de color verde, no propagador de la llama según UNE-EN 60332-1-2, libre de halógenos y con baja emisión de humos opacos según norma UNE-EN 61034-2 de General Cable. Etiquetado y mano de obra de instalación, conexionado y pruebas.	20	4,34	86,8
6.6.5.13	Cuadro 5- Emergencias planta primera RZ1 - K 0,6/1 kV 4x1,5+2,5 Cu RZ1-K(AS) Cu Clase , XLPE (90°) con cubierta de poliolefina de color verde, no propagador de la llama según UNE-EN 60332-1-2, libre de halógenos y con baja emisión de humos opacos según norma UNE-EN 61034-2 de General Cable. Etiquetado y mano de obra de instalación, conexionado y pruebas.	17	4,34	73,78

TOTAL Cuadro 5: 1.654,446 €

6.6.7. Cuadro 6

COD.	Descripción	UD. (m)	Precio unidad (€m)	Precio total (€m)
6.6.7.1	Cuadro 6- Encendido 1 (36 luminarias) RZ1 - K 0,6/1 kV 2x1,5+2,5 Cu RZ1-K(AS) Cu Clase , XLPE (90°) con cubierta de poliolefina de color verde, no propagador de la llama según UNE-EN 60332-1-2, libre de halógenos y con baja emisión de humos opacos según norma UNE-EN 61034-2 de General Cable. Etiquetado y mano de obra de instalación, conexionado y pruebas.	375	2,874	1077,75
6.6.7.2	Cuadro 6- Encendido 2 (36 luminarias) RZ1 - K 0,6/1 kV 2x1,5+2,5 Cu RZ1-K(AS) Cu Clase , XLPE (90°) con cubierta de poliolefina de color verde, no propagador de la llama según UNE-EN 60332-1-2, libre de halógenos y con baja emisión de humos opacos según norma UNE-EN 61034-2 de General Cable. Etiquetado y mano de obra de instalación, conexionado y pruebas.	640	2,874	1.839,36

CAPITULO 6 PRESUPUESTO

Daniel Baquedano de Miguel



**INSTALACIÓN ELÉCTRICA EN BAJA TENSIÓN
DE UNA NAVE INDUSTRIAL**



	Cuadro 6- Emergencias (8 luminarias) RZ1 - K 0,6/1 kV 2x1,5+2,5 Cu			
6.6.7.3	RZ1-K(AS) Cu Clase , XLPE (90°) con cubierta de poliolefina de color verde, no propagador de la llama según UNE-EN 60332-1-2, libre de halógenos y con baja emisión de humos opacos según norma UNE-EN 61034-2 de General Cable. Etiquetado y mano de obra de instalación, conexionado y pruebas.	231	2,874	663,894
	Cuadro 6- Ventilador 1 RZ1 - K 0,6/1 kV 2x1,5+2,5 Cu			
6.6.7.4	RZ1-K(AS) Cu Clase , XLPE (90°) con cubierta de poliolefina de color verde, no propagador de la llama según UNE-EN 60332-1-2, libre de halógenos y con baja emisión de humos opacos según norma UNE-EN 61034-2 de General Cable. Etiquetado y mano de obra de instalación, conexionado y pruebas.	24	2,874	68,976
	Cuadro 6- Ventilador 2 RZ1 - K 0,6/1 kV 2x1,5+2,5 Cu			
6.6.7.5	RZ1-K(AS) Cu Clase , XLPE (90°) con cubierta de poliolefina de color verde, no propagador de la llama según UNE-EN 60332-1-2, libre de halógenos y con baja emisión de humos opacos según norma UNE-EN 61034-2 de General Cable. Etiquetado y mano de obra de instalación, conexionado y pruebas.	16	2,874	45,984
	Cuadro 6- Ventilador 3 RZ1 - K 0,6/1 kV 2x1,5+2,5 Cu			
6.6.7.6	RZ1-K(AS) Cu Clase , XLPE (90°) con cubierta de poliolefina de color verde, no propagador de la llama según UNE-EN 60332-1-2, libre de halógenos y con baja emisión de humos opacos según norma UNE-EN 61034-2 de General Cable. Etiquetado y mano de obra de instalación, conexionado y pruebas.	25	2,874	71,85

TOTAL Cuadro 6: 3.767,564 €

6.6.8. Cuadro 7

COD.	Descripción	UD. (m)	Precio unidad (€m)	Precio total (€*m)
	Cuadro 7- Encendido 3 (36 luminarias) RZ1 - K 0,6/1 kV 2x1,5+2,5 Cu			
6.6.8.1	RZ1-K(AS) Cu Clase , XLPE (90°) con cubierta de poliolefina de color verde, no propagador de la llama según UNE-EN 60332-1-2, libre de halógenos y con baja emisión de humos opacos según norma UNE-EN 61034-2 de General Cable. Etiquetado y mano de obra de instalación, conexionado y pruebas.	282	2,874	810,468

CAPITULO 6 PRESUPUESTO

Daniel Baquedano de Miguel



INSTALACIÓN ELÉCTRICA EN BAJA TENSIÓN DE UNA NAVE INDUSTRIAL



6.6.8.2	Cuadro 7- Encendido 2 (36 luminarias) RZ1 - K 0,6/1 kV 2x1,5+2,5 Cu RZ1-K(AS) Cu Clase , XLPE (90°) con cubierta de poliolefina de color verde, no propagador de la llama según UNE-EN 60332-1-2, libre de halógenos y con baja emisión de humos opacos según norma UNE-EN 61034-2 de General Cable. Etiquetado y mano de obra de instalación, conexionado y pruebas.	553	2,874	1589,322
6.6.8.3	Cuadro 7- Emergencias (8 luminarias) RZ1 - K 0,6/1 kV 2x1,5+2,5 Cu RZ1-K(AS) Cu Clase , XLPE (90°) con cubierta de poliolefina de color verde, no propagador de la llama según UNE-EN 60332-1-2, libre de halógenos y con baja emisión de humos opacos según norma UNE-EN 61034-2 de General Cable. Etiquetado y mano de obra de instalación, conexionado y pruebas.	206	2,874	592,044
6.6.8.4	Cuadro 7- Ventilador 1 RZ1 - K 0,6/1 kV 2x1,5+2,5 Cu RZ1-K(AS) Cu Clase , XLPE (90°) con cubierta de poliolefina de color verde, no propagador de la llama según UNE-EN 60332-1-2, libre de halógenos y con baja emisión de humos opacos según norma UNE-EN 61034-2 de General Cable. Etiquetado y mano de obra de instalación, conexionado y pruebas.	25	2,874	71,85
6.6.8.5	Cuadro 7- Ventilador 2 RZ1 - K 0,6/1 kV 2x1,5+2,5 Cu RZ1-K(AS) Cu Clase , XLPE (90°) con cubierta de poliolefina de color verde, no propagador de la llama según UNE-EN 60332-1-2, libre de halógenos y con baja emisión de humos opacos según norma UNE-EN 61034-2 de General Cable. Etiquetado y mano de obra de instalación, conexionado y pruebas.	15	2,874	43,11
6.6.8.6	Cuadro 7- Ventilador 3 RZ1 - K 0,6/1 kV 2x1,5+2,5 Cu RZ1-K(AS) Cu Clase , XLPE (90°) con cubierta de poliolefina de color verde, no propagador de la llama según UNE-EN 60332-1-2, libre de halógenos y con baja emisión de humos opacos según norma UNE-EN 61034-2 de General Cable. Etiquetado y mano de obra de instalación, conexionado y pruebas.	15	2,874	43,11

TOTAL Cuadro 7: 3.149,904 €



INSTALACIÓN ELÉCTRICA EN BAJA TENSIÓN DE UNA NAVE INDUSTRIAL



6.6.7. Cuadro 8

COD.	Descripción	UD. (m)	Precio Unidad (€/m)	Precio total (€*m)
6.6.7.1	Cuadro 8- Encendido 5 (12 luminarias) RZ1 - K 0,6/1 kV 4x1,5+2,5 Cu RZ1-K(AS) Cu Clase , XLPE (90°) con cubierta de poliolefina de color verde, no propagador de la llama según UNE-EN 60332-1-2, libre de halógenos y con baja emisión de humos opacos según norma UNE-EN 61034-2 de General Cable. Etiquetado y mano de obra de instalación, conexión y pruebas.	100	4,34	43,4
6.6.7.2	Iluminación exterior RZ1 - K 0,6/1 kV 2x1,5+2,5 Cu RZ1-K(AS) Cu Clase , XLPE (90°) con cubierta de poliolefina de color verde, no propagador de la llama según UNE-EN 60332-1-2, libre de halógenos y con baja emisión de humos opacos según norma UNE-EN 61034-2 de General Cable. Etiquetado y mano de obra de instalación, conexión y pruebas.	10	2,874	28,74

TOTAL Cuadro 7: 72,14 €

6.6.1. Acometida	2.872,84
6.6.2. Cuadro General de Distribución	11.610,12
6.6.3. Cuadro 1	452,51 €
6.6.4. Cuadro 2	308,18 €
6.6.5. Cuadro 3	199,64 €
6.6.6. Cuadro 5	1.654,45 €
6.6.7. Cuadro 6	3.767,56 €
6.6.8. Cuadro 7	3.149,90 €
6.6.9. Cuadro 8	72,14 €
TOTAL Líneas	24.087,34 €



INSTALACIÓN ELÉCTRICA EN BAJA TENSIÓN DE UNA NAVE INDUSTRIAL



6.7. PROTECCIÓN MAGNETOTÉRMICA:

COD.	Descripción	UD.	Precio Unidad (€)	Precio total (€)
6.7.1	Interruptor automático en caja Moldeada 4P/400R-42KA Interruptor automático magnetotérmico en caja moldeada según UNE-EN 60.898 regulable entre 160A y 400A	2	2.258,42	4.516,84
6.7.2	Interruptor automático magnetotérmico serie HM, 4P, 100A, curva C, 10kA Interruptor automático 4P, tensión aplicada 415V, 50/60Hz marca HAGER	3	422,29	1.266,87
6.7.3	Interruptor automático magnetotérmico serie N, 4P, 50A, curva B, 10/15kA Interruptor automático 4P, tensión aplicada 415V, 50/60Hz marca HAGER	2	299,63	599,26
6.7.4	Interruptor automático magnetotérmico serie N, 4P, 32A, curva D, 10/15kA Interruptor automático 4P, tensión aplicada 415V, 50/60Hz marca HAGER	1	264,03	264,03
6.7.5	Interruptor automático magnetotérmico serie HM, 4P, 100A, curva B, 15Ka Interruptor automático 4P, tensión aplicada 415V, 50/60Hz marca HAGER	1	525,85	525,85
6.7.6	Interruptor automático magnetotérmico serie N, 4P, 32A, curva B, 10/15Ka Interruptor automático 4P, tensión aplicada 415V, 50/60Hz marca HAGER	2	179,86	359,72
6.7.6	Interruptor automático magnetotérmico serie M, 4P, 10A, curva B, 6/10kA Interruptor automático 4P, tensión aplicada 415V, 50/60Hz marca HAGER	4	152,98	611,92
6.7.7	Interruptor automático magnetotérmico serie N, 4P, 16A, curva D, 10/15kA Interruptor automático 4P, tensión aplicada 415V, 50/60Hz marca HAGER	7	235,57	1.648,99
6.7.8	Interruptor automático magnetotérmico serie N, 4P, 10A, curva D, 10/15kA Interruptor automático 4P, tensión aplicada 415V, 50/60Hz marca HAGER	13	231,20	3005,6



INSTALACIÓN ELÉCTRICA EN BAJA TENSIÓN DE UNA NAVE INDUSTRIAL



6.7.9	Interruptor automático magnetotérmico serie HM, 4P, 100A, curva D, 15kA Interruptor automático 4P, tensión aplicada 415V, 50/60Hz marca HAGER	1	531,44	531,44
6.7.10	Interruptor automático magnetotérmico serie N, 4P, 25A, curva D, 10/15kA Interruptor automático 4P, tensión aplicada 415V, 50/60Hz marca HAGER	3	249,07	747,21
6.7.11	Interruptor automático magnetotérmico serie N, 4P, 20A, curva D, 10/15kA Interruptor automático 4P, tensión aplicada 415V, 50/60Hz marca HAGER	1	242,54	242,54
6.7.12	Interruptor automático magnetotérmico serie N, 4P, 50A, curva D, 10/15kA Interruptor automático 4P, tensión aplicada 415V, 50/60Hz marca HAGER	1	401,34	401,34
6.7.13	Interruptor automático magnetotérmico serie MU, 4P, 6A, curva C, 6KA Interruptor automático 4P, tensión aplicada 415V, 50/60Hz marca HAGER	5	117,61	588,05
6.7.14	Interruptor automático magnetotérmico serie M, 4P, 16A, curva B, 6/10kA Interruptor automático 4P, tensión aplicada 415V, 50/60Hz marca HAGER	2	156,11	312,22
6.7.15	Interruptor automático magnetotérmico serie M, 4P, 6A, curva B, 6/10kA Interruptor automático 4P, tensión aplicada 415V, 50/60Hz marca HAGER	3	162,82	488,46
6.7.16	Interruptor automático magnetotérmico serie N, 4P, 6A, curva D, 10/15kA Interruptor automático 4P, tensión aplicada 415V, 50/60Hz marca HAGER	2	256,92	513,84
6.7.17	Interruptor automático magnetotérmico serie MU, 4P, 16A, curva C, 6KA Interruptor automático 4P, tensión aplicada 415V, 50/60Hz marca HAGER	1	115,03	115,03
6.7.18	Interruptor automático magnetotérmico serie MU, 4P, 10A, curva C, 6KA Interruptor automático 4P, tensión aplicada 415V, 50/60Hz marca HAGER	1	113,84	113,84



**INSTALACIÓN ELÉCTRICA EN BAJA TENSIÓN
DE UNA NAVE INDUSTRIAL**



6.7.19	Interruptor automático magnetotérmico serie M, 4P, 32A, curva B, 6/10kA Interruptor automático 4P, tensión aplicada 415V, 50/60Hz marca HAGER	2	173,44	346,88
6.7.21	Interruptor automático magnetotérmico serie NR, 2P, 10A, curva C, 42KA Interruptor automático 4P, tensión aplicada 415V, 50/60Hz marca HAGER	2	155,63	155,63
6.7.22	Interruptor automático magnetotérmico serie NR, 2P, 16A, curva C, 42KA Interruptor automático 4P, tensión aplicada 415V, 50/60Hz marca HAGER	1	158,58	158,58

TOTAL Protección magnetotérmica: 17.677,25€

6.8. PROTECCIÓN DIFERENCIAL:

COD.	Descripción	UD.	Precio unidad (€)	Precio total (€)
6.8.1	Toroidal CBS-4 RA / RAL serie WG 0,03-30A de sensibilidad regulable. Programable de 0,20 ms a 20 ms. Incluye posibilidad de reconexión programable. Marca CIRCUTOR. Para secciones de hasta 210 mm ²	1	956,32	956,32
6.8.2	Interruptor diferencial tipo AC, 4P, 40A, 300mA marca HAGER Interruptor diferencial de 4 polos, 415v, 50/60HZ marca HAGER	6	270,18	1.621,08
6.8.3	Interruptor diferencial tipo AC, 4P, 63A, 300mA marca HAGER Interruptor diferencial de 4 polos, 415v, 50/60HZ marca HAGER	2	355,96	711,92
6.8.4	Interruptor diferencial tipo AC, 4P, 100A, 500mA Interruptor diferencial de 4 polos, 415v, 50/60HZ marca HAGER	1	634,82	634,82
6.8.5	Interruptor diferencial tipo AC, 4P, 100A, 300mA marca HAGER Interruptor diferencial de 4 polos, 415v, 50/60HZ marca HAGER	3	601,61	1.804,83



**INSTALACIÓN ELÉCTRICA EN BAJA TENSIÓN
DE UNA NAVE INDUSTRIAL**



6.8.6	Interruptor diferencial tipo AC, 4P, 80A, 300mA marca HAGER Interruptor diferencial de 4 polos, 415v, 50/60HZ marca HAGER	1	583,24	583,24
6.8.7	Interruptor diferencial tipo AC, 4P, 25A, 300mA marca HAGER Interruptor diferencial de 4 polos, 415v, 50/60HZ marca HAGER	2	262,12	524,24
6.8.8	Interruptor diferencial tipo AC, 4P, 25A, 30mA marca HAGER Interruptor diferencial de 4 polos, 415v, 50/60HZ marca HAGER	5	307,52	1.537,6
6.8.9	Interruptor diferencial tipo AC, 4P, 16A, 30mA Interruptor diferencial de 4 polos, 415v, 50/60HZ marca HAGER	1	243,82	243,82
6.8.10	Interruptor diferencial tipo AC, 4P, 40A, 100mA Interruptor diferencial de 4 polos, 415v, 50/1 marca HAGER	1	297,25	297,25
6.8.10	Interruptor diferencial tipo AC, 2P, 25A, 30mA Interruptor diferencial de 2 polos, 415v, 50/60hz marca HAGER.	1	170,17	170,17
6.8.11	Interruptor diferencial tipo AC, 4P, 40A, 30mA marca HAGER Interruptor diferencial de 4 polos, 415v, 50/60HZ marca HAGER	2	319,24	638,48

TOTAL Protección diferencial: 8.597.28 €

6.9. ILUMINACIÓN:

COD.	Descripción	UD.	Precio unidad	Precio total
6.9.1	TBS165 3xTL5-14W/840 HF-S II C6 Luminaria PHILIPS empotrable de fluorescencia lineal TL5 Construida en chapa de acero precalada en blanco, con 3 lámparas 14w incluidas. Con acceso al conector mediante portezuela, de modo que no hace falta abrir la luminaria para su conexión. Para montaje empotrado. Accesorios y mano de obra de instalación, conexión y pruebas.	18	104	1872,0



INSTALACIÓN ELÉCTRICA EN BAJA TENSIÓN DE UNA NAVE INDUSTRIAL



6.9.2	BBS470 1XDLED-3000 Downlight PHILIPS con tecnología LED para la iluminación general en todo tipo de aplicaciones de interior. Con disipador y reflector de aluminio, y fijación en acero y PC. Color blanco 9010. Temperatura de color 3.000 K, vida útil 50.000h. Accesorios y mano de obra de instalación, conexión y pruebas.	127	165	20.955,0
6.9.3	BY461P LED 200S/740 PSD HRO Luminaria industrial PHILIPS suspendida con tecnología LED. Con carcasa de aluminio, cierre de cristal endurecido térmicamente extra blanco. Compuesta por 4 módulos, 92lm/w, posee una vida útil de 75.000 horas. Set de suspensión en E incluido (2 metros) Accesorios y mano de obra de instalación, conexión y pruebas.	72	1840	132.480
6.9.4	BGP303 LED122/740 Luminaria LED PHILIPS para alumbrado vial. Con marco y carcasa de aluminio y cierre de vidrio plano templado. Color girs RAL7035. Con una eficacia de hasta 79lm/w y una temperatura de color de 4000K. Posee una vida útil de 50.000 horas Accesorios y mano de obra de instalación, conexión y pruebas.	12	772	9.264
6.9.5	Luminaria PHILIPS TMX 204 1x58W Tono 840 con lámpara fluorescente de 58W y reflector extensivo GMX 565, dotada de kit de conversión para funcionamiento como alumbrado de emergencia, incluye elementos de suspensión, accesorios y p.p. de canalización y cableados constituidos por tubo de PVC rígido de 20 mm de diámetro y conductor de cobre ES0Z1-K de 1,5 mm ² , y mano de obra de instalación conexión y pruebas. Accesorios y mano de obra de instalación, conexión y pruebas.	15	154,4	2.316
6.9.6	EM996W1 1,2WLED TA 1 hora Luminaria para iluminación de emergencia marca PHILIPS con tecnología LED. Versión TA, no permanente, es decir, se activa sólo ante una situación de emergencia. Accesorios y mano de obra de instalación, conexión y pruebas.	23	105	2.415
6.9.7	EM996C2 1,2WLED TA 1 hora Luminaria para iluminación de emergencia marca PHILIPS con tecnología LED. Versión TA, no permanente, es decir, se activa sólo ante una situación de emergencia. Accesorios y mano de obra de instalación, conexión y pruebas.	1	135	135



INSTALACIÓN ELÉCTRICA EN BAJA TENSIÓN DE UNA NAVE INDUSTRIAL



6.9.8	LRL5002 Detector de nivel solar El detector de nivel solar capta el nivel de luz natural en su ubicación. Es posible su montaje tanto en exterior como en interior. Esta unidad se puede emplear cuando el nivel de luz natural es un dato requerido para la funcionalidad de la instalación. Accesorios y mano de obra de instalación, conexión y pruebas.	5	85	425
--------------	---	----------	-----------	------------

TOTAL Iluminación: 169.862 €

6.10.S.A.I:

COD.	Descripción	UD.	Precio unidad	Precio total
6.9.1	S.A.I. APC SYMMETRIA LX 12KVA AMPLI 16K Potencia de protección 8.400 w, frecuencia 47-63 Hz, duración de baterías a plena carga 7,5 Min. Accesorios y mano de obra de instalación, conexión y pruebas.	1	10.942,7	10.942,7



INSTALACIÓN ELÉCTRICA EN BAJA TENSIÓN DE UNA NAVE INDUSTRIAL



6.10. RESUMEN:

6.1. CENTRO DE TRANSFORMACIÓN	35.702
6.2 INSTALACIÓN DE PUESTA A TIERRA	2.606,60
6.3 BATERÍA DE CONDESADORES	1.836
6.4 ENVOLVENTES	4.359,81
6.5 BANDEJAS PORTACABLES	4.248,40
6.6 LÍNEAS	24.087,34
6.7. PROTECCIÓN MAGNETOTÉRMICA	17.677,25
6.8. PROTECCIÓN DIFERENCIAL	8.597,28
6.9. ILUMINACIÓN	169.862
6.10 S.A.I.	10.942,7
PRESUPUESTO DE EJECUCIÓN DE MATERIAL	<u>268.976,68</u>
GASTOS GENERALES (5%)	12.448,834
BENEFICIO INDUSTRIAL (10%)	26.897,668
PRESUPUESTO DE EJ. POR CONTRATA SIN IVA	<u>308.323,182</u>
REDACCIÓN DEL PROYECTO (4%)	12.332,927
DIRECCIÓN DEL PROYECTO (4%)	12.332,927
HONORARIOS (6%)	18.499,39
IVA(21%)	64.747,86
PRESUPUESTO TOTAL	<u>416.236,28</u>

El total de este proyecto asciende a la cantidad de ``CUATROCIENTOS DIECISEIS MIL DOSCIENTOS TREINTA Y SEIS EUROS CON VEINTIOCHO CÉNTIMOS``



INSTALACIÓN ELÉCTRICA EN BAJA TENSIÓN DE UNA NAVE INDUSTRIAL



Pamplona Abril de 2014

El Ingeniero Técnico Industrial Eléctrico

Fdo: Daniel Baquedano de Miguel

CAPITULO 6 PRESUPUESTO
Daniel Baquedano de Miguel

26



INSTALACIÓN ELÉCTRICA EN BAJA TENSIÓN
DE UNA NAVE INDUSTRIAL



ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE INGENIEROS
INDUSTRIALES Y DE TELECOMUNICACIÓN

Titulación:

INGENIERO TÉCNICO INDUSTRIAL ELÉCTRICO

Título del proyecto:

INSTALACIÓN ELÉCTRICA EN BAJA TENSIÓN DE UNA
NAVE INDUSTRIAL

DOCUMENTO 7. BIBLIOGRAFIA

Daniel Baquedano de Miguel

José Javier Crespo Ganuza

Pamplona, 15 de Abril de 2014

CAPITULO 7 BIBLIOGRAFÍA
Daniel Baquedano de Miguel

1



INSTALACIÓN ELÉCTRICA EN BAJA TENSIÓN DE UNA NAVE INDUSTRIAL



INDICE. Capítulo 7 BIBLIOGRAFIA

7.1BIBLIOGRAFÍA	3
-----------------------	---



INSTALACIÓN ELÉCTRICA EN BAJA TENSIÓN DE UNA NAVE INDUSTRIAL



7.1. BIBLIOGRAFÍA

En la realización del presente proyecto se ha utilizado la siguiente documentación:

- Apuntes de la asignatura “Instalaciones Eléctricas” de 3º de I.T.I.-E
- Catálogos comerciales de ORMAZABAL sobre transformadores, aparataje de MT y centros de transformación.
- Catálogo comercial de PEMSA sobre cables de Baja Tensión.
- Catálogo comercial de CONDUCTORES ELÉCTRICOS ROQUÉ, S.A.
- Tarifa de Luminarias PHILIPS. Octubre 2013
- Software DIALux evo 2.2 para cálculo de iluminación
- Software AMIKIT de ORMAZABAL para cálculo de Centros de Transformación.
- MANUAL DE LUMINOTECNIA. J.A.Taboada. Ed. Dossat. S.A. cuarta edición.
- MÉTODO DE CÁLCULO DE INSTALACIONES DE PUESTA A TIERRA PARA C.T. CONECTADOS A REDES DE 3ª CATEGORÍA. UNESA
- Programa PHILIPS selector para la elección de las luminarias
- Catálogo comercial de envolventes SCHNEIDER
- Página web:
<http://www.hager.es/productos-e.catalogo/distribucion-de-la-energia/9021.htm>
<http://www.ilumitec.es/automatico-4p-c60n-merlin-gerin.html>
- Normativa vigente correspondiente:
 - RBT e ITC del Real Decreto 842/2002 del 2 de Agosto
 - CTE del Real Decreto 314/2006 del 17 de Marzo
 - Reglamento sobre condiciones técnicas y garantías de seguridad en Centrales Eléctricas, Subestaciones y C.T. del Real Decreto 3275/1982 del 1 de Diciembre y sus ITC publicado en el BOE el 25 de Octubre de 1984



INSTALACIÓN ELÉCTRICA EN BAJA TENSIÓN DE UNA NAVE INDUSTRIAL



Pamplona Abril de 2014

El Ingeniero Técnico Industrial Eléctrico

Fdo: Daniel Baquedano de Miguel

CAPITULO 7 BIBLIOGRAFÍA
Daniel Baquedano de Miguel

4