



UNIVERSITAT
POLITÈCNICA
DE VALÈNCIA



ESCUELA TÉCNICA
SUPERIOR INGENIEROS
INDUSTRIALES VALENCIA

TRABAJO FIN DE GRADO EN INGENIERÍA EN TECNOLOGÍAS INDUSTRIALES

PROYECTO DE INSTALACIÓN ELÉCTRICA EN UNA FABRICA DE PUERTAS DE MADERA UBICADA EN EL P.I DE CATARROJA

AUTOR: FERRAN CREMADES GRADOLÍ

TUTOR: CARLOS ROLDÁN PORTA

Curso Académico: 2014-15

RESUMEN

El proyecto consiste en el diseño de la instalación eléctrica de una fábrica de puertas de madera situada en Catarroja. Aplicando en el los conocimientos adquiridos durante el grado y la normativa vigente sobre instalaciones eléctricas de baja tensión.

La instalación eléctrica incluye, además de las líneas y protecciones de baja tensión, un centro de transformación propio con una capacidad de 400kVA con el fin de abastecer toda la fábrica cuya potencia total instalada es de 334.61kW.

Durante todo el proyecto se ha tratado de hacer una instalación eléctrica lo más eficiente posible. Por lo que se han utilizado luminarias LED siempre que ha sido posible, así como la instalación de un sistema de compensación de energía reactiva con el fin de obtener bonificaciones en la tarifa eléctrica. Además de diseñar los recorridos del cable de forma que los recorridos sean lo más óptimos posibles.

Todo ello sin dejar de lado la seguridad de la instalación, cumpliendo siempre con la normativa vigente.

ÍNDICE

1. MEMORIA	5
1.1 OBJETO DEL PROYECTO	6
1.2 EMPLAZAMIENTO DE LA INSTALACIÓN	6
1.3 NORMAS Y REFERENCIAS.....	6
1.3.1 REGLAMENTOS Y NORMAS TÉCNICAS CONSIDERADAS.	6
1.3.2 BIBLIOGRAFÍA Y RECURSOS WEB.....	6
1.3.4 PROGRAMAS DE CÁLCULO.....	6
1.4 CARACTERÍSTICAS Y CLASIFICACIÓN DE LA NAVE.....	6
1.4.1 SISTEMA DE ALIMENTACIÓN	7
1.4.2 CLASIFICACIÓN DE LAS DEPENDENCIA.....	7
1.5 CARACTERISTICAS DE LA INSTALACIÓN	9
1.5.1 TIPO DE CONDUCTORES.....	9
1.5.2 CONEXIONES	10
1.5.3 TOMAS DE CORRIENTE.....	10
1.5.4 APARATOS DE MANIOBRA Y DE PROTECCIÓN	10
1.5.5 CANALIZACIONES	11
1.5.6 LUMINARIAS.....	12
1.6 NECESIDADES.....	12
1.7 DESCRIPCIÓN DE LAS INSTALACIONES.....	13
1.7.1 CENTRO DE TRANSFORMACIÓN	13
1.7.2 INSTALACIONES DE ENLACE	16
1.7.3 INSTALACIONES RECEPTORAS.....	16
1.7.4 INSTALACIÓN DE TOMA TIERRA	25
1.7.5 RED DE EQUIPOTENCIALIDAD.....	26
1.7.6 COMPENSACIÓN DE ENERGÍA REACTIVA.....	26
1.7.7 ALUMBRADOS ESPECIALES	26

1.8	INSTALACIONES EN ZONAS ESPECIALES	27
2.	CÁLCULOS.....	28
2.1	TENSIÓN NOMINAL Y CAIDA DE TENSIÓN	29
2.2	FÓRMULAS UTILIZADAS	29
2.2.1	CÁLCULO CORRIENTE DE CADA LÍNEA	29
2.2.2	CÁLCULO DE LA CAIDA DE TENSIÓN	29
2.2.3	CÁLCULO CONDUCTIVIDAD ELECTRICA.....	30
2.2.4	CÁLCULO PROTECCIÓN SOBRECARGAS.....	31
2.2.5	CÁLCULO PROTECCIÓN CORTOCIRCUITO.....	31
2.3	CÁLCULOS ELÉCTRICOS.....	32
2.4	CÁLCULO DEL SISTEMA DE PROTECCIÓN CONTRA CONTACTOS INDIRECTOS	39
2.5	CLASIFICACIÓN DE ZONAS PELIGROSAS DE CLASE I.....	39
3.	PRESUPUESTO	41
3.1	RESUMEN DEL PRESUPUESTO.....	42
3.2	DESCRIPCIÓN	42
4.	PLANOS.....	53
1.	Localización sobre Cartografía Vigente Municipal.	54
2.	Instalación eléctrica.....	54
3.	Instalación luminarias.....	54
4.	Esquema unifilar cuadro A.	54
5.	Esquema unifilar cuadro B.....	54
6.	Esquema unifilar cuadro C.....	54
7.	Esquema unifilar cuadro D.	54
8.	Esquema unifilar cuadro E.....	54
9.	Esquema unifilar cuadro F.....	54
10.	Esquema unifilar cuadro G.	54
11.	Esquema unifilar cuadro H.	54
12.	Esquema unifilar cuadro I.....	54

13.	Esquema unifilar cuadro J.	54
14.	Centro de transformación	54
5.	ANEXOS.....	55
5.1	INFORMES LUMINARIAS	56
5.2	CÁLCULOS CENTRO DE TRANSFORMACIÓN	57
5.2.1	INTENSIDAD DE ALTA TENSIÓN.	58
5.2.2	INTENSIDAD DE BAJA TENSIÓN.....	58
5.2.3	CORTOCIRCUITOS.	59
5.2.4.	DIMENSIONADO DEL EMBARRADO.	60
5.2.5.	PROTECCIÓN CONTRA SOBRECARGAS Y CORTOCIRCUITOS.	61
5.2.6.	DIMENSIONADO DE LA VENTILACIÓN DEL C.T.	62
5.2.7.	DIMENSIONES DEL POZO APAGAFUEGOS.	62
5.2.8.	CÁLCULO DE LAS INSTALACIONES DE PUESTA A TIERRA.	62

1. MEMORIA

1.1 OBJETO DEL PROYECTO

El objeto del proyecto es describir la instalación eléctrica de baja tensión de una fábrica de puertas de madera, así como desarrollar y justificar las soluciones adoptadas, cumpliendo con todas las normas establecidas por la legislación vigente. Así como tratar de hacer una instalación lo más eficiente posible con el fin de establecer un ahorro energético y económico.

Además, el objeto es cumplir el Grado en Ingeniería en Tecnologías Industriales, demostrando que hemos adquirido una serie de competencias que nos permitan diseñar este tipo de instalaciones. Para ello, he seleccionado este proyecto por la posibilidad de trabajar y aprender más sobre un campo que es indispensable para el mundo tal y como lo conocemos hoy en día.

1.2 EMPLAZAMIENTO DE LA INSTALACIÓN

La nave industrial se encuentra ubicada en el Polígono Industrial de Catarroja, calle número 32, parcela número 119.

1.3 NORMAS Y REFERENCIAS

1.3.1 REGLAMENTOS Y NORMAS TÉCNICAS CONSIDERADAS.

El proyecto ha sido redactado de acuerdo con los siguientes reglamentos:

- Reglamento Electrotécnico para Baja Tensión e Instrucciones Complementarias (RD 842/2002 de 2 de Agosto de 2002).
- Guía Técnica de aplicación al Reglamento Electrotécnico de Baja tensión.

1.3.2 BIBLIOGRAFÍA Y RECURSOS WEB

- Tecnología eléctrica

Autor: Jose Roger Folch, Martín Riera Guasp, Carlos Roldán Porta.

Editorial: Síntesis

- Guía de diseño de instalaciones eléctricas

Schneider Electric

- Base de datos de precio

<http://www.five.es>

1.3.4 PROGRAMAS DE CÁLCULO

- Dialux para las iluminarias.
- SISCet para el centro de transformación.

1.4 CARACTERÍSTICAS Y CLASIFICACIÓN DE LA NAVE

La actividad para la cual está diseñada la nave es la de fabricación de puertas de madera, por ello, la nave cuenta con una zona de fabricación donde se procede al corte y manipulación de la madera,

de una zona de barnizado en la cual se imprime el tratamiento a las puertas, así como de un edificio interior que contiene en la planta inferior dos vestuarios, y en la planta superior oficinas.

El edificio en el cual se ubica la actividad se trata de la unión de dos naves que está constituida por pórticos a dos aguas.

Esta contiene 4 accesos, de los cuales 3 son para entrada y salida de material y personal del área de fabricación, y el último para la entrada a la zona de oficinas.

Dimensiones de la nave:

Dimensión	
Superficie terreno	2350 m2
Área nave	1765 m2
Altura	9 m

1.4.1 SISTEMA DE ALIMENTACIÓN

La instalación se alimentará en alta tensión 20kV y dispondrá de un centro de transformación propio, que reducirá la tensión a 400V.

1.4.2 CLASIFICACIÓN DE LAS DEPENDENCIA

Los locales denominados locales de características especiales son aquellos en los que existe una atmósfera húmeda, temperaturas muy variadas en relación con la normal, gases o polvos de materias no inflamables o combustibles. Es decir, todo local en el cual sea necesario conservar la instalación eléctrica en circunstancias distintas a las normales en baja tensión.

Atendiendo a esta descripción, se ha definido dos locales de características especiales dentro de la nave. En concreto un local de clase I y otro local de clase II.

•LOCAL DE CLASE I:

Este se encuentra en el área de barnizado. Y presenta un gran riesgo por la presencia de vapores inflamables de Tolueno, que son emitidos por la cabina de barnizado.

Dentro de la zona se pueden distinguir varios focos de emisión:

• Maquina de pintar por cortina.

Esta máquina utiliza pintura que se encuentra al aire libre, por lo que se pueden producir vapores de tolueno de manera continua.

• Zona de salida de la máquina cortina.

Las puertas, una vez finaliza el tratamiento en la máquina de cortina, se colocan en un carro que más tarde pasa al secadero presurizado. Durante esta maniobra se puede originar una emisión de vapores

• **Secadero presurizado.**

En él los carros de puerta pintada se almacenan durante el tiempo de secado haciendo posible la emisión de vapores.

Aunque este es un local cerrado, provisto de un sistema propio de ventilación que garantiza una atmosfera no peligrosa en su interior, no se puede descartar como foco de emisión

• **Cabina de pintura.**

En esta se realiza el acabado manual de las puertas. Es un local cerrado, con sistema de ventilación propio que garantiza una atmósfera no peligrosa.

Para desclasificar la zona y poder hacer la instalación eléctrica, se instalará un sistema de extracción fijo en todo el local con tal de reducir la extensión de las zonas peligrosas. Este sistema de extracción constara de dos extractores de tal forma que siempre haya uno trabajando. Además, se instalara el punto de extracción cerca de la máquina de pintar por cortina y se hará a una altura baja debido a la mayor densidad del Tolueno frente al aire. La descatalogación se hará de acuerdo a la norma UNE 60079-10.

Aun así se utilizarán medidas preventivas como la utilización de material estanco, con el fin de garantizar una seguridad mayor.

• **LOCAL DE CLASE II:**

Este local se trata del área de fabricación, en la cual las máquinas de corte producen serrín, con el potencial riesgo de que se cree una atmosfera inflamable de este. Clasificación del local según la norma UNE-EN 60079-10-2.

En primer lugar se caracterizará el material. Este se trata de serrín de madera, y tiene una temperatura de inflamación en nube de 520°C, siendo necesario alcanzar concentraciones de más de 50g/m³ para que la atmósfera sea inflamable. La temperatura de inflamación en capa es de 320°C.

Los principales focos de producción de polvo de serrín son la calibradora y la lijadora de banda. Y en menor medida la reguesadora, sierra de cinta, sierra circular, tupi, ingletadoras, perniadoras, taladro y cepilladora.

Por tanto, para eliminar el riesgo potencial que provoca el polvo de serrín, se dispone de un sistema de aspiración que se compone de boquillas situadas junto a la parte de la máquina que produce este polvo, de forma que se elimine la posibilidad de emitir nubes de polvo al ambiente. Todo este polvo absorbido se depositará en dos silos situados en el exterior de la nave.

Además, para mayor seguridad en la aparición de capas se determinará una zona 22 alrededor de cada lijadora de banda y calibradora. Aunque con las operaciones de limpieza normales, estas no deberían aparecer.

Para garantizar una protección mayor se realizará la instalación general con material estanco IP 54.

Por lo que, de esta forma el local en general se considerará no peligroso. Y en ningún caso es posible que la atmosfera de polvo pueda alcanzar la parte superior de la nave, donde se encuentra la instalación de alumbrado.

1.5 CARACTERÍSTICAS DE LA INSTALACIÓN

1.5.1 TIPO DE CONDUCTORES

En toda la nave se utilizará conductores de dos tipos de aislantes según el local en el que se instalen, con el fin de garantizar el aislamiento del conductor de la manera más eficiente y económica posible. Los dos tipos de aislantes empleados son el aislamiento de PVC y el aislamiento de XLPE.

Para las zonas de oficinas y vestuarios se utilizarán conductores de cobre con aislamiento de PVC para 450/750V. En cambio, para las zonas declaradas como peligrosas se utilizarán conductores con aislamiento de XLPE para 0.6/1kV.

Para facilitar una rápida y sencilla identificación de cada conductor se seguirá el siguiente código de colores:

- El conductor neutro será de azul claro.
- El conductor de protección será amarillo-verde.
- Los conductores de fase serán negros, marrones o grises.

Además, se seccionarán los conductores activos de tal forma que cumpla con la sección mínima más desfavorable entre los siguientes criterios según la Guía de Baja Tensión-19:

- Caída de tensión. Dado que nuestra instalación se alimenta directamente en alta tensión mediante un transformador de distribución propio, la sección de los conductores a utilizar se determinará de forma que la caída de tensión entre el origen de la instalación interior y cualquier punto de utilización sea menor del 4.5% para alumbrado y del 6.5% para los demás usos.

- Intensidades máximas admisibles. Las intensidades máximas admisibles se regirán en su totalidad por lo indicado en la Norma UNE 20.460-5-523. Por tanto, a partir de las intensidades admisibles se seleccionará la sección del cable que admita la intensidad nominal establecida por la instalación, adoptando los oportunos factores de corrección. Además de los coeficientes de mayoración de la carga dados en las Instrucciones ITC-BT-44 para alumbrado y ITC-BT-47 para motores.

Los conductores de protección estarán constituidos por el mismo metal que los conductores de fase o polares, y su sección mínima viene determinada por la siguiente tabla:

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

1.5.2 CONEXIONES

Toda conexión deberá realizarse siempre utilizando bornes de conexión montados individualmente o con regletas de conexión. Así mismo, siempre deberán realizarse en el interior de cajas de empalme.

Las cajas de empalme serán de material aislante y no propagador de la llama, en caso de ser metálicas estarán aisladas interiormente y protegidas contra la oxidación. Las dimensiones de las cajas serán tales que permitan alojar holgadamente todos los conductores que deban contener. Además ha de cumplir que su profundidad mínima sea 40 cm, y su lado interior mínimo será de 60mm. En el caso de que se quieran hacer estancas las entradas de los tubos en las cajas, deberán emplearse prensaestopas adecuadas.

1.5.3 TOMAS DE CORRIENTE

Con el objetivo de facilitar el uso de cualquier maquina o aparato eléctrico que no se encuentre fijado dentro de la nave, como maquinas auxiliares, se han dispuestos tomas de corriente en diversos puntos de esta. De esta manera se podrán emplear estos objetos en cualquier punto de la nave.

Todas las tomas de corriente irán provistas de toma de tierra lateral, y tendrán marcadas su tensión e intensidad nominal. Además, serán de material aislante y estarán instaladas en cajas empotradas.

Además, las tomas de corrientes situadas en las zonas peligrosas tendrán un IP 67 con tal de garantizar una seguridad mayor. Debido a que estas tomas estarán totalmente protegidas frente al polvo y soportan una inmersión completa en agua a 1 metro durante 30 minutos.

1.5.4 APARATOS DE MANIOBRA Y DE PROTECCIÓN

Todas las líneas y circuitos de la instalación contendrán la aparatenta eléctrica necesaria que protegerá la maquinaria o dispositivos receptores, así como a las personas. Por lo que toda la instalación estará protegida frente a contactos indirectos, sobrecargas y cortocircuitos. Además los instrumentos de protección se seleccionarán de tal forma que garantice el seccionamiento de la instalación.

Cada uno de los circuitos de la instalación se podrá desconectar por medio de interruptores de corte omnipolar, con separación entre contactos de 4mm. Los interruptores cortarán, sin dar lugar a la formación de arco permanente, la corriente máxima del circuito en el que estén colocados. Estos serán de material aislante y de tipo cerrado. Así mismo, han de permitir 10.000 maniobras de apertura y cierre.

El esquema utilizado es TT, con interruptores diferenciales, destinados a la protección contra contactos indirectos, en las líneas principales a las que se conectan todos los receptores.

La protección contra sobrecargas y cortocircuitos se llevará a cabo mediante interruptores automáticos de corte omnipolar, que permita su accionamiento manual y que esté dotado de elementos de protección contra sobrecarga y cortocircuito. La intensidad admisible de los conductores se reducirá en un 15% en todas las zonas clasificadas como peligrosas de riesgo de incendio o explosión.

No se considerará necesaria la protección frente a armónicos, debido a que la instalación está constituida mayoritariamente por receptores lineales. Tampoco se utilizarán protecciones contra las sobretensiones al estar, la instalación, alimentada por una línea subterránea de alta tensión que se encuentra en situación natural, en lo que respecta a sobretensiones.

1.5.5 CANALIZACIONES

Las canalizaciones tienen el objetivo de transportar y proteger el cableado eléctrico en su distribución por lo que se ha seleccionado el tipo de canalización más adecuado en función de las influencias externas.

Además, la canalización de la instalación interior se regirá por lo estipulado en la ITC-BT-19, ITC-BT-20 y ITC-BT-21. El tipo de canalización empleada en cada caso está determinado en los planos unifilares adjuntos.

La canalización mantendrá siempre una distancia mínima de 3 cm frente a otras no eléctricas. Así mismo, en caso de proximidad con conductos de calefacción, estas se deberán establecer de forma que no puedan alcanzar una temperatura peligrosa. Tampoco se situarán por debajo de otras canalizaciones que puedan dar lugar a condensaciones.

Las canalizaciones deberán estar dispuestas de forma que faciliten su maniobra, inspección y acceso a sus conexiones.

Dentro de la instalación eléctrica se encuentran tres tipos de canalización distintos.

1.5.5.1 CONDUCTORES AISLADOS EMPOTRADOS

Los conductores deberán ir aislados bajo tubo salvo que tengan cubierta y una tensión asignada de 0.6/1kV, se establecerán de acuerdo con lo señalado en las Instrucciones ITC-BT-07 y ITC-BT-21.

1.5.5.2 CONDUCTORES AISLADOS BAJO CANAL PROTECTORA

La canal protectora estará compuesta por paredes no perforadas, y cerrada con una tapa desmontable. Deberán satisfacer lo establecido en la ITC-BT-21.

1.5.5.3 CONDUCTORES BAJO TUBO

Los cales utilizados serán de tensión asignada no inferior a 450/750V y los tubos cumplirán lo establecido en la ITC-BT-21.

Estas canalizaciones tendrán unas dimensiones tales que permitan alojar los conductores de la instalación, manteniendo una reserva de espacio del orden del 30% para futuras ampliaciones.

1.5.6 LUMINARIAS

La distribución de las luminarias se ha llevado a cabo cumpliendo dos criterios. El primero es el de garantizar un nivel mínimo de lúmenes en el área de trabajo, de forma que se pueda llevar a práctica, sin ninguna dificultad visual, la actividad para la cual ha sido diseñado cada local. El segundo criterio que se ha seguido es el de conseguir la máxima productividad posible utilizando temperaturas de color frías. Como mínimo 4000K en sistemas leds y 5000K en sistemas convencionales.

Además, se ha tratado de que el sistema sea lo más eficiente posible mediante la utilización de leds en todas las zonas en el área de barnizado y la de fabricación, en la que se requieren una potencia superior al estar situadas las luminarias en la jácena de la nave. En estas dos zonas se utilizarán lámparas de descarga.

1.6 NECESIDADES

Se ha hecho un estudio de la potencia que necesitará suministrar la instalación eléctrica a la nave. Por lo que las necesidades serán las siguientes:

- POTENCIA TOTAL INSTALADA

La potencia instalada será de 334,61kW, de los cuales 29,55kW corresponderán a alumbrado.

- POTENCIA MÁXIMA ADMISIBLE

La instalación de baja tensión se ha previsto para una potencia de 280kW.

- POTENCIA SIMULTANEA

La instalación está prevista para una simultaneidad del 70% en el área de fabricación y de un 70% en la zona de oficinas.

- NIVELES LUMINOSOS EXIGIDOS

Se requieren como mínimo 500lx en las zonas de fabricación con una temperatura de color superior a los 4000K, además se impedirá el efecto estroboscópico.

En las zonas de vestuarios y servicios se tendrá mínimo 200lx. Mientras que en las oficinas tendremos un mínimo de 500lx y con una temperatura de color superior a los 4000K con tal de tener una iluminación confortable.

1.7 DESCRIPCIÓN DE LAS INSTALACIONES

1.7.1 CENTRO DE TRANSFORMACIÓN

La instalación se alimenta de la red de alta tensión (20kV) a través de un transformador 20000/400V de 400KVA de la propiedad. Estará ubicado en una caseta independiente destinada únicamente a esta finalidad.

Local

La caseta será de construcción prefabricada de hormigón tipo EHC-6T2D con una puerta peatonal de Schneider Electric, de dimensiones 6.440 x 2.500 y altura útil 2.535 mm, cuyas características se describen en esta memoria.

El acceso al C.T. estará restringido al personal de la Cía Eléctrica suministradora y al personal de mantenimiento especialmente autorizado. Se dispondrá de una puerta peatonal cuyo sistema de cierre permitirá el acceso a ambos tipos de personal, teniendo en cuenta que el primero lo hará con la llave normalizada por la Cía Eléctrica.

La propia armadura de mallazo electrosoldado garantizará la perfecta equipotencialidad de todo el prefabricado. Ningún elemento metálico unido al sistema equipotencial será accesible desde el exterior.

El local será impermeable, de tal forma que los techos están diseñados para impedir filtraciones.

Serán conformes a la UNE 20324/93 de tal forma que la parte exterior del edificio prefabricado será de IP23, excepto las rejillas de ventilación donde el grado de protección será de IP33.

Tipo de transformador

El transformador a instalar tendrá el neutro accesible en baja tensión y refrigeración natural, (AN), modelo TRIHAL de Schneider Electric, encapsulado en resina epoxy (aislamiento seco-clase F).

El transformador tendrá los bobinados de AT encapsulados y moldeados en vacío en una resina epoxi con carga activa compuesta de alúmina trihidratada, consiguiendo así un encapsulado ignífugo autoextinguible.

Sus características mecánicas y eléctricas se ajustarán a la Norma UNE 21538 y a las normas particulares de la compañía suministradora.

Características de la Aparata de Alta Tensión.

CARACTERÍSTICAS GENERALES CELDAS SM6

- Tensión asignada: 24 kV.
- Tensión soportada entre fases, y entre fases y tierra:
 - A frecuencia industrial (50 Hz), 1 minuto: 50 kV ef.
 - A impulso tipo rayo: 125 kV cresta.
- Intensidad asignada en funciones de línea: 400 A.
- Intensidad asignada en interruptor automático: 400 A.

- Intensidad asignada en ruptofusibles. 200 A.
- Intensidad nominal admisible durante un segundo: 16 kA ef.
- Valor de cresta de la intensidad nominal admisible: 40 kA cresta, es decir, 2.5 veces la intensidad nominal admisible de corta duración.
- Grado de protección de la envolvente: IP307 según UNE 20324.
- Puesta a tierra.

El conductor de puesta a tierra estará dispuesto a todo lo largo de las celdas según UNE-EN 62271-200, y estará dimensionado para soportar la intensidad admisible de corta duración.

El embarrado estará sobredimensionado para soportar sin deformaciones permanentes los esfuerzos dinámicos que en un cortocircuito se puedan presentar y que se detallan en el apartado de cálculos.

CELDAS:

CELDA DE LINEA

Celda Schneider Electric de interruptor-seccionador gama SM6, modelo IM, de dimensiones: 375 mm de anchura, 940 mm de profundidad, 1.600 mm de altura, y conteniendo:

- Juego de barras tripolar de 400 A.
- Interruptor-seccionador de corte en SF6 de 400 A, tensión de 24 kV y 16 kA.
- Seccionador de puesta a tierra en SF6.
- Indicadores de presencia de tensión.
- Mando CIT manual.
- Embarrado de puesta a tierra.
- Bornes para conexión de cable.

Estas celdas estarán preparadas para una conexión de cable seco monofásico de sección máxima de 240 mm².

CELDA DE PROTECCIÓN CON INTERRUPTOR AUTOMÁTICO.

Celda Schneider Electric de protección con interruptor automático gama SM6, modelo DM1C, de dimensiones: 750 mm de anchura, 1.220 mm de profundidad, 1.600 mm de altura, y conteniendo:

- Juegos de barras tripolares de 400 A para conexión superior con celdas adyacentes, de 16 kA.
- Seccionador en SF6.
- Mando CS1 manual.
- Interruptor automático de corte en SF6 (hexafluoruro de azufre) tipo Fluarc SF1, tensión de 24 kV, intensidad de 400 A, poder de corte de 16 kA, con bobina de apertura a emisión de tensión 220 V c.a., 50 Hz.
- Mando RI de actuación manual.
- Embarrado de puesta a tierra.

- Seccionador de puesta a tierra.

- 3 Transformadores toroidales para la medida de corriente mediante Sepam.

- Relé Sepam T20 destinado a la protección general o a transformador. Dispondrá de las siguientes protecciones y medidas:

- Máxima intensidad de fase (50/51) con un umbral bajo a tiempo dependiente o independiente y de un umbral alto a tiempo independiente,

- Máxima intensidad de defecto a tierra (50N/51N) con un umbral bajo a tiempo dependiente o independiente y de un umbral alto a tiempo independiente, Imagen térmica (49rms)

- Medida de las distintas corrientes de fase,

- Medida de las corrientes de apertura (I1, I2, I3, I0).

El correcto funcionamiento del relé estará garantizado por medio de un relé interno de autovigilancia del propio sistema. Tres pilotos de señalización en el frontal del relé indicarán el estado del Sepam (aparato en tensión, aparato no disponible por inicialización o fallo interno, y piloto 'trip' de orden de apertura).

El Sepam es un relé indirecto alimentado por batería+cargador.

Dispondrá en su frontal de una pantalla digital alfanumérica para la lectura de las medidas, reglajes y mensajes.

- Enclavamiento por cerradura tipo E24 impidiendo el cierre del seccionador de puesta a tierra y el acceso al compartimento inferior de la celda en tanto que el disyuntor general B.T. no esté abierto y enclavado. Dicho enclavamiento impedirá además el acceso al transformador si el seccionador de puesta a tierra de la celda DM1C no se ha cerrado previamente.

CELDA DE MEDIDA

Celda Schneider Electric de medida de tensión e intensidad con entrada y salida inferior por cable gama SM6, modelo GBC2C, de dimensiones: 750 mm de anchura, 1.038 mm de profundidad, 1.600 mm de altura, y conteniendo:

- Juegos de barras tripolar de 400 A y 16 kA.

- Entrada y salida por cable seco.

- 3 Transformadores de intensidad de relación 15-30/5A, 10VA CL.0.2S, Ith=200In y aislamiento 24 kV.

- 3 Transformadores de tensión unipolares, de relación 22.000:V3/110:V3, 25VA, CL0.2, Ft= 1,9 y aislamiento 24 kV.

Medida de la Energía Eléctrica

La medida de energía se realizará mediante un cuadro de contadores conectado al secundario de los transformadores de intensidad y de tensión de la celda de medida.

El cuadro de contadores estará formado por un armario de doble aislamiento de HIMEL modelo PLA-773T/AT-ID de dimensiones 750 mm de alto x 750 mm de ancho y 320 mm de fondo, equipado de los siguientes elementos:

- Contador electrónico de energía eléctrica clase 0.2 con medida:
 - Activa: bidireccional
 - Reactiva: dos cuadrantes
- Registrador local de medidas con capacidad de lectura directa de la memoria del contado. Registro de curvas de carga horaria y cuartohoraria.
- Modem para comunicación remota.
- Regleta de comprobación homologada.
- Elementos de conexión.
- Equipos de protección necesarios.

Tierra de Protección

Se conectarán a tierra los elementos metálicos de la instalación que no estén en tensión normalmente, pero que puedan estarlo a causa de averías o circunstancias externas.

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

1.7.2 INSTALACIONES DE ENLACE

La instalación de enlace se podrá simplificar, según la ITC-BT-12, al tratarse de un suministro para un único usuario. Por tanto, no existirá la línea general de alimentación. Por lo tanto, el fusible de seguridad coincide con el fusible del cuadro general de protección.

La protección general contra cortocircuitos estará formada por fusibles de 500A con un interruptor manual de corte omnipolar.

1.7.3 INSTALACIONES RECEPTORAS

CONSIDERACIONES GENERALES

En los cuadros eléctricos se situará toda la aparatada eléctrica de protección y maniobra de los circuitos.

Los cuadros serán diseñados para servicio interior, completamente estancos al polvo y la humedad. Las envolventes de los cuadros tendrán un grado de protección mínimo IP54.

Los dispositivos generales e individuales de mando y protección, cuya posición de servicio será vertical se ubicarán en el interior de cuadros de distribución.

CUADRO GENERAL Y COMPOSICIÓN

El cuadro general ira colocado junto al transformador y lo más cercano posible a los receptores de mayor potencia. Estará alimentado por un conductor de 3x240/12+TT120mm² de sección de Cu.

A partir del cuadro general se alimentarán los distintos cuadros secundarios distribuidos por la planta, así como las líneas de alumbrado tanto interior como exterior. Tal y como puede observarse en los esquemas unifilares. El cuadro estará compuesto por los dispositivos de mando y control a continuación descritos:

- Un interruptor general automático de corte tetrapolar y de intensidad nominal de 500A y poder de corte de 15kA.
- Un interruptor automático de corte tetrapolar y de intensidad nominal de 100A y poder de corte de 15kA que protege la línea de alimentación del cuadro B.
- Un interruptor automático de corte tetrapolar y de intensidad nominal de 125A y poder de corte de 15kA que protege la línea de alimentación del cuadro C.
- Un interruptor automático de corte tetrapolar y de intensidad nominal de 125A y poder de corte de 15kA que protege la línea de alimentación del cuadro D.
- Un interruptor automático de corte tetrapolar y de intensidad nominal de 100A y poder de corte de 15kA que protege la línea de alimentación del cuadro E.
- Un interruptor automático de corte tetrapolar y de intensidad nominal de 80A y poder de corte de 15kA que protege la línea de alimentación del cuadro F.
- Un interruptor magnetotérmico de corte tetrapolar y de intensidad nominal de 50A y poder de corte de 15kA que protege la línea de alimentación del cuadro G.
- Un interruptor automático de corte tetrapolar y de intensidad nominal de 100A y poder de corte de 15kA que protege la línea de alimentación del cuadro H.
- Un interruptor magnetotérmico de corte tetrapolar y de intensidad nominal de 20A y poder de corte de 15kA que protege la línea de alimentación del cuadro I.
- Un interruptor magnetotérmico de corte tetrapolar y de intensidad nominal de 16A y poder de corte de 15kA que protege la línea de alimentación del cuadro J.
- Un interruptor diferencial bipolar de intensidad nominal de 16A y sensibilidad 30mA y un interruptor magnetotérmico de corte bipolar y de intensidad nominal de 10A y poder de corte de 15kA que protege la línea auxiliar de la centralita y alarma.
- Un interruptor diferencial tetrapolar de intensidad nominal de 200A y sensibilidad 300mA y un interruptor magnetotérmico de corte tetrapolar y de intensidad nominal de 200A y poder de corte de 15kA que protege el sistema de compensación de energía reactiva.
- Un interruptor diferencial bipolar de intensidad nominal de 80A y sensibilidad 30mA que protege todas las líneas de alumbrado descritas a continuación:
 - o Un interruptor magnetotérmico de corte tetrapolar y de intensidad nominal de 10A y poder de corte de 15kA que protege la línea de alumbrado 1.

- Un interruptor magnetotérmico de corte tetrapolar y de intensidad nominal de 10A y poder de corte de 15kA que protege la línea de alumbrado 2.
- Un interruptor magnetotérmico de corte tetrapolar y de intensidad nominal de 10A y poder de corte de 15kA que protege la línea de alumbrado 3.
- Un interruptor magnetotérmico de corte tetrapolar y de intensidad nominal de 10A y poder de corte de 15kA que protege la línea de alumbrado 4.
- Un interruptor magnetotérmico de corte tetrapolar y de intensidad nominal de 10A y poder de corte de 15kA que protege la línea de alumbrado 5.
- Un interruptor magnetotérmico de corte tetrapolar y de intensidad nominal de 10A y poder de corte de 15kA que protege la línea de alumbrado 6.
- Un interruptor magnetotérmico de corte tetrapolar y de intensidad nominal de 10A y poder de corte de 15kA que protege la línea de alumbrado exterior.
- Un interruptor magnetotérmico de corte tetrapolar y de intensidad nominal de 10A y poder de corte de 15kA que protege la línea de alumbrado de la escalera.

CUADROS SECUNDARIOS

La instalación se ha seccionado en distintos cuadros de tal forma que cualquier perturbación en el sistema no afecte a toda la instalación y no se pare el funcionamiento de la fábrica.

En total se dispone de 9 cuadros secundarios distribuidos por toda la nave industrial. Todos ellos están colocados en la pared y en fuera de las zonas de transporte material con el fin de evitar cualquier accidente mecánico que ponga en riesgo la seguridad de la instalación.

La composición de cada cuadro es la siguiente:

Cuadro B

- Un interruptor automático de corte tetrapolar y de intensidad nominal de 100A y poder de corte de 15kA y un interruptor diferencial de corte tetrapolar de intensidad nominal de 100A y sensibilidad de 300mA
- Un interruptor magnetotérmico de corte tetrapolar y de intensidad nominal de 15A y poder de corte de 15kA que protege la cortina.
- Un interruptor magnetotérmico de corte tetrapolar y de intensidad nominal de 10A y poder de corte de 15kA que protege la limpiadora
- Un interruptor automático de corte tetrapolar y de intensidad nominal de 80A y poder de corte de 15kA que protege la calibradora.
- Un interruptor magnetotérmico de corte tetrapolar y de intensidad nominal de 10A y poder de corte de 15kA que protege la transfer 1.
- Un interruptor magnetotérmico de corte tetrapolar y de intensidad nominal de 10A y poder de corte de 15kA que protege la transfer 2.

- Un interruptor magnetotérmico de corte tetrapolar y de intensidad nominal de 10A y poder de corte de 15kA que protege la toma de corriente 1.

CUADRO C

- Un interruptor automático de corte tetrapolar y de intensidad nominal de 125A y poder de corte de 15kA y un interruptor diferencial de intensidad nominal de 125A y sensibilidad de 300mA
- Un interruptor automático de corte tetrapolar y de intensidad nominal de 80A y poder de corte de 15kA que protege la instalación de aspiración 1.
- Un interruptor automático de corte tetrapolar y de intensidad nominal de 80A y poder de corte de 15kA que protege la instalación de aspiración 2.

CUADRO D

- Un interruptor automático de corte tetrapolar y de intensidad nominal de 125A y poder de corte de 15kA.
- Un interruptor diferencial de corte tetrapolar de intensidad nominal de 125A y sensibilidad de 300mA que protege los siguientes dispositivos:
 - o Un interruptor magnetotérmico de corte tetrapolar de intensidad nominal de 32A y poder de corte de 15kA que protege la cabina de pintura.
 - o Un interruptor magnetotérmico de corte tetrapolar de intensidad nominal de 10A y poder de corte de 15kA que protege la secadora.
 - o Un interruptor automático de corte tetrapolar de intensidad nominal de 80A y poder de corte de 15kA que protege el compresor.
 - o Un interruptor magnetotérmico de corte tetrapolar de intensidad nominal de 10A y poder de corte de 15kA que protege la toma de corriente.
- Un interruptor diferencial de corte tetrapolar de intensidad nominal de 16A y sensibilidad de 300mA y un interruptor magnetotérmico de corte tetrapolar de intensidad nominal de 10A y poder de corte de 15kA que protege el extractor de barnizado.

CUADRO E

- Un interruptor automatico de corte tetrapolar de intensidad nominal de 100A y un poder de corte de 15kA.
- Un interruptor diferencial de corte tetrapolar de intensidad nominal de 63A y sensibilidad de 300mA que protege los siguientes dispositivos:
 - o Un interruptor magnetotérmico de corte tetrapolar de intensidad nominal de 10A y poder corte 10kA que protege la lijadora de banda.
 - o Un interruptor magnetotérmico de corte tetrapolar de intensidad nominal de 20A y poder corte 10kA que protege la cepilladora.
 - o Un interruptor magnetotérmico de corte tetrapolar de intensidad nominal de 25A y poder corte 10kA que protege la regruesadora.

- Un interruptor diferencial de corte tetrapolar de intensidad nominal de 63A y sensibilidad de 300mA que protege los siguientes dispositivos:
 - o Un interruptor magnetotérmico de corte tetrapolar de intensidad nominal de 10A y poder corte 10kA que protege la lijadora de banda 2.
 - o Un interruptor magnetotérmico de corte tetrapolar de intensidad nominal de 20A y poder corte 10kA que protege la cepilladora 2.
 - o Un interruptor magnetotérmico de corte tetrapolar de intensidad nominal de 25A y poder corte 10kA que protege la regruesadora 2.
 - o Un interruptor magnetotérmico de corte tetrapolar de intensidad nominal de 10A y poder corte 10kA que protege la toma de corriente.

CUADRO F

- Un interruptor automático de corte tetrapolar de intensidad nominal de 80A y un poder de corte de 15kA.
- Un interruptor diferencial de corte tetrapolar de intensidad nominal de 63A y sensibilidad de 300mA que protege los siguientes dispositivos:
 - o Un interruptor magnetotérmico de corte tetrapolar de intensidad nominal de 20A y poder corte 10kA que protege la sierra cinta 1.
 - o Un interruptor magnetotérmico de corte tetrapolar de intensidad nominal de 10A y poder corte 10kA que protege la tupi 1.
 - o Un interruptor magnetotérmico de corte tetrapolar de intensidad nominal de 10A y poder corte 10kA que protege la circular.
 - o Un interruptor magnetotérmico de corte tetrapolar de intensidad nominal de 10A y poder corte 10kA que protege los alimentadores.
 - o Un interruptor magnetotérmico de corte tetrapolar de intensidad nominal de 10A y poder corte 10kA que protege la ingletadora radial.
 - o Un interruptor magnetotérmico de corte tetrapolar de intensidad nominal de 10A y poder corte 10kA que protege la ingletadora.
 - o Un interruptor magnetotérmico de corte tetrapolar de intensidad nominal de 10A y poder corte 10kA que protege la toma de corriente 5.
- Un interruptor diferencial de corte tetrapolar de intensidad nominal de 63A y sensibilidad de 300mA que protege los siguientes dispositivos:
 - o Un interruptor magnetotérmico de corte tetrapolar de intensidad nominal de 20A y poder corte 10kA que protege la sierra cinta 2.
 - o Un interruptor magnetotérmico de corte tetrapolar de intensidad nominal de 10A y poder corte 10kA que protege la tupi 2.
 - o Un interruptor magnetotérmico de corte tetrapolar de intensidad nominal de 10A y poder corte 10kA que protege la circular 2.

- Un interruptor magnetotérmico de corte tetrapolar de intensidad nominal de 10A y poder corte 10kA que protege los alimentadores 2.
- Un interruptor magnetotérmico de corte tetrapolar de intensidad nominal de 10A y poder corte 10kA que protege la ingletadora radial 2.
- Un interruptor magnetotérmico de corte tetrapolar de intensidad nominal de 10A y poder corte 10kA que protege la ingletadora 2.
- Un interruptor magnetotérmico de corte tetrapolar de intensidad nominal de 10A y poder corte 10kA que protege la toma de corriente 6.

CUADRO G

- Un interruptor automático de corte tetrapolar de intensidad nominal de 50A y un poder de corte de 15kA.
- Un interruptor diferencial de corte tetrapolar de intensidad nominal de 40A y sensibilidad de 300mA que protege los siguientes dispositivos:
 - Un interruptor magnetotérmico de corte tetrapolar de intensidad nominal de 32A y poder corte 10kA que protege el taladro.
 - Un interruptor magnetotérmico de corte tetrapolar de intensidad nominal de 10A y poder corte 10kA que protege la perniadora.
- Un interruptor diferencial de corte tetrapolar de intensidad nominal de 16A y sensibilidad de 300mA y un interruptor magnetotérmico de corte tetrapolar de intensidad nominal de 10A y poder de corte de 10kA que protege la toma de corriente 7.

CUADRO H

- Un interruptor automático de corte tetrapolar de intensidad nominal de 100A y un poder de corte de 15kA.
- Un interruptor diferencial de corte tetrapolar de intensidad nominal de 125A y sensibilidad de 300mA que protege los siguientes dispositivos:
 - Un interruptor magnetotérmico de corte tetrapolar de intensidad nominal de 32A y poder corte 10kA que protege el taladro.
 - Un interruptor magnetotérmico de corte tetrapolar de intensidad nominal de 10A y poder corte 10kA que protege la perniadora.
 - Un interruptor magnetotérmico de corte tetrapolar de intensidad nominal de 40A y poder corte 10kA que protege el guillotina.
 - Un interruptor magnetotérmico de corte tetrapolar de intensidad nominal de 10A y poder corte 10kA que protege la juntadora.
 - Un interruptor magnetotérmico de corte tetrapolar de intensidad nominal de 20A y poder corte 10kA que protege el cizalla de testas.
- Un interruptor diferencial de corte tetrapolar de intensidad nominal de 16A y sensibilidad de 300mA y un interruptor magnetotérmico de corte tetrapolar de intensidad nominal de 10A y poder de corte de 10kA que protege la toma de corriente 8.

CUADRO I

- Un interruptor magnetotérmico de corte tetrapolar de intensidad nominal de 20A y un poder de corte de 15kA.
- Un interruptor diferencial de corte tetrapolar de intensidad nominal de 63A y sensibilidad de 30mA que protege los siguientes dispositivos:
 - o Un interruptor magnetotérmico de corte bipolar de intensidad nominal de 16A y poder de corte 6kA que protege la toma de corriente lavabos 1.
 - o Un interruptor magnetotérmico de corte bipolar de intensidad nominal de 16A y poder de corte 6kA que protege la toma de corriente vestuarios 1.
 - o Un interruptor magnetotérmico de corte bipolar de intensidad nominal de 16A y poder de corte 6kA que protege la toma de corriente lavabos 2.
 - o Un interruptor magnetotérmico de corte bipolar de intensidad nominal de 16A y poder de corte 6kA que protege la toma de corriente vestuarios 2.
- Un interruptor diferencial de corte bipolar de intensidad nominal de 16A y sensibilidad de 30mA que protege los siguientes dispositivos:
 - o Un interruptor magnetotérmico de corte bipolar de intensidad nominal de 10A y poder de corte 6kA que protege la línea de alumbrado del vestuario 1.
 - o Un interruptor magnetotérmico de corte bipolar de intensidad nominal de 10A y poder de corte 6kA que protege la línea de alumbrado del vestuario 2.

CUADRO J

- Un interruptor magnetotérmico de corte tetrapolar de intensidad nominal de 16A y un poder de corte de 15kA.
- Un interruptor diferencial de corte tetrapolar de intensidad nominal de 63A y sensibilidad de 30mA que protege los siguientes dispositivos:
 - o Un interruptor magnetotérmico de corte bipolar de intensidad nominal de 10A y poder de corte 6kA que protege la toma de corriente ordenadores 1.
 - o Un interruptor magnetotérmico de corte bipolar de intensidad nominal de 10A y poder de corte 6kA que protege la toma de corriente ordenadores 2.
 - o Un interruptor magnetotérmico de corte bipolar de intensidad nominal de 16A y poder de corte 6kA que protege la toma de corriente oficinas.
 - o Un interruptor magnetotérmico de corte bipolar de intensidad nominal de 16A y poder de corte 6kA que protege la toma de corriente oficinas 2.
- Un interruptor diferencial de corte bipolar de intensidad nominal de 16A y sensibilidad de 30mA que protege los siguientes dispositivos:
 - o Un interruptor magnetotérmico de corte bipolar de intensidad nominal de 10A y poder de corte 6kA que protege la línea de alumbrado del despacho.

- Un interruptor magnetotérmico de corte bipolar de intensidad nominal de 10A y poder corte 6kA que protege la línea de alumbrado de la oficina.

PROTECCIÓN DE MOTORES Y RECEPTORES.

Todos los motores estarán protegidos con guardamotores o equipos similares. El resto de receptores se protegerá con magnetotérmicos.

LÍNEA AUXILIAR

Se conectará una línea auxiliar al cuadro general de mando y protección con el fin de alimentar y dar servicio a la alarma y la centralita telefónica.

LÍNEAS DE DISTRIBUCIÓN Y CANALIZACIONES

Las líneas de sección se han diseñado con la sección necesaria para cumplir con el criterio de caída de tensión y por criterio térmico. Las secciones serán las que se indican en las tablas adjuntas y en los esquemas unifilares.

Los tubos y otras canalizaciones tendrán como mínimo la sección que indican los planos.

DESCRIPCIÓN

CUADRO GENERAL DE MANDO Y PROTECCIÓN

Denominación	Long(m)	P. Calculo (W)	I. Diseño (A)	Sección (mm²)	Curvas validas
Cuadro B	38	53950	97,45	70	100 B,C,D
Cuadro C	36	67500	121,93	95	125 B,C,D
Cuadro D	44	57250	103,41	70	125 B,C,D
Cuadro E	67	48000	86,71	50	100 B,C,D
Cuadro F	80	33250	60,06	25	80 B,C,D
Cuadro G	47	22652,5	40,92	10	50 B,C,D
Cuadro H	16	50590	91,38	50	100 B,C,D
Cuadro I	15	9128	16,49	4	20 B,C,D
Cuadro J	20	8117	14,66	4	16 B,C,D
L. Alumbrado 1	35	3600	10,27	1,5	10 B,C,D
L. Alumbrado 2	40	4320	12,33	1,5	25B,C,D
L. Alumbrado 3	50	3600	10,27	1,5	10 B,C,D
L. Alumbrado 4	56	3600	10,27	1,5	10 B,C,D
L. Alumbrado 5	65	3600	10,27	1,5	10 B,C,D
L. Alumbrado 6	70	3600	10,27	1,5	10 B,C,D
L. Alumbrado Ext	80	490	1,53	1,5	10 B,C,D
L. Alumb. Escalera	20	120	0,38	1,5	10 B,C,D
Batería Cond.	5	134000	192,33	95	200 B,C,D
L. Auxiliar	30	300	1,88	2,5	10 B,C,D

SUBCUADRO B

Denominación	Long (m)	Pot. Calc. (W)	I. Diseño(A)	Sección (mm²)	Curvas Validas
Cortina	12	4500	10,161	2,5	16 B,C,D
Limpiadora	4	3000	6,774	2,5	10 B,C,D
Calibradora	14	30750	69,432	25	80 B,C,D

Transfer 1	5	1500	3,387	2,5	10 B,C,D
Transfer 2	5	1500	3,387	2,5	10 B,C,D
Toma corriente	15	5000	9,032	2,5	10 B,C,D

SUBCUADRO C

Denominación	Long(m)	Pot. Calc (W)	I. Diseño (A)	Sección (mm ²)	Curvas Validas
Inst. Aspiracion 1	16,5	30000	67,738	35	80 B,C,D
Inst. Aspiracion 2	21,5	30000	67,738	35	80 B,C,D

SUBCUADRO D

Denominación	Long(m)	Pot. Calc (W)	I. Diseño (A)	Sección (mm ²)	Curvas Validas
Cabina Pintura	12	12750	28,789	6	32 B,C,D
Secadora	14	2000	4,516	2,5	10 B,C,D
Compresor	14	30000	67,738	35	80 B,C,D
Toma corriente	14	5000	9,032	2,5	10 B,C,D
Extractor	15	4000	9,032	2,5	10 B,C,D

SUBCUADRO E

Denominación	Long(m)	Pot. Calc (W)	I. Diseño (A)	Sección (mm ²)	Curvas Validas
Lijadora Banda	6	2250	5,080	2,5	10 B,C,D
Cepilladora	8	8000	18,064	4	20 B,C,D
Regruesadora	8	10000	22,579	6	25 B,C,D
Lijadora Banda 2	6	2250	5,080	2,5	10 B,C,D
Cepilladora 2	15	8000	18,064	4	20 B,C,D
Regruesadora 2	15	10000	22,579	6	25 B,C,D
Toma corriente	2	5000	9,032	2,5	10 B,C,D

SUBCUADRO F

Denominación	Long (m)	Pot. Calculo (W)	I. Diseño (A)	Sección (mm ²)	Curvas Validas
Sierra Cinta	4	8000	18,064	4	20 B,C,D
Tupi 1	8	3750	8,467	2,5	10 B,C,D
Circular	12	3000	6,774	2,5	10 B,C,D
Alimentadores	12	1250	2,822	2,5	10 B,C,D
Ingletadora Red.	20	3000	6,774	2,5	10 B,C,D
Ingletadora	16	2250	5,080	2,5	10 B,C,D
Toma corriente	2	5000	9,032	2,5	10 B,C,D
Sierra Cinta 2	4	8000	18,064	4	20 B,C,D
Tupi 2	15	3750	8,467	2,5	10 B,C,D
Circular 2	18	3000	6,774	2,5	10 B,C,D
Alimentadores 2	15	1250	2,822	2,5	10 B,C,D
Ingletadora Red.2	21	3000	6,774	2,5	10 B,C,D
Ingletadora 2	20	2250	5,080	2,5	10 B,C,D
Toma corriente 2	17	5000	9,032	2,5	10 B,C,D

SUBCUADRO G

Denominación	Long (m)	Pot. Calc (W)	I. Diseño(A)	Sección (mm ²)	Curvas Validas
Taladro	5	11250	25,402	6	32 B,C,D
Perniadora	4	3590	8,106	2,5	10 B,C,D
Toma Corriente	4	5000	9,032	2,5	10 B,C,D

SUBCUADRO H

Denominación	Long (m)	Pot. Calc. (W)	I. Diseño(A)	Sección (mm ²)	Curvas Validas
Taladro	5	11250	25,402	6	32 B,C,D
Perniadora	12	3590	8,106	2,5	10 B,C,D
Guillotina	8	15000	33,869	10	40 B,C,D
Juntadora	20	4000	9,032	2,5	10 B,C,D
Cizalla de Testas	15	8000	18,064	4	20 B,C,D
Toma Corriente	20	5000	9,032	2,5	10 B,C,D

SUBCUADRO I

Denominación	Long (m)	Pot. Calc. (W)	I. Diseño (A)	Sección (mm ²)	Curvas Validas
T.coriente Lava.1	10	2200	11,957	2,5	16 B,C,D
T.coriente Vest 1	10	2200	11,957	2,5	16 B,C,D
T.coriente Lava.2	20	2200	11,957	2,5	16 B,C,D
T.coriente Vest 2	10	2200	11,957	2,5	16 B,C,D
Alumbrado Vest 1	8	164	0,891	1,5	10 B,C,D
Alumbrado Vest 2	15	164	0,891	1,5	10 B,C,D

SUBCUADRO J

Denominación	Long (m)	Pot. Calc (W)	I. Diseño (A)	Sección (mm ²)	Curvas Validas
T. Ordenadores 1	10	1600	8,696	2,5	10 B,C,D
T. Ordenadores 2	21	1600	8,696	2,5	10 B,C,D
T. Corr. Ofic. 1	20	2200	11,957	2,5	16 B,C,D
T. Corr. Ofic. 2	20	2200	11,957	2,5	16 B,C,D
Alumb. Ofic	40	264	1,435	1,5	10 B,C,D
Alumb Despacho	40	264	1,435	1,5	10 B,C,D

1.7.4 INSTALACIÓN DE TOMA TIERRA

La puesta a tierra tiene como objetivo limitar la tensión, respecto a tierra, que puedan presentar en un momento dado las masas metálicas. Además facilita la actuación de las protecciones y disminuir el riesgo que supone una avería en los materiales eléctricos utilizados. Es decir, evitará que aparezcan diferencias de potencial peligrosas, al mismo tiempo que permitirá el paso a tierra de corrientes de defecto.

Se creará un anillo mallado cerrado en toda la estructura del edificio, con el objetivo de crear una red equipotencial, a la cual se conectarán las masas. Es decir, se conectará cualquier parte conductora, normalmente metálica, accesible de un aparato que es susceptible de ser puesta bajo tensión.

El anillo mallado contará con 8 picas verticales de Cu de 14mm de 2 metros.

La profundidad a la cual irán enterrados estos conductores no será nunca inferior a 0,50 metros con el fin de garantizar que alteraciones en las superficies del terreno, como puede ser la pérdida de humedad, la presencia de hielo u otros efectos climáticos, no hagan aumentar la resistencia de la toma tierra por encima del valor necesitado.

De la toma tierra derivarán los conductores de protección para cada suministro. Estos tienen como objetivo proteger contra posibles contactos indirectos. La sección debe cumplir:

- $S_{\text{PROT}} = S_{\text{FASE}}$ para $S_{\text{FASE}} < 16 \text{ mm}^2$.
- $S_{\text{PROT}} = S_{\text{FASE}}/2$ con un mínimo de 16 mm^2 para el resto de suministros.

1.7.5 RED DE EQUIPOTENCIALIDAD

Los conductores de equipotencialidad tienen la finalidad de unir elementos conductores con el sistema de puesta a tierra con el fin de minimizar las tensiones de contacto que aparecen entre los elementos conductores y masas cercanas a ellos.

Por lo que se conectarán a redes de equipotencialidad las redes de tuberías y elementos metálicos en cuartos de baño con ducha.

Los conductores serán de 6 mm^2 , de color amarillo-verde. Las redes de equipotencialidad se conectarán a tierra.

1.7.6 COMPENSACIÓN DE ENERGÍA REACTIVA

Con el fin de trabajar con factores de potencia próximos a la unidad y conseguir una bonificación en la tarifa al permitir que los diferentes componentes de la red trabajen de la manera más eficaz posible. Se instalará un sistema de compensación de reactiva con una potencia de la batería de 134KVAR.

El sistema de compensación que se usará es el de una compensación centralizada. Es decir, se compensará la potencia reactiva de toda una instalación, mediante la conexión y desconexión de una serie de condensadores, dicha desconexión o conexión se llevará a cabo automáticamente dependiendo de la demanda de potencia reactiva de la instalación.

La gama de regulación de la potencia del sistema es de 1:2:4. Con la que obtenemos un número de escalones de 7, es decir, podremos conseguir 7 saltos o escalones de igual potencia.

1.7.7 ALUMBRADOS ESPECIALES

Toda la planta dispondrá de equipos autónomos de alumbrado de emergencia, que proporcionarán al menos 1 lux en el eje de las vías de evacuación y en las puertas de salida. Así como 5lx en el cuadro general y en los elementos de protección contra incendios.

El alumbrado de emergencia irá conectado a la línea de alumbrado más cercana en cada caso. La sección del cable del alumbrado será de 1.5 mm^2 y en todos los casos estará protegido por el interruptor magnetotérmico de la línea de alumbrado a la cual se conecta. La protección de ambas

líneas es posible debido a que la sección de ambos conductores, el de la línea de alumbrado y la línea de alumbrado de emergencia, es la misma.

1.8 INSTALACIONES EN ZONAS ESPECIALES

En estas zonas se utilizarán todos los medios y precauciones posibles para evitar cualquier incendio o accidente.

Se utilizarán materiales y elementos adecuados en zonas clasificadas como peligrosas (clase I o clase II). Estos materiales son:

- Elementos estancos al polvo IP54 o superior, con resistencia a compresión y a impacto fuerte y clase T3 de temperatura.
- Material de seguridad aumentada EX – e
- Elementos de categoría 2 en zonas 1,2, 21 y 22.
- Elementos de categoría 3 en zonas 2 y 22.
- Instalación bajo tubo metálico con resistencia a compresión y a impacto fuerte(4)

En las zonas 0 y 20 no se realizara ninguna instalación eléctrica bajo ningún concepto.

En el resto de zonas los conductores se dimensionarán para una intensidad un 15% mayor que la demandada con el fin de evitar un sobrecalentamiento del conductor.

2. CÁLCULOS

2.1 TENSIÓN NOMINAL Y CAIDA DE TENSIÓN

La tensión nominal en la instalación de los circuitos monofásicos es de 230V, mientras que en los circuitos trifásicos es de 400V.

Al tratarse de un de una instalación alimentada desde un centro de transformación propio, se puede considerar el origen de la instalación la salida de baja tensión del transformador, y así poder admitirse caídas de tensión hasta 4.5% para alumbrado y 6.5% para fuerza motriz u otros usos.

Por lo que las máximas tensiones admisibles serán:

- Alumbrado

$$230 \times \frac{4.5}{100} = 10.35 V$$

- Circuitos de fuerza monofásicos:

$$230 \times \frac{6.5}{100} = 14.95 V$$

- Circuitos de fuerza motriz trifásicos:

$$400 \times \frac{6.5}{100} = 26 V$$

2.2 FÓRMULAS UTILIZADAS

2.2.1 CÁLCULO CORRIENTE DE CADA LÍNEA

Calcularemos la corriente de cada línea con las siguientes formulas:

$$\text{Monofásica } I = \frac{P}{V \times \cos \varphi}$$

$$\text{Trifásica } I = \frac{P}{\sqrt{3} \times V \times \cos \varphi}$$

Siendo:

P=Potencia máxima en la línea

V=Tensión de la línea, 400V trifásica o 230V monofásica

Cos φ = Factor de potencia

2.2.2 CÁLCULO DE LA CAIDA DE TENSIÓN

Las formulas empleadas para el cálculo de la caída de tensión son:

- **En un sistema monofásico:**

$$\varepsilon = \frac{2 \times P \times L}{K \times V \times S} \quad \varepsilon(\%) = \frac{\varepsilon \times 100}{V_n}$$

ε = Caída de tensión en V.

(%)= Caída de tensión en valor porcentual.

P= Potencia máxima de la línea.

L= Longitud de la línea

V= Tensión nominal de la línea

S= Sección del conductor

K= Conductividad eléctrica del conductor, Cu (56)

- **En un sistema trifásico:**

$$\varepsilon = \frac{P \times L}{K \times V \times S} \quad \varepsilon(\%) = \frac{\varepsilon \times 100}{Vn}$$

ε = Caída de tensión en V.

(%)= Caída de tensión en valor porcentual.

P= Potencia máxima de la línea.

L= Longitud de la línea

V= Tensión nominal de la línea

S= Sección del conductor

K= Conductividad eléctrica del conductor, Cu (56)

2.2.3 CÁLCULO CONDUCTIVIDAD ELECTRICICA

La conductividad eléctrica es la inversa de resistividad eléctrica del conductor:

$$K = \frac{1}{r}$$

La resistividad eléctrica depende de la temperatura de trabajo para ello utilizaremos la siguiente formula:

$$r = r_{20}[1 + a(T - 20)]$$

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

K= Conductividad del conductor a la temperatura T

r=Resistividad del conductor a la temperatura T

r₂₀=Resistividad del conductor a 20°C (Cu=0.01724)

T=Temperatura del conductor

T₀=Temperatura ambiente

T_{max}=Temperatura máxima admisible del conductor(XLPE=90°C o PVC=70°C)

I=Intensidad prevista por el conductor

I_{max}= Intensidad máxima admisible del conductor

2.2.4 CÁLCULO PROTECCIÓN SOBRECARGAS

$$I_b \leq I_n \leq I_z$$

$$I_2 \leq 1.45I_z$$

I_b: Intensidad utilizada en el circuito

I_z: Intensidad admisible del conductor

I_n: Intensidad nominal del dispositivo de protección

I₂: Intensidad que asegura el funcionamiento del dispositivo de protección (1.45I_n para interruptores automáticos).

2.2.5 CÁLCULO PROTECCIÓN CORTOCIRCUITO

Para la protección de cortocircuito calcularemos las intensidades de cortocircuito máximas y mínimas, y el tiempo máximo en segundos que un conductor soporta la corriente.

$$I_{ccmax} = \frac{U}{\sqrt{3} * Z_c}$$

U= Tensión trifásica en V.

Z_c= Impedancia total en mohm, aguas arriba del punto de cortocircuito.

$$I_{ccmin} = \frac{U_f}{2 * Z_c}$$

U_f= Tensión monofásica en V.

Z_t= Impedancia total en mohm, incluyendo la propia de la línea o circuito.

$$t_{mcicc} = \frac{C_c \times S^2}{I_{ccmin}^2}$$

Curvas Validas

- Curva B ->IMAG=5I_n
- Curva C ->IMAG=10I_n
- Curva D ->IMAG=20I_n

2.3 CÁLCULOS ELÉCTRICOS

• CUADRO GENERAL DE MANDO Y PROTECCIÓN

Línea	Long. (m)	Pot. (W)	I (A)	Sección	I adm (A)	CT (%)	Parcial	CT Total (%)
Cuadro B	38	53950	112,07	70	216	0,385		0,464
Cuadro C	36	67500	140,22	95	258	0,337		0,415
Cuadro D	44	57250	118,93	70	216	0,473		0,552
Cuadro E	67	48000	99,71	50	167	0,862		0,941
Cuadro F	80	33250	69,07	25	110	1,426		1,505
Cuadro G	47	22652,5	47,06	10	63	1,490		1,569
Cuadro H	16	50590	105,09	50	167	0,217		0,296
Cuadro I	15	9128	18,96	4	36	0,459		0,538
Cuadro J	20	8117	16,86	4	36	0,544		0,623
L. Alumbrado 1	35	3600	10,27	1.5	19.5	1,126		1,205
L. Alumbrado 2	40	4320	12,33	1.5	19.5	1,544		1,623
L. Alumbrado 3	50	3600	10,27	1.5	19.5	1,609		1,678
L. Alumbrado 4	56	3600	10,27	1.5	19.5	1,802		1,880
L. Alumbrado 5	65	3600	10,27	1.5	19.5	2,091		2,170
L. Alumbrado 6	70	3600	10,27	1.5	19.5	2.252		2.331
L. Alumbrado Ext	80	490	3.06	1,5	23	1,258		1,337
L. Alumbrado Escalera	20	120	0,75	1,5	23	0,075		0,153
Batería Condensadores	5	134	221	95	258	0.341		0.420
L. Auxiliar	30	300	1.88	2.5	27	0.175		0.254

Cortocircuito

Línea	Longitud (m)	S mm ²	I _{pcc} max (kA)	P. Corte (kA)	I _{ccmin} (kA)	Curvas	t _{max}
Cuadro B	38	70	13,423	15	6,576	100 B,C,D	2,317
Cuadro C	36	95	13,423	15	6,634	125 B,C,D	4,194
Cuadro D	44	70	13,423	15	6,425	125 B,C,D	2,427
Cuadro E	67	50	13,423	15	5,894	100 B,C,D	1,472
Cuadro F	80	25	13,423	15	7,505	80 B,C,D	0,227
Cuadro G	47	10	13,423	15	7,397	50 B,C,D	0,037
Cuadro H	16	50	13,423	15	7,188	100 B,C,D	0,990

Cuadro I	15	4	13,423	15	7,470	20 B,C,D	0,006
Cuadro J	20	4	13,423	15	7,392	16 B,C,D	0,006
L. Alumbrado 1	35	1.5	13,423	15	6,473	10 B,C,D	0,001
L. Alumbrado 2	40	1.5	13,423	15	6,340	10 B,C,D	0,001
L. Alumbrado 3	35	1.5	13,423	15	6,097	10 B,C,D	0,001
L. Alumbrado 4	56	1.5	13,423	15	5,964	10 B,C,D	0,001
L. Alumbrado 5	35	1.5	13,423	15	5,780	10 B,C,D	0,001
L. Alumbrado 6	70	1.5	13,423	15	5,685	10 B,C,D	0,002
L. Alumbrado Ext	80	1,5	13,423	15	5,464	10 B,C,D	0,002
L. Alumbrado Escalera	20	1,5	13,423	15	6,929	10 B,C,D	0,001
Batería Cond.	5	95	13.423	15	7.547	200 B,C,D	3.24
L. Auxiliar	30	2.5	13.423	15	6.970	10 B,C,D	0.003

• CUADRO B

Línea	Long (m)	Pot (W)	I (A)	Sección	I adm (A)	CT parcial (%)	CT total (%)
Cortina	12	4500	11,6 8	2,5	27	0,273	0,74
Limpiadora	4	3000	7,79	2,5	27	0,061	0,52
Calibradora	14	30750	79,8 5	25	110	0,224	0,69
Transfer 1	5	1500	3,89	2,5	27	0,039	0,50
Transfer 2	5	1500	3,89	2,5	27	0,038	0,50
Toma corriente	15	5000	10,3 9	2,5	27	0,415	0,88

Cortocircuito

Línea	Longitud (m)	S mm ²	Ipcc max (kA)	P. Corte (kA)	Icc min(kA)	Curvas	tmax
Cortina	12	2,5	10,980	15	2,934	16 B,C,D	0,015
Limpiadora	4	2,5	10,980	15	4,562	10 B,C,D	0,006
Calibradora	14	25	10,980	15	5,547	80 B,C,D	0,415
Transfer 1	5	2,5	10,980	15	4,227	10 B,C,D	0,007
Transfer 2	5	2,5	10,980	15	4,266	10 B,C,D	0,007
Toma corriente	15	2,5	10,980	15	2,449	10 B,C,D	0,021

• **CUADRO C**

Línea	Longitud (m)	Pot (W)	I (A)	Sección	I adm (A)	CT parcial (%)	CT total (%)
Inst. Aspiración 1	16,5	30000	77,90	35	137	0,184	0,60
Inst. Aspiración 2	21,5	30000	77,90	35	137	0,239	0,65

Cortocircuito

Línea	Longitud (m)	S Cable mm ²	Ipcc max (kA)	Poder de Corte(kA)	Icc min(kA)	Curvas	tmax
Inst. Aspiración 1	16,5	35	11,227	15	5,769	80 B,C,D	0,753
Inst. Aspiración 2	21,5	35	11,227	15	5,589	80 B,C,D	0,802

• **CUADRO D**

Línea	Longitud (m)	Pot (W)	I (A)	S mm ²	I adm (A)	CT parcial (%)	CT total (%)
Cabina Pintura	12	12750	33,11	6	46	0,353	0,91
Secadora	14	2000	5,19	2,5	27	0,141	0,69
Compresor	14	30000	77,90	35	137	0,152	0,70
Toma corriente	14	5000	10,39	2,5	27	0,354	0,91
Extractor	15	4000	10,39	2,5	27	0,332	0,88

Cortocircuito

Línea	Longitud (m)	S Cable mm2	Ipcc max (kA)	Poder de Corte(kA)	Icc min(kA)	Curvas	tmax
Cabina Pintura	12	6	10,668	15	4,060	32 B,C,D	0,045
Secadora	14	2,5	10,668	15	2,660	10 B,C,D	0,018
Compresor	14	35	10,668	15	5,611	80 B,C,D	0,796
Toma corriente	14	2,5	10,668	15	2,660	10 B,C,D	0,018
Extractor	15	2,5	10,668	15	2,422	10 B,C,D	0,022

• CUADRO E

Línea	Longitud (m)	Potencia (W)	I (A)	S mm2	I adm (A)	CT (%) Parcial	CT (%) Total
Lijadora Banda	6	2250	5,84	2,5	27	0,068	1,01
Cepilladora	8	8000	20,77	4	36	0,202	1,14
Regruesadora	8	10000	25,97	6	46	0,168	1,11
Lijadora Banda 2	6	2250	5,84	2,5	27	0,068	1,01
Cepilladora 2	15	8000	20,77	4	36	0,379	1,32
Regruesadora 2	15	10000	25,97	6	46	0,316	1,26
Toma corriente	2	5000	10,39	2,5	27	0,055	1,00

Cortocircuito

Línea	Longitud (m)	S mm2	Ipcc max (kA)	Poder de Corte(kA)	Icc min(kA)	Curvas	tmax
Lijadora Banda	6	2,5	9,233	10	3,577	10 B,C,D	0,010
Cepilladora	8	4	9,233	10	3,782	20 B,C,D	0,023
Regruesadora	8	6	9,233	10	4,183	25 B,C,D	0,042
Lijadora Banda 2	6	2,5	9,233	10	3,577	10 B,C,D	0,010
Cepilladora 2	15	4	9,233	10	3,022	20 B,C,D	0,036
Regruesadora 2	15	6	9,233	10	3,529	25 B,C,D	0,059
Toma corriente	2	2,5	9,233	10	4,511	10 B,C,D	0,006

• CUADRO F

Línea	Longitud (m)	Pot (W)	I (A)	S mm ²	I adm (A)	CT Parcial (%)	CT Total (%)
Sierra Cinta	4	8000	20,77	4	36	0,101	1,61
Tupi 1	8	3750	9,74	2,5	27	0,152	1,66
Circular	12	3000	7,79	2,5	27	0,182	1,69
Alimentadores	12	1250	3,25	2,5	27	0,076	1,58
Ingletadora Red.	20	3000	7,79	2,5	27	0,303	1,81
Ingletadora	16	2250	5,84	2,5	27	0,182	1,69
Toma corriente	2	5000	10,39	2,5	27	0,055	1,56
Sierra Cinta 2	4	8000	20,77	4	36	0,101	1,61
Tupi 2	15	3750	9,74	2,5	27	0,284	1,79
Circular 2	18	3000	7,79	2,5	27	0,273	1,78
Alimentadores 2	15	1250	3,25	2,5	27	0,095	1,60
Ingletadora Red. 2	21	3000	7,79	2,5	27	0,318	1,82
Ingletadora 2	20	2250	5,84	2,5	27	0,227	1,73
Toma corriente 2	17	5000	10,39	2,5	27	0,471	1,98

Cortocircuito

Línea	Longitud (m)	S mm ²	I _{pcc} max (kA)	P Corte (kA)	I _{cc} min (kA)	Curvas	t _{max}
Sierra Cinta	4	4	8,346	10	4,059	20 B,C,D	0,020
Tupi 1	8	2,5	8,346	10	3,030	10 B,C,D	0,014
Circular	12	2,5	8,346	10	2,559	10 B,C,D	0,020
Alimentadores	12	2,5	8,346	10	2,559	10 B,C,D	0,020
Ingletadora Red.	20	2,5	8,346	10	1,951	10 B,C,D	0,034
Ingletadora	16	2,5	8,346	10	2,214	10 B,C,D	0,026
Toma corriente	2	2,5	8,346	10	4,137	10 B,C,D	0,007
Sierra Cinta 2	4	4	8,346	10	4,059	20 B,C,D	0,020
Tupi 2	15	2,5	8,346	10	2,291	10 B,C,D	0,024
Circular 2	18	2,5	8,346	10	2,074	10 B,C,D	0,030
Alimentadores 2	15	2,5	8,346	10	2,291	10 B,C,D	0,024
Ingletadora Red 2	21	2,5	8,346	10	1,895	10 B,C,D	0,036
Ingletadora 2	20	2,5	8,346	10	1,951	10 B,C,D	0,034

Toma corriente 2	17	2,5	8,346	10	2,034	10 B,C,D	0,031
------------------	----	-----	-------	----	-------	-------------	-------

• **CUADRO G**

Línea	Longitud (m)	Potencia (W)	Intensidad (A)	S mm ²	I adm	CT (%) Parcial	CT (%) Total
Taladro	5	11250	29,21	6	46	0,118	1,69
Perniadora	4	3590	9,32	2,5	27	0,073	1,64
Toma Corriente	4	5000	10,39	2,5	27	0,111	1,68

Cortocircuito

Línea	Longitud (m)	S mm ²	I _{pcc} max (kA)	P Corte (kA)	I _{cc} min (kA)	Curvas	t _{max}
Taladro	5	6	6,515	10	3,349	32 B,C,D	0,066
Perniadora	4	2,5	6,515	10	3,051	10 B,C,D	0,014
Toma Corriente	4	2,5	6,515	10	2,998	10 B,C,D	0,014

• **CUADRO H**

Línea	Longitud (m)	Potencia (W)	Intensidad (A)	S mm ²	I adm (A)	CT (%) Parcial	CT (%) Total
Taladro	5	11250	29,21	6	46	0,118	0,41
Perniadora	12	3590	9,32	2,5	27	0,218	0,51
Guillotina	8	15000	38,95	10	63	0,152	0,45
Juntadora	20	4000	10,39	2,5	27	0,404	0,70
Cizalla de Testas	15	8000	20,77	4	36	0,379	0,67
Toma Corriente	20	5000	10,39	2,5	27	0,505	0,80

Cortocircuito

Línea	Longitud (m)	S mm ²	I _n (sobrecargas)	I _{pcc} max (kA)	Poder de Corte (kA)	I _{cc} min (kA)	Curvas	t _{max}
Taladro	5	6	32	12,169	15	5,728	B,C, D	0,0 22
Perniadora	12	2,5	10	12,169	15	3,073	B,C, D	0,0 14
Guillotina	8	10	40	12,169	15	5,770	B,C, D	0,0 61
Juntadora	20	2,5	10	12,169	15	2,237	B,C, D	0,0 26
Cizalla de Testas	15	4	20	12,169	15	3,503	B,C, D	0,0 27
Toma Corriente	20	2,5	10	12,169	15	2,237	B,C, D	0,0 26

• CUADRO I

Línea	Longitud (m)	Potencia (W)	Intensidad (A)	S mm2	I adm (A)	CT (%) Parcial	CT (%) Total
T.coriente Lava.1	10	2200	11,96	2,5	23	0,751	1,29
T.coriente Vest 1	10	2200	11,96	2,5	23	0,680	1,22
T.coriente Lava.2	20	2200	11,96	2,5	23	1,359	1,90
T.coriente Vest 2	10	2200	11,96	2,5	23	0,680	1,22
Alumbrado Vest 1	8	164	0,89	1,5	17	0,070	0,61
Alumbrado Vest 2	15	164	0,89	1,5	17	0,131	0,67

Cortocircuito

Línea	Longitud (m)	S mm2	Ipcc max (kA)	P Corte (kA)	Icc min (kA)	Curvas	tmax
T.coriente Lava.1	10	2,5	3,817	4,5	1,766	16 B,C,D	0,041
T.coriente Vest 1	10	2,5	3,817	4,5	1,873	16 B,C,D	0,036
T.coriente Lava.2	20	2,5	3,817	4,5	1,189	16 B,C,D	0,090
T.coriente Vest 2	10	2,5	3,817	4,5	1,873	16 B,C,D	0,036
Alumbrado Vest 1	8	1,5	3,817	4,5	1,541	10 B,C,D	0,019
Alumbrado Vest 2	15	1,5	3,817	4,5	0,982	10 B,C,D	0,048

• CUADRO J

Línea	Longitud (m)	Potencia (W)	Intensidad (A)	S mm2	I adm (A)	CT (%) Parcial	CT (%) Total
T. Ordenadores 1	10	1600	8,70	2,5	23	0,510	1,13
T. Ordenadores 2	21	1600	8,70	2,5	23	1,070	1,69
T. Corr. Ofic. 1	20	2200	11,96	2,5	23	1,502	2,13
T. Corr. Ofic. 2	20	2200	11,96	2,5	23	1,502	2,13
Alumb. Ofic	40	264	1,43	1,5	17	0,601	1,22
Alumb Despacho	40	264	1,43	1,5	17	0,601	1,22

Cortocircuito

Línea	Longitud (m)	S mm ²	I _{pcc} max (kA)	P Corte (kA)	I _{cc} min (kA)	Curvas	t _{max}
T. Ordenadores 1	10	2,5	3,201	4,5	1,703	10 B,C,D	0,044
T. Ordenadores 2	21	2,5	3,201	4,5	1,069	10 B,C,D	0,112
T. Corr. Ofic. 1	20	2,5	3,201	4,5	1,053	16 B,C,D	0,115
T. Corr. Ofic. 2	20	2,5	3,201	4,5	1,053	16 B,C,D	0,115
Alumb. Ofic	40	1,5	3,201	4,5	0,395	10 B,C,D	0,296
Alumb Despacho	40	1,5	3,201	4,5	0,395	10 B,C,D	0,296

2.4 CÁLCULO DEL SISTEMA DE PROTECCIÓN CONTRA CONTACTOS INDIRECTOS

En primer lugar calcularemos la resistencia a tierra para que la tensión de cualquier masa respecto a tierra no supere 24V. Por tanto, a partir de la mínima sensibilidad del relé diferencia que es de 300mA, calculamos:

$$R = \frac{24}{0.30} = 80\Omega$$

La resistividad del terreno es de 100 Ω ·m.

El electrodo en la puesta a tierra del edificio se compone de los siguientes elementos:

- Conductor desnudo de acero de 95mm²: 210m
- Picas verticales de Cu 14mm: 8 de 2m.

Por lo que obtendremos una resistencia de tierra de 6.25 Ω considerando sólo las picas.

Todos los conductores de protección se han calculado correctamente según la ITC-BT18, tabla 2, en el apartado del cálculo de circuitos.

Asimismo cabe señalar que la línea de tierra no será inferior a 25 mm².

2.5 CLASIFICACIÓN DE ZONAS PELIGROSAS DE CLASE I.

Para la clasificación del local, en primer lugar clasificaremos la fuente de escape. La fuente de escape en nuestro local es la máquina de pintar por cortina.

Esta máquina utiliza pintura que lleva en su composición un 20% de disolvente (tolueno). Además consta de una zona de pintura al aire libre.

Por tanto, la fuente de escape se trata de la evaporación de tolueno al aire libre. Con grado de escape continuo y supondremos una tasa de escape de 0.7*10⁻⁵ kg/s.

Una vez clasificada la fuente de escape determinaremos el grado de ventilación a partir del volumen teórico de atmosfera explosiva y el tiempo de permanencia. Para ello, empezaremos a partir del caudal teórico necesario de aire.

$$\left(\frac{dV}{dt}\right)_{\text{mín}} = \frac{\left(\frac{dG}{dt}\right)_{\text{máx}} \cdot T}{k \cdot LIE \cdot 293}$$

La temperatura ambiente del local se tomará de 30°C o 303K. Y se adoptara un factor de seguridad k=0.25 para escape continuo.

LIE (límite inferior de explosión) para el tolueno es de:

$$LIE \left(\frac{kg}{m^3}\right) = 0.416 * 10^{-3} * M * LIE(\% \text{ en vol})$$

Con M=92.14 kg/kmol y LIE (% en vol)=1.2%

Obtenemos LIE (kg/m³)=0.046 y un caudal teórico de 0'63·10⁻³m³ /s

Calculamos el volumen teórico de atmósfera explosiva:

$$V_z = \frac{f \cdot \left(\frac{dV}{dt}\right)_{\text{mín}}}{C}$$

Con:

Nº de renovaciones de aire C=5.55·10⁻³ /s

Factor de calidad f=3

El volumen teórico resulta: 0.34m³.

Por lo que se considerará un volumen peligroso de 0.34m³ alrededor de la máquina de pintura en el que la concentración de tolueno en el aire puede alcanzar el 25% del límite inferior de explosión. Este volumen se considera zona 1.

Además se considerará una zona anexa de 1m de anchura y 1m de altura como zona 2 por precaución. La zona 0 se considerará de tamaño despreciable.

3. PRESUPUESTO

3.1 RESUMEN DEL PRESUPUESTO

DESCRIPCIÓN	Coste (€)
Cuadros y protecciones	35.225,35
Cables	14.080,68
Canalizaciones	2.988,54
Otros	2.553,801
Luminarias	30.338,17
C.T	69.822,00
PRESUPUESTO TOAL DE EJECUCIÓN MATERIAL	155.008,54
Gastos Generales (20%)	31.001,708
Beneficio Industrial (6%)	9.300,512
PRESUPUESTO DE EJECUCIÓN POR CONTRATA	195.310,76
IVA	41.015,26
PRESUESTO BASE DE LICITACIÓN	236.326,02

El presupuesto asciende a la cantidad de:

DOSCIENTOS TREINTA Y SEIS MIL TRESCIENTOS VEINTISEIS EUROS CON DOS CÉNTIMOS.

3.2 DESCRIPCIÓN

Todos los precios indicados en las tablas siguientes incluyen la mano de obra.

- **CUADROS ELECTRICOS DE PROTECCIÓN**

CUADRO GENERAL

OBJETO	Ud	Precio/ud	Total (€)
Armario 1100x1400x225	1	1.732,05	1.732,05
I.Aut 500A 15kA IV	1	2.050,32	2.050,32
I.Aut 200A 15kA IV	1	920,46	920,46
I.Aut 100A 15kA IV	3	538,34	1615,02

I.Aut 125A 15kA IV	2	610,43	1220,86
I.Aut 80A 15kA IV	1	320,72	320,72
I.Mag 50A 15kA IV	1	220,82	220,82
I.Mag 20A 15kA IV	1	189,19	189,19
I.Mag 16A 15kA IV	1	183,88	183,88
I.Mag 10A 15kA IV	6	162,99	977,94
I.Mag 10A 15kA II	3	87,97	263,91
Batería Condensadores	1	4.072,99	4.072,99
I.Dif IV 200A 300mA	1	452,15	452,15
I.Dif IV 80A 30mA	1	282,89	282,89
I.Dif II 16A 30mA	1	105,15	105,15
TOTAL			14.608,35

CUADRO B

OBJETO	Ud	Precio/ud	Total
Armario 600x600x225	1	596,67	596,67
I.Aut 100A 15kA IV	1	538,34	538,34
I.Aut 80A 15kA IV	1	320,72	320,72
I.Mag 16A 15kA IV	1	183,88	183,88
I.Mag 10A 15kA IV	4	87,97	351,88
I.Dif IV 100A 300mA	1	396,00	396,00
TOTAL			2.387,49

CUADRO C

OBJETO	Ud	Precio/ud	Total
Armario 600x600x225	1	596,67	596,67
I.Aut 125A 15kA IV	1	610,43	610,43
I.Aut 80A 15kA IV	2	320,72	641,44
I.Dif IV 100A 300mA	1	396,00	396,00
TOTAL			2.244,54

CUADRO D

OBJETO	Ud	Precio/ud	Total
Armario 600x600x225	1	596,67	596,67
I.Aut 125 15kA IV	1	610,43	610,43
I.Aut 80A 15kA IV	1	320,72	320,72
I.Mag 32A 15kA IV	1	212,04	212,04
I.Mag 10A 15kA IV	3	87,97	263,91
I.Dif IV 100A 300mA	1	396,00	396,00
I.Dif IV 16A 300mA	1	197,89	197,89
TOTAL			2.597,66

CUADRO E

OBJETO	Ud	Precio/ud	Total
Armario750x550x225	1	614,32	614,32
I.Aut 100A 15kA IV	1	538,34	538,34
I.Mag 25A 10kA IV	2	156,76	313,52
I.Mag 20A 10kA IV	2	152,64	305,28
I.Mag 10A 10kA IV	3	145,52	436,56
I.Dif IV 63A 300mA	2	227,51	455,02
TOTAL			2.663,04

CUADRO F

OBJETO	Ud	Precio/ud	Total
Armario1500x550x225	1	1.044,63	1.044,63
I.Aut 80A 15kA IV	1	538,34	538,34
I.Mag 20A 10kA IV	2	152,64	305,28
I.Mag 10A 10kA IV	12	145,52	1.746,24
I.Dif IV 63A 300mA	2	227,51	455,02
TOTAL			4.089,51

CUADRO G

OBJETO	Ud	Precio/ud	Total
Armario600x550x225	1	596,67	596,67
I.Mag 50A 15kA IV	1	220,82	220,82
I.Mag 32A 10kA IV	1	166,18	166,18
I.Mag 10A 10kA IV	2	145,52	291,04
I.Dif IV 16A 300mA	1	167,50	167,50
I.Dif IV 40A 300mA	1	172,68	172,68
TOTAL			1.614,89

CUADRO H

OBJETO	Ud	Precio/ud	Total
Armario750x550x225	1	614,52	614,52
I.Aut 100A 15kA IV	1	538,34	538,34
I.Mag 40A 15kA IV	1	218,31	218,31
I.Mag 32A 15kA IV	1	212,04	212,04
I.Mag 10A 15kA IV	3	145,52	436,56
I.Dif IV 16A 300mA	1	167,5	167,5

I.Dif IV 125A 300mA	1	396,00	396,00
TOTAL			2.583,27

CUADRO I

OBJETO	Ud	Precio/ud	Total
Armario550x350x225	1	540,92	540,92
I.Mag 20A 15kA IV	1	92,21	92,21
I.Mag 16A 6kA II	4	35,56	142,24
I.Mag 10A 6kA II	2	34,97	69,94
I.Dif IV 16A 30mA	1	105,15	105,15
I.Dif IV 63A 30mA	1	268,38	268,38
TOTAL			1.218,84

CUADRO J

OBJETO	Ud	Precio/ud	Total
Armario550x350x225	1	540,92	540,92
I.Mag 20A 15kA IV	1	92,21	92,21
I.Mag 16A 6kA II	2	35,56	71,12
I.Mag 10A 6kA II	4	34,97	139,88
I.Dif IV 16A 30mA	1	105,15	105,15
I.Dif IV 63A 30mA	1	268,38	268,38
TOTAL			1.217,66

CONDUCTORES

CABLES	Long(m)	Precio/m	Total
240 XLPE 0,6/1kV	15	29,33	439,95
120 XLPE 0,6/1kV	30	15,05	451,5
95 XLPE 0,6/1kV	164	11,87	1.946,68
70 XLPE 0,6/1kV	328	9,13	2.994,64
50 XLPE 0,6/1kV	373	6,72	2.506,56
35 XLPE 0,6/1kV	290	4,81	1394,9
25 XLPE 0,6/1kV	459	3,33	1.528,47
16 XLPE 0,6/1kV	146	2,15	313,9
10 XLPE 0,6/1kV	275	1,43	393,25
6 XLPE 0,6/1kV	225	0,91	204,75
4 XLPE 0,6/1kV	1.080	0,66	712,8
2,5 XLPE 0,6/1kV	1.820	0,51	928,2
1,5 XLPE 0,6/1kV	300	0,38	114
2,5 PVC 700V	363	0,28	101,64
1,5 PVC 700V	309	0,16	49,44
TOTAL			14.080,68

CANALIZACIONES

CANALIZACIONES	Long (m)	Precio/m	Total
TUBO PVC 75mm	189	4,42	835,38
TUBO PVC 63mm	89	3,85	342,65
TUBO PVC 50mm	171	2,85	487,35
TUBO PVC 40mm	381	2,08	792,48
TUBO PVC 25mm	35	1,00	35,00

TUBO PVC 20mm	616	0,68	418,88
TUBO PVC 16mm	160	0,48	76,80
TOTAL			2.988,54

OTROS

OBJETO	Ud	Precio/Ud	Total
Tomas corriente trif.	9	6,94	62,46
Tomas corriente mon.	20	4,09	81,8
Material pequeño			2.409.541
TOTAL			2.553.801

• LUMINARIAS

LUMINARIA	Ud	Precio/Ud	Total
Philips Lighting 4ME550 P-WB 1xHPI-P400W-BU SGR +9ME100 R GC D550_767	33	450,00	14.850,00
Philips Lighting BRP708 1xGRN35/740 SRN	9	1275	11475
Philips Lighting DN125B D234 1xLED20S/840	2	59.22	118,44
Philips Lighting DN450B 1xDLM2000/840	1	235,00	235,00
Philips Lighting RC125B W60L60 1xLED34S/840	16	124.99	1.999,84
Philips Lighting RC165V W60L60 1xLED34S/840 PSU	8	169.99	1.359,92
Philips Lighting WL120V LED16S/840	3	99.99	299,97
TOTAL			30.338,17

- **CENTRO DE TRANSFORMACIÓN**

4. PRESUPUESTO			
4.1 OBRA CIVIL			
1	Ud. Edificio de hormigón compacto modelo EHC-6T2D, de dimensiones exteriores de dimensiones exteriores 6.440 x 2.500 y altura útil 2.535 mm., incluyendo su transporte y montaje.	15.686,00 €	15.686,00 €
1	Ud. Excavación de un foso de dimensiones 3.500 x 7.000 mm. para alojar el edificio prefabricado compacto EHC6, con un lecho de arena nivelada de 150 mm. (Quedando una profundidad de foso libre de 530 mm.) y acondicionamiento perimetral una vez montado.	1.258,00 €	1.258,00 €
1	Ud. suplemento por adaptación del prefabricado de hormigón para que pueda albergar el segundo transformador de potencia 0 kVA, consistente en dotar al prefabricado de mayor ventilación.	1.273,00 €	1.273,00 €
	Total Obra Civil		18.217,00 €
4.2 APARAMENTA DE ALTA TENSIÓN			
1	Ud. Cabina de interruptor de línea Schneider Electric gama SM6, modelo IM, referencia SIM16, con interruptor-seccionador en SF6 de 400A con mando CIT manual, seccionador de puesta a tierra, juego de barras tripolar e indicadores testigo presencia de tensión instalados.	2.778,00 €	2.778,00 €
1	Ud. Cabina disyuntor Schneider Electric gama SM6, modelo DM1C, referencia SDM1C16, con seccionador en SF6 con mando CS1, disyuntor tipo SF1 400A en SF6 con mando RI manual, con bobina de apertura para Sepam y bobina de apertura adicional para protección térmica, s.p.a.t., captadores de intensidad, Kit de referencia JLKITSEP1C/T20 compuesto por cajón BT y relé SEPAM T20, y enclavamientos instalados.	14.680,00 €	14.680,00 €
1	Ud. Cabina de medida Schneider Electric gama SM6, modelo GBC2C, referencia SGBC2C3316, equipada con tres transformadores de intensidad y tres	7.593,00 €	7.593,00 €

	de tensión, entrada y salida por cable seco, según características detalladas en memoria, instalados.		
	Total Aparamenta de Alta Tensión		25.051,00 €
4.3 TRANSFORMADORES			
1	Ud. Transformador trifásico reductor tipo seco encapsulado clase F, interior e IP00, de Schneider Electric (según Norma UNE 21538). Bobinado continuo de gradiente lineal sin entrecapas. Potencia nominal: 400 kVA. Relación: 20/0.42 KV. Tensión secundaria vacío: 420 V. Tensión cortocircuito: 6%. Regulación: +/- 2,5%, +/-5%. Grupo conexión: Dyn11. Referencia: JLJ3SE0400GZ	14.555,00 €	14.555,00 €
1	Ud. Juego de puentes III de cables AT unipolares de aislamiento seco DHZ1, aislamiento 12/20 kV, de 50 mm2 en Al con sus correspondientes elementos de conexión.	1.019,00 €	1.019,00 €
1	Ud. Juego de puentes de cables BT unipolares de aislamiento seco 0.6/1 kV de Cu, de 2x150mm2 para las fases y de 1x150mm2 para el neutro y demás características según memoria.	1.100,00 €	1.100,00 €
1	Ud. Equipo de sondas PTC y Convertidor Z, para protección térmica de transformador, y sus conexiones a la alimentación y al elemento disparador de la protección correspondiente, debidamente protegidas contra sobreintensidades, instalados.	199,00 €	199,00 €
	Total Transformadores		16.873,00 €
4.4 EQUIPOS DE BAJA TENSIÓN			
1	Ud. Cuadro 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.	5.325,00 €	5.325,00 €
	Total Equipos de Baja Tensión		5.325,00 €
4.5 SISTEMA DE PUESTA A TIERRA			
2	Ud. de tierras exteriores código 5/32 Unesa, incluyendo 3 picas de 2,00 m. de longitud, cable de	699,00 €	1.398,00 €

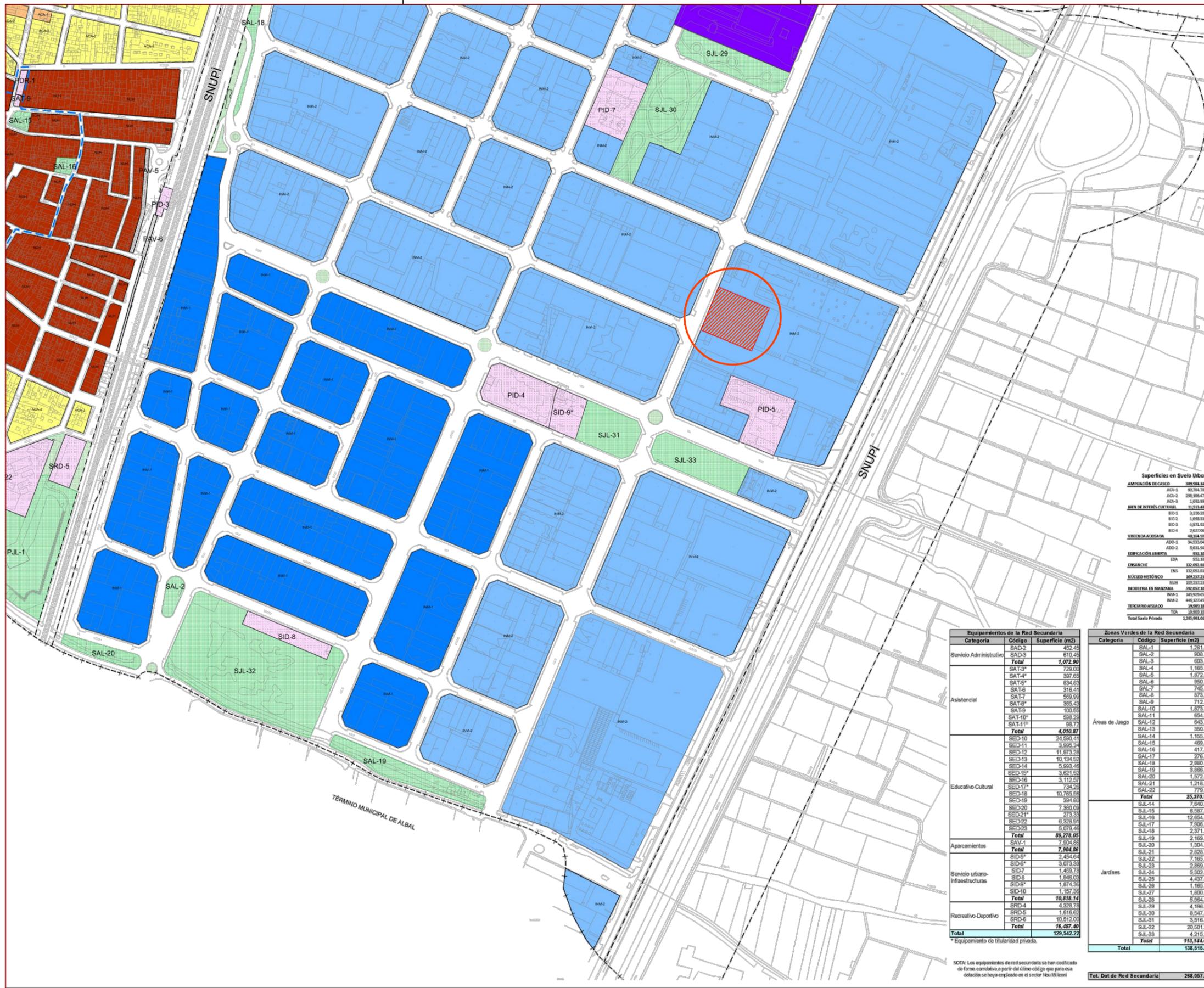
	cobre desnudo, cable de cobre aislado de 0,6/1kV y elementos de conexión, instalado, según se describe en proyecto.		
1	Ud. tierras interiores para poner en continuidad con las tierras exteriores, formado por cable de 50mm ² de Cu desnudo para la tierra de protección y aislado para la de servicio, con sus conexiones y cajas de seccionamiento, instalado, según memoria.	1.534,00 €	1.534,00 €
	Total Sistema de Puesta a tierra		2.932,00 €
	4.6 VARIOS		
2	Ud. Punto de luz incandescente adecuado para proporcionar nivel de iluminación suficiente para la revisión y manejo del centro, incluidos sus elementos de mando y protección, instalado.	347,00 €	694,00 €
1	Ud. Punto de luz de emergencia autónomo para la señalización de los accesos al centro, instalado.	347,00 €	347,00 €
1	Ud. Extintor de eficacia equivalente 89B, instalado.	146,00 €	146,00 €
1	Ud. Banqueta aislante para maniobrar aparata.menta.	189,00 €	189,00 €
2	Ud. Placa reglamentaria PELIGRO DE MUERTE, instaladas.	16,00 €	32,00 €
1	Ud. Placa reglamentaria PRIMEROS AUXILIOS, instalada.	16,00 €	16,00 €
	Total Varios		1.424,00 €
4.7 PRESUPUESTO TOTAL			
	Total Obra Civil		18.217,00 €
	Total Aparata.menta de Alta Tensión		25.051,00 €
	Total Transformadores		16.873,00 €
	Total Equipos de Baja Tensión		5.325,00 €
	Total Sistema de Puesta a tierra		2.932,00 €

	Total Varios		1.424,00 €
	Total de ejecución material		69.822,00 €
	TOTAL PRESUPUESTO		69.822,00 €

4. PLANOS

INDICE

1. Localización sobre Cartografía Vigente Municipal.
2. Instalación eléctrica.
3. Instalación luminarias.
4. Esquema unifilar cuadro A.
5. Esquema unifilar cuadro B.
6. Esquema unifilar cuadro C.
7. Esquema unifilar cuadro D.
8. Esquema unifilar cuadro E.
9. Esquema unifilar cuadro F.
10. Esquema unifilar cuadro G.
11. Esquema unifilar cuadro H.
12. Esquema unifilar cuadro I.
13. Esquema unifilar cuadro J.
14. Centro de transformación



- BIC-1 BIEN DE INTERÉS CULTURAL
 - BIC-2 BIEN DE INTERÉS CULTURAL
 - BIC-3 BIEN DE INTERÉS CULTURAL
 - BIC-4 BIEN DE INTERÉS CULTURAL
 - ADO-1 ADOSADOS
 - ADO-2 ADOSADOS
 - ENS ENSANCHE
 - EDA EDIFICACIÓN ABIERTA
-
- DE USO DOMINANTE INDUSTRIAL
- INM-1 INDUSTRIAL EN MANZANA
 - INM-2 INDUSTRIAL EN MANZANA
-
- DE USO DOMINANTE TERCIARIO
- TEA TERCIARIO
-
- DE USO DOTACIONAL
- PUL,SJL,SAL ZONAS VERDES COMPUTABLES
 - ESPACIOS LIBRE NO COMPUTABLES COMO ZONA VERDE
 - PIS (AD,AT,ED,JD,RD,DR) EQUIPAMIENTOS
 - RV/AV RED VIARIA Y APARCAMIENTOS

Superficies en Suelo Urbano

AMPLIACIÓN DE CALLES	
ACA-1	90.704,75 m ²
ACA-2	238.166,47 m ²
ACA-3	1.000,00 m ²
Total	115.131,22 m²
BIEN DE INTERÉS CULTURAL	
BIC-1	3.276,29 m ²
BIC-2	1.808,39 m ²
BIC-3	4.571,82 m ²
BIC-4	2.627,06 m ²
Total	12.283,56 m²
VIVIENDA ADOSADA	
ADO-1	54.553,04 m ²
ADO-2	5.611,94 m ²
Total	60.164,98 m²
EDIFICACIÓN ABIERTA	
EDA	953,13 m ²
Total	132.093,86 m²
ENSANCHE	
ENS	320.000,00 m ²
Total	320.000,00 m²
NÚCLEO HISTÓRICO	
NH	309.237,23 m ²
Total	309.237,23 m²
INDUSTRIA EN MANZANA	
INM-1	329.237,23 m ²
INM-2	292.217,29 m ²
INM-3	545.959,65 m ²
INM-4	446.327,43 m ²
Total	1.613.741,60 m²
TERCIARIO ADOSADO	
TEA	23.269,13 m ²
Total	1.736.981,01 m²

Equipamientos de la Red Secundaria

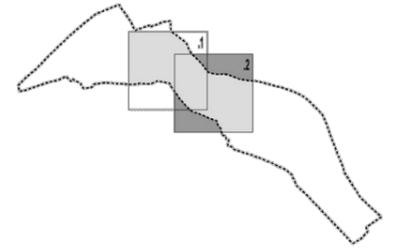
Categoría	Código	Superficie (m ²)	
Servicio Administrativo	SAD-2	452,45	
	SAD-3	610,45	
	Total	1.072,90	
	SAT-3*	729,00	
	SAT-4*	597,65	
	SAT-5*	634,83	
	SAT-6	316,41	
	SAT-7	569,99	
	SAT-8*	395,43	
	SAT-9	100,85	
Asistencial	SAT-10*	598,22	
	SAT-11*	98,72	
	Total	4.010,87	
	SED-10	24.590,41	
	SED-11	3.956,34	
	SED-12	11.973,28	
	SED-13	10.134,62	
	SED-14	5.993,46	
	SED-15*	3.621,52	
	SED-16	3.112,51	
Educativo Cultural	SED-17*	734,29	
	SED-18	10.765,66	
	SED-19	394,80	
	SED-20	7.350,05	
	SED-21*	273,33	
	SED-22	6.528,91	
	SED-23	5.070,46	
	Total	89.278,05	
	Aparcamientos	SAV-1	7.504,99
		Total	7.504,99
SID-5*		2.454,64	
SID-6*		3.073,33	
SID-7		1.499,78	
SID-8		1.946,03	
Servicio urbano-Infraestructuras	SID-9*	1.874,36	
	SID-10	1.157,36	
	Total	10.816,14	
	SRD-4	4.328,78	
	SRD-5	1.616,62	
	SRD-6	10.512,02	
Recreativo-Deportivo	Total	16.457,40	
	Total	129.542,22	

Zonas Verdes de la Red Secundaria

Categoría	Código	Superficie (m ²)
Áreas de Juego	SAL-1	1.281,89
	SAL-2	808,73
	SAL-3	603,11
	SAL-4	1.165,69
	SAL-5	1.172,69
	SAL-6	950,26
	SAL-7	745,40
	SAL-8	873,27
	SAL-9	712,14
	SAL-10	1.875,38
	SAL-11	854,62
	SAL-12	843,78
	SAL-13	950,29
	SAL-14	1.155,02
	SAL-15	469,43
	SAL-16	417,11
	SAL-17	276,46
	SAL-18	2.980,92
	SAL-19	3.886,34
	SAL-20	1.572,83
	SAL-21	1.218,02
	SAL-22	779,69
Total	25.370,90	
Jardines	SJL-14	7.940,99
	SJL-15	6.587,39
	SJL-16	12.654,53
	SJL-17	7.506,97
	SJL-18	2.971,18
	SJL-19	2.168,41
	SJL-20	1.304,13
	SJL-21	2.628,75
	SJL-22	7.165,10
	SJL-23	2.865,17
Total	SJL-24	5.302,89
	SJL-25	4.437,54
	SJL-26	1.165,39
	SJL-27	1.800,09
	SJL-28	5.924,31
	SJL-29	4.198,62
	SJL-30	8.547,43
	SJL-31	3.516,46
	SJL-32	20.501,36
	SJL-33	4.215,20
Total	113.144,84	
Total	138.515,54	

NOTA: Los equipamientos de red secundaria se han codificado de forma correlativa a partir del último código que para esa dotación se haya empleado en el sector (hau 188 leste)

Tot. Dot de Red Secundaria: 268.057,76



PLAN GENERAL DE ORDENACIÓN URBANA DE CATARROJA

Texto Refundido Adaptado al Acuerdo de la CTU de 26 de Enero de 2011

M. ILUSTRE AYUNTAMIENTO DE CATARROJA

Nombre del Plano: **ORDENACIÓN PORMENORIZADA. ZONAS DE ORDENACIÓN**

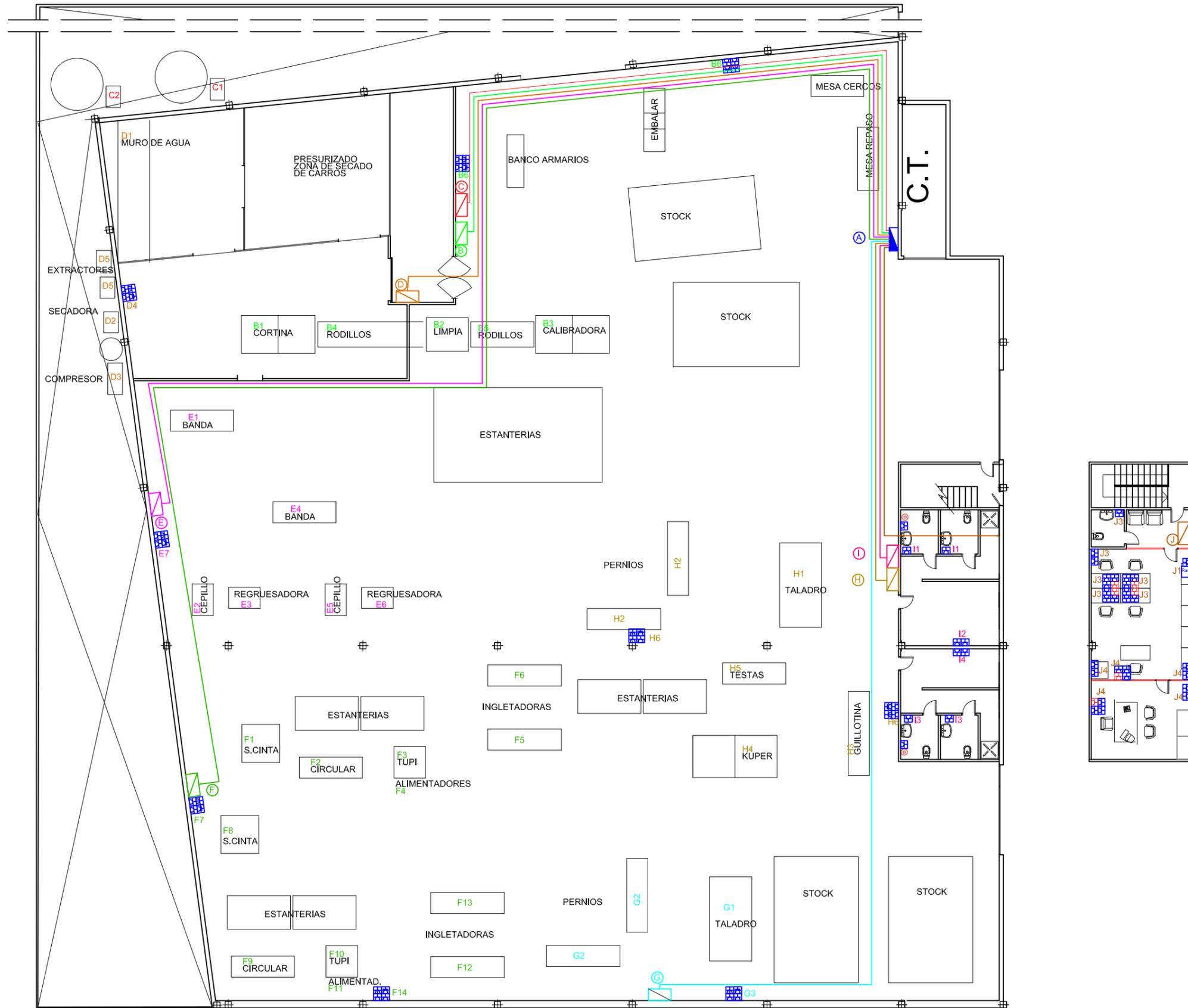
Escala: **1:2.000**

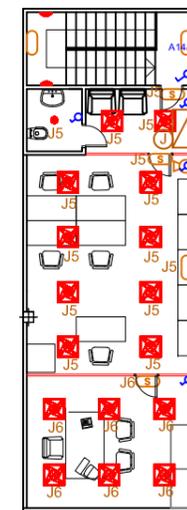
Nº Plano: **O-5.2**

Segura & BOLDÁN INGENIEROS

JAVIER SEGURA BONDÓ

RAFAEL BOLDÁN ORTEGA





TRABAJO FINAL DE GRADO EN INGENIERÍA EN TECNOLOGÍAS INDUSTRIALES



Proyecto: **PROYECTO INSTALACIÓN ELECTRICA EN UNA FABRICA DE PUERTAS DE MADERA SITUADA EN CATARROJA**

Plano: **INSTALACIÓN LUMINARIAS**

Autor: **Ferran Cremades Gradolí**

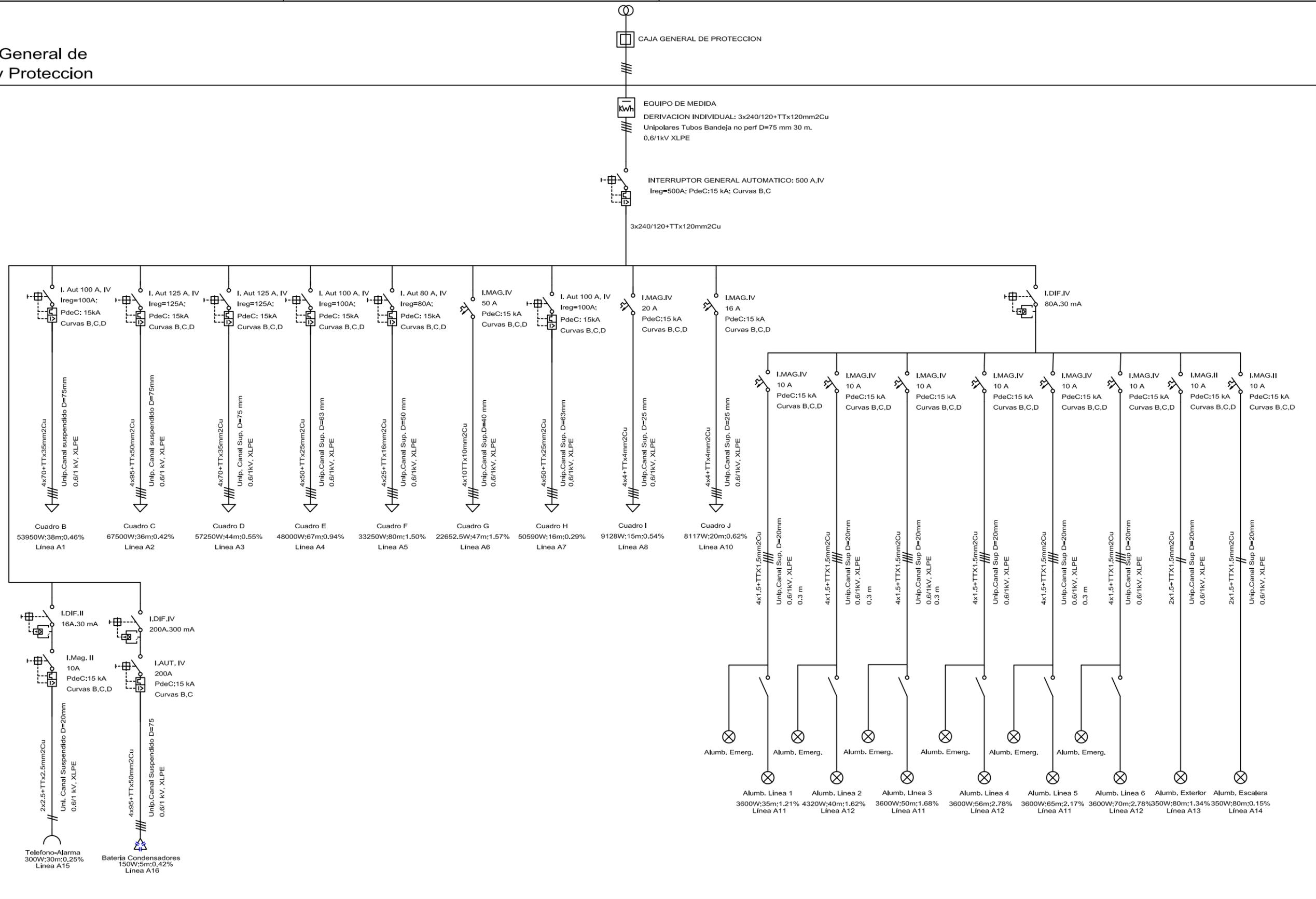
Fecha: **Junio 2015**

Escala: **1:200**

Nº Plano:

3

Cuadro General de Mando y Protección



TRABAJO FINAL DE GRADO EN INGENIERÍA EN TECNOLOGÍAS INDUSTRIALES



Proyecto: **PROYECTO INSTALACIÓN ELÉCTRICA EN UNA FABRICA DE PUERTAS DE MADERA EN CATARROJA**

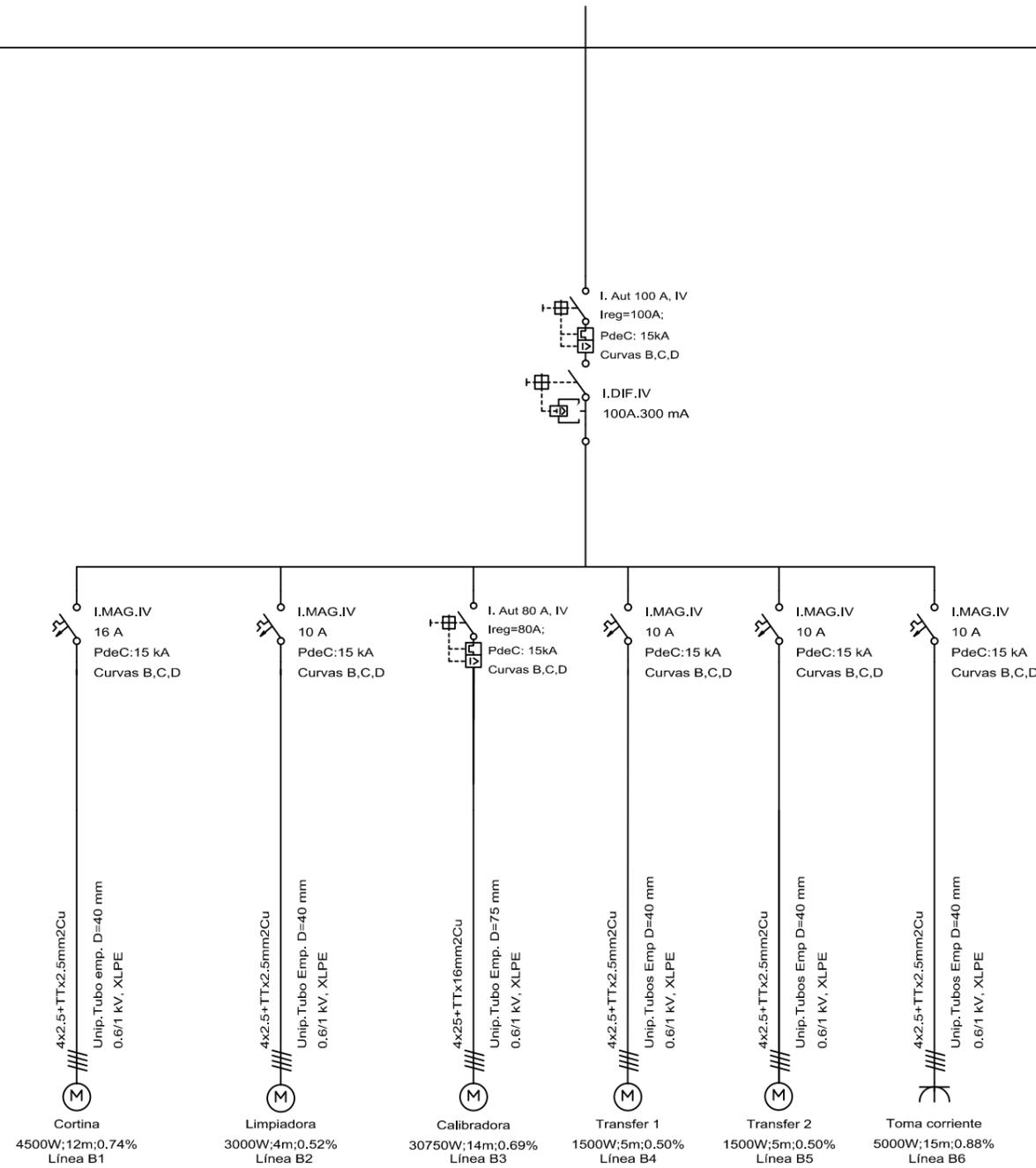
Plano: **ESQUEMA UNIFILAR CUADRO A**

Autor: **Ferran Cremades Gradolí**

Fecha: **Junio 2015**

Nº Plano: **4**

Cuadro Secundario
B



TRABAJO FINAL DE GRADO EN INGENIERÍA EN TECNOLOGÍAS INDUSTRIALES



Proyecto: **PROYECTO INSTALACIÓN ELÉCTRICA EN UNA FABRICA DE PUERTAS DE MADERA EN CATARROJA**

Plano: **ESQUEMA UNIFILAR CUADRO B**

Autor: **Ferran Cremades Gradolf**

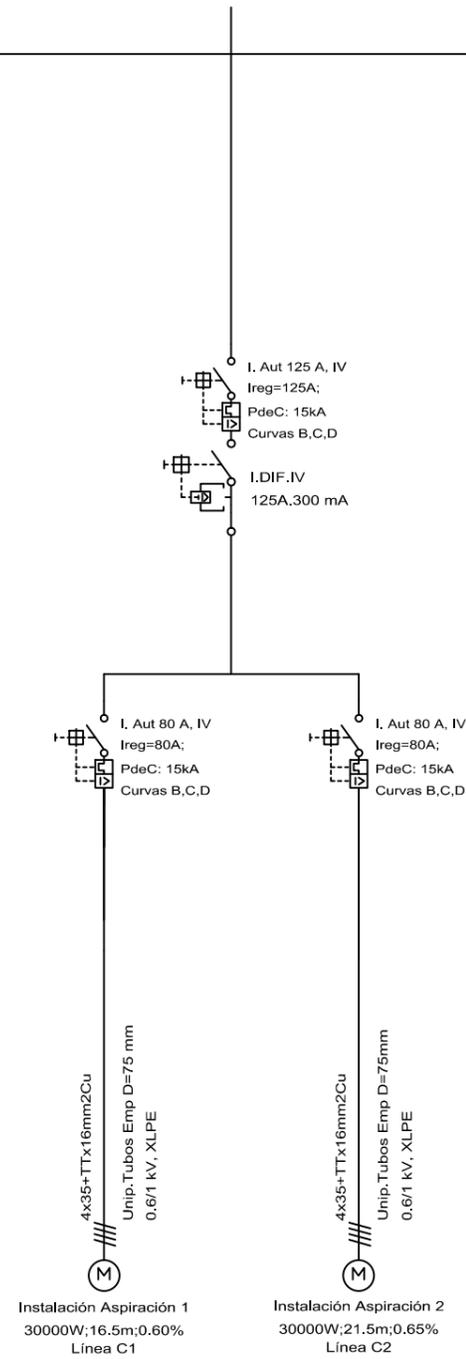
Fecha: **Junio 2015**

Escala:

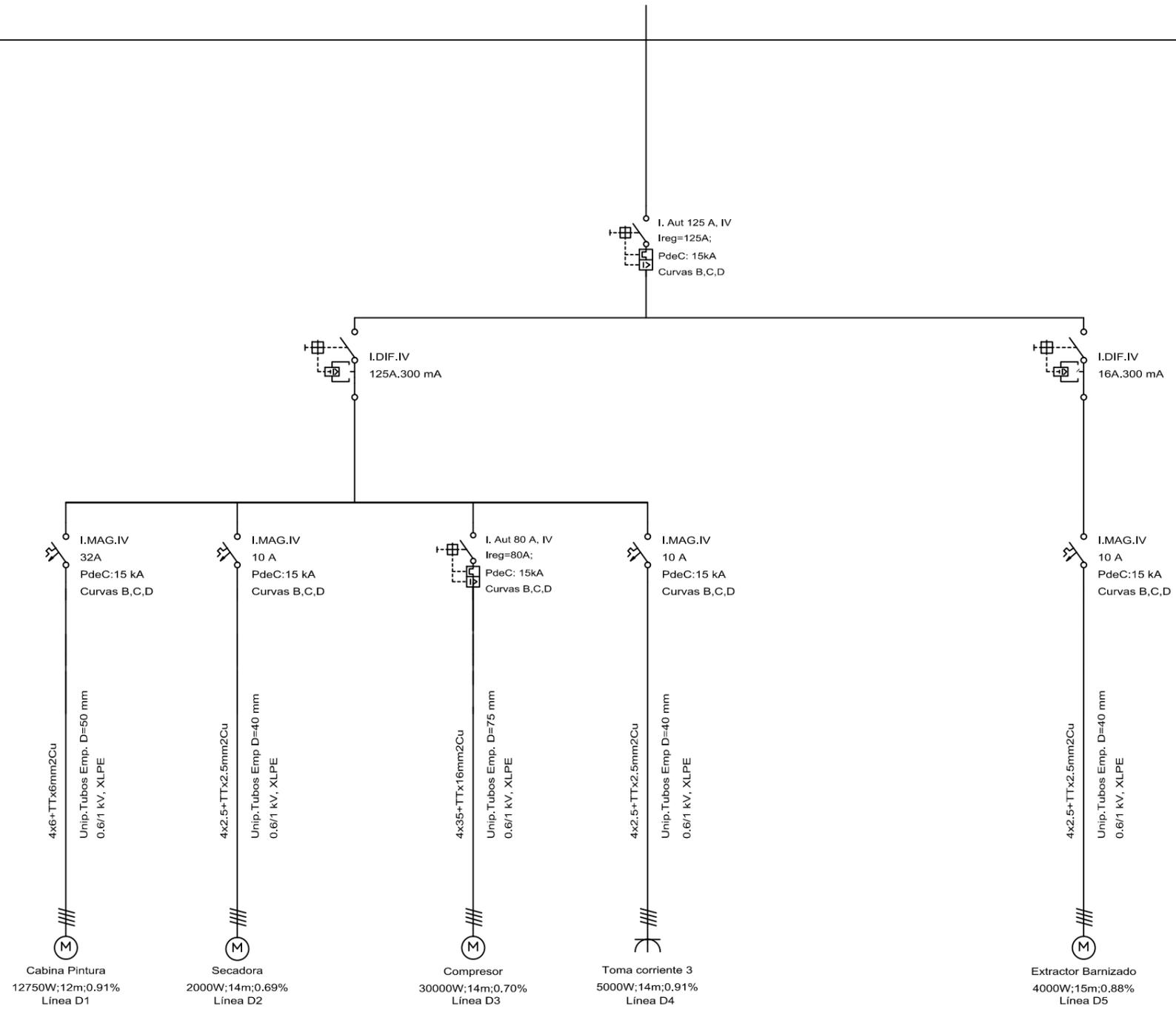
Nº Plano:

5

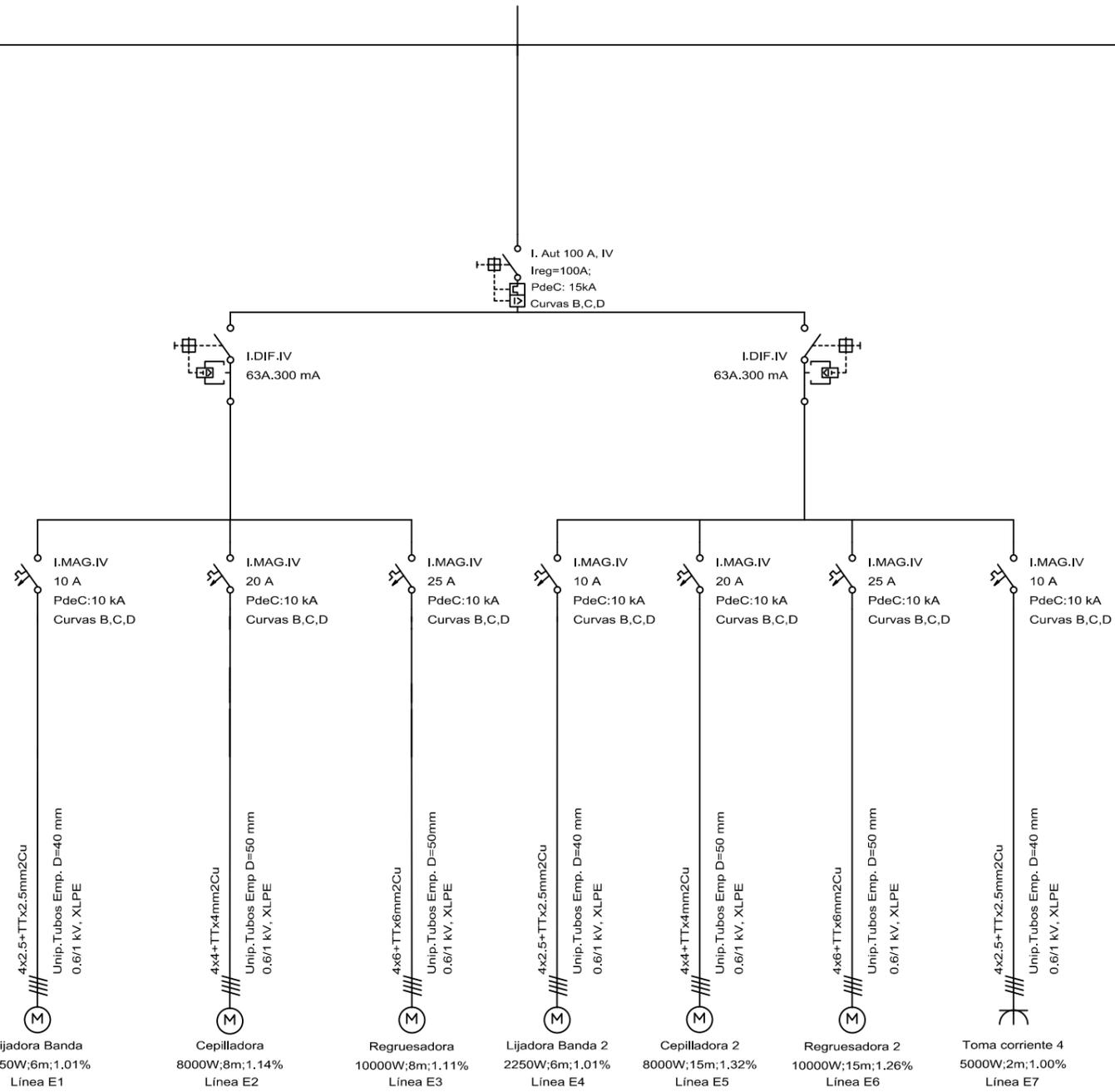
Cuadro Secundario
C



Cuadro Secundario
D



Cuadro Secundario
E



TRABAJO FINAL DE GRADO EN INGENIERÍA EN TECNOLOGÍAS INDUSTRIALES



Proyecto: **PROYECTO INSTALACIÓN ELÉCTRICA EN UNA FABRICA DE PUERTAS DE MADERA EN CATARROJA**

Plano: **ESQUEMA UNIFILAR CUADRO E**

Autor:
Ferran Cremades Gradolí

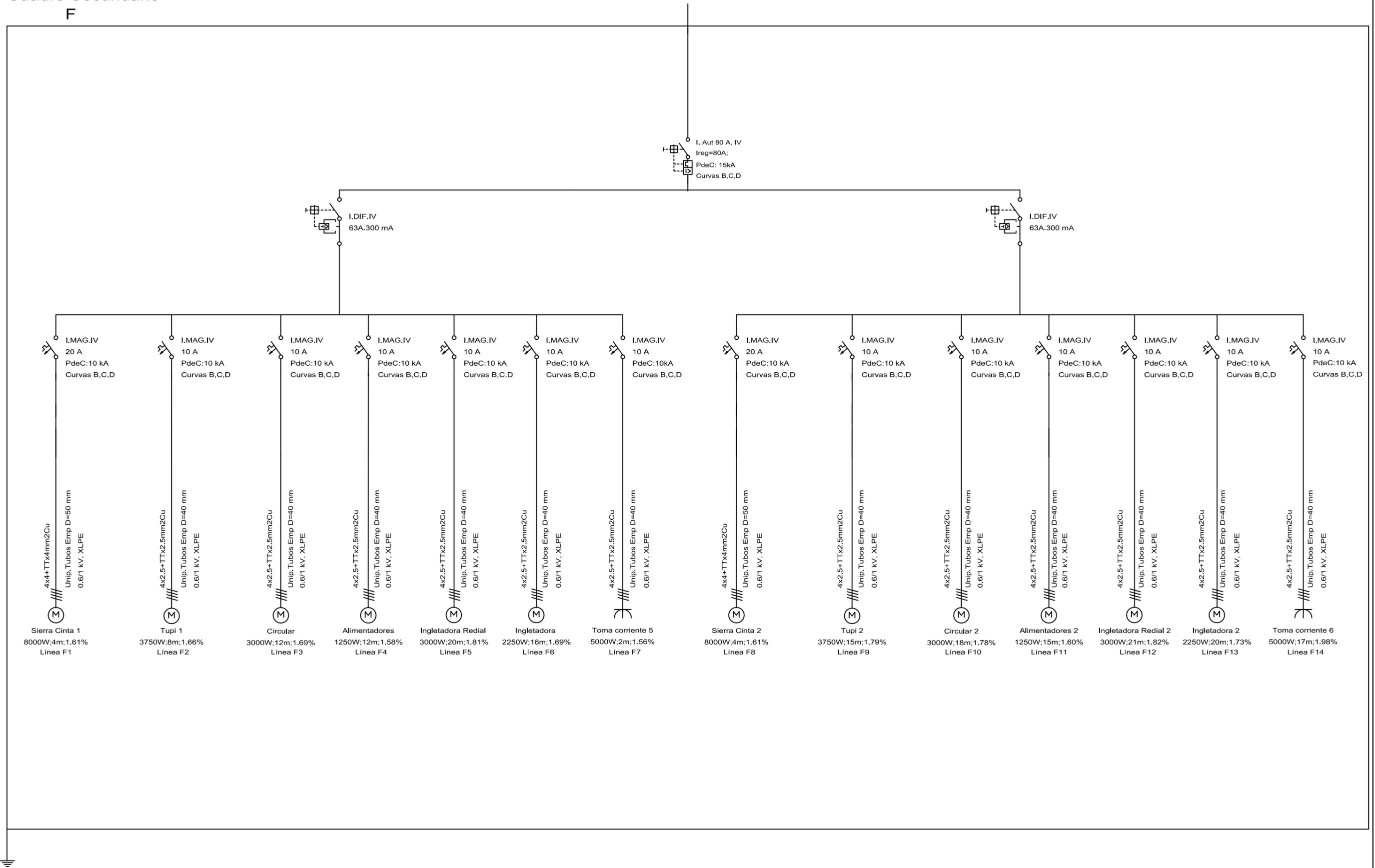
Fecha:
Junio 2015

Escala:

Nº Plano:



Cuadro Secundario
F



TRABAJO FINAL DE GRADO EN INGENIERÍA EN TECNOLOGÍAS INDUSTRIALES



Proyecto: **PROYECTO INSTALACIÓN ELÉCTRICA EN UNA FABRICA DE PUERTAS DE MADERA EN CATARROJA**

Plano: **ESQUEMA UNIFILAR CUADRO F**

Autor: **Ferran Cremades Gradolí**

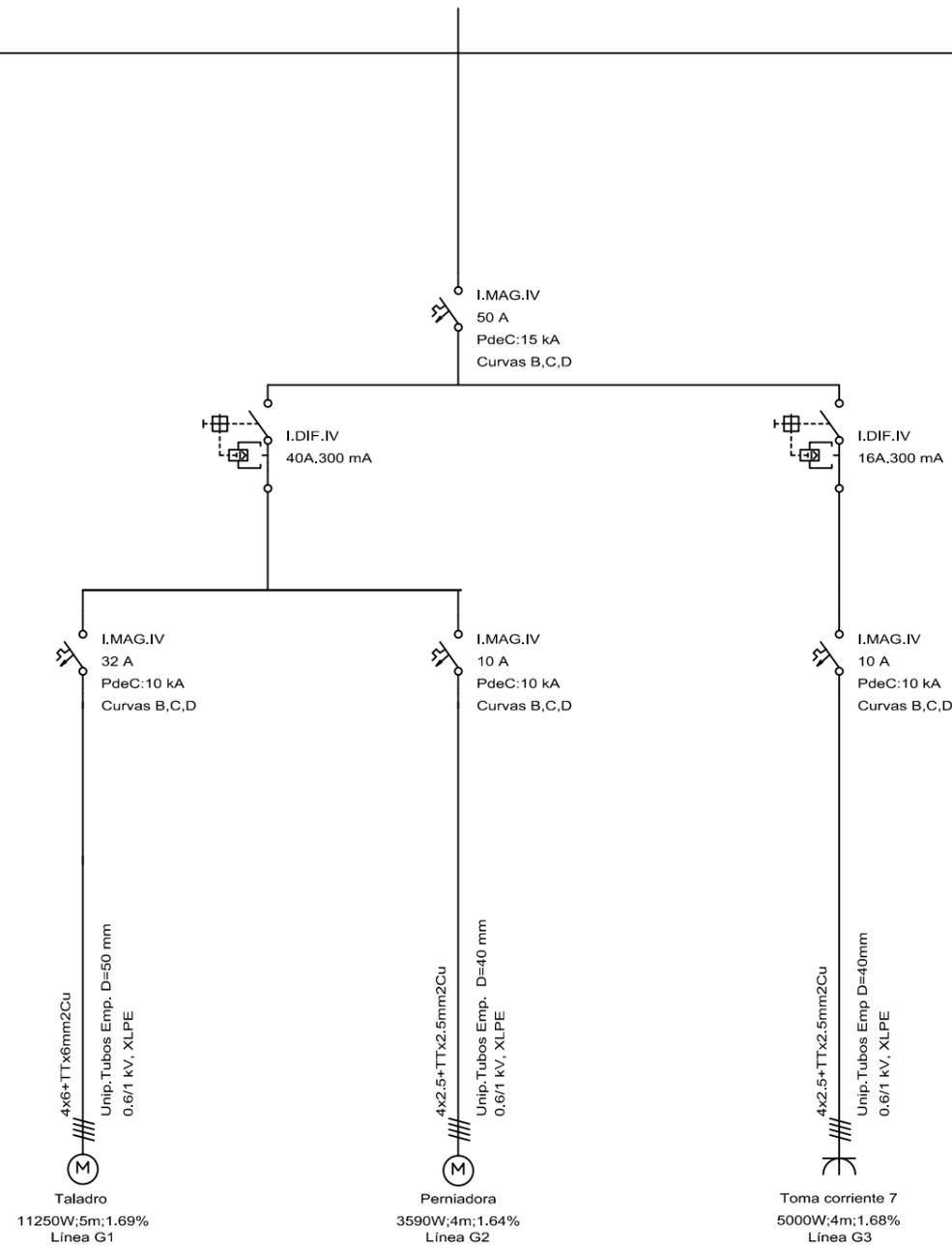
Fecha: **Junio 2015**

Escala:

Nº Plano:

9

Cuadro Secundario
G



TRABAJO FINAL DE GRADO EN INGENIERÍA EN TECNOLOGÍAS INDUSTRIALES



Proyecto: **PROYECTO INSTALACIÓN ELÉCTRICA EN UNA FABRICA DE PUERTAS DE MADERA EN CATARROJA**

Plano: **ESQUEMA UNIFILAR CUADRO G**

Autor: **Ferran Cremades Gradolf**

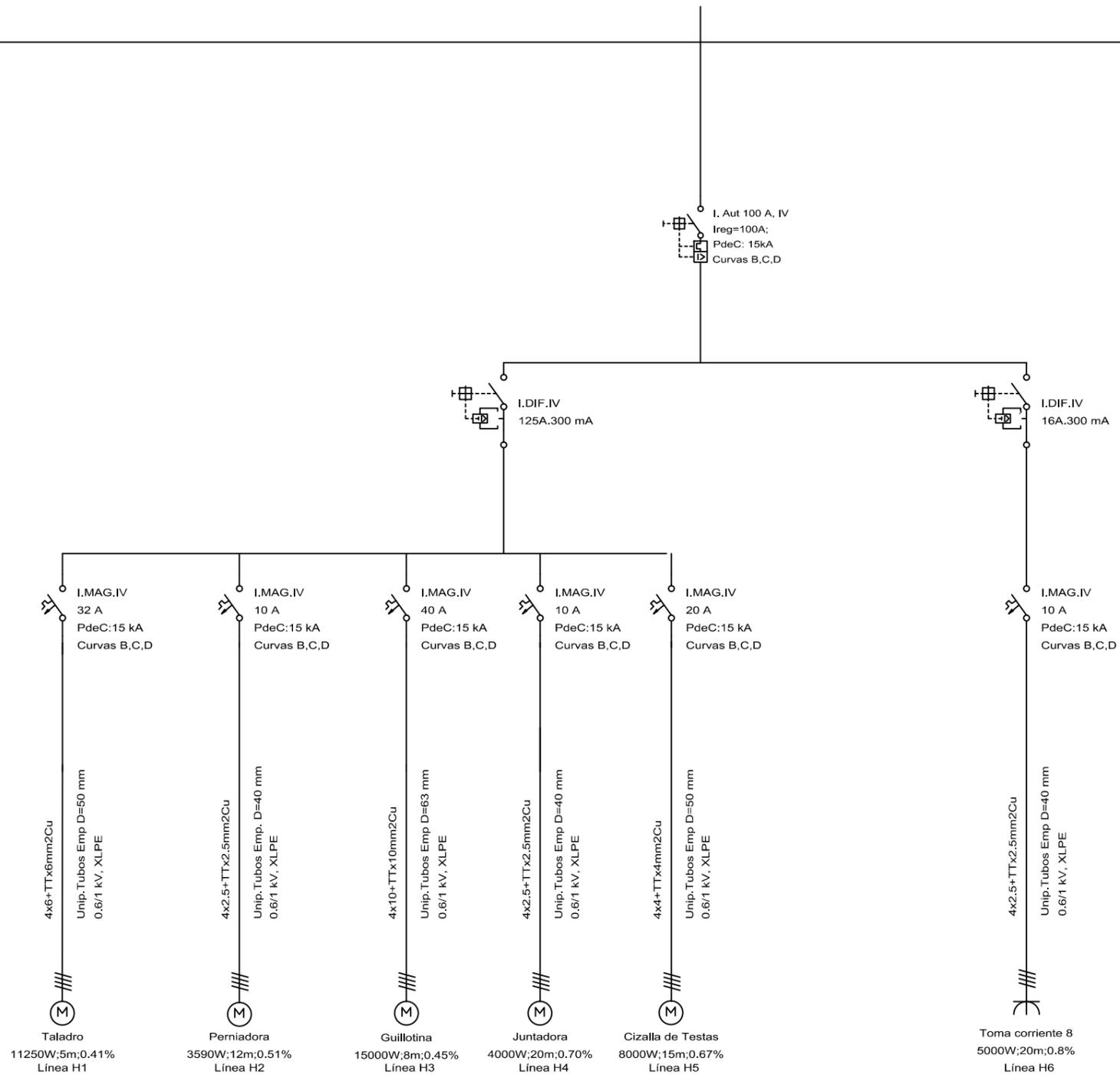
Fecha: **Junio 2015**

Escala:

Nº Plano:

10

Cuadro Secundario
H



TRABAJO FINAL DE GRADO EN INGENIERÍA EN TECNOLOGÍAS INDUSTRIALES



Proyecto: **PROYECTO INSTALACIÓN ELÉCTRICA EN UNA FABRICA DE PUERTAS DE MADERA EN CATARROJA**

Plano: **ESQUEMA UNIFILAR CUADRO H**

Autor: **Ferran Cremades Gradolí**

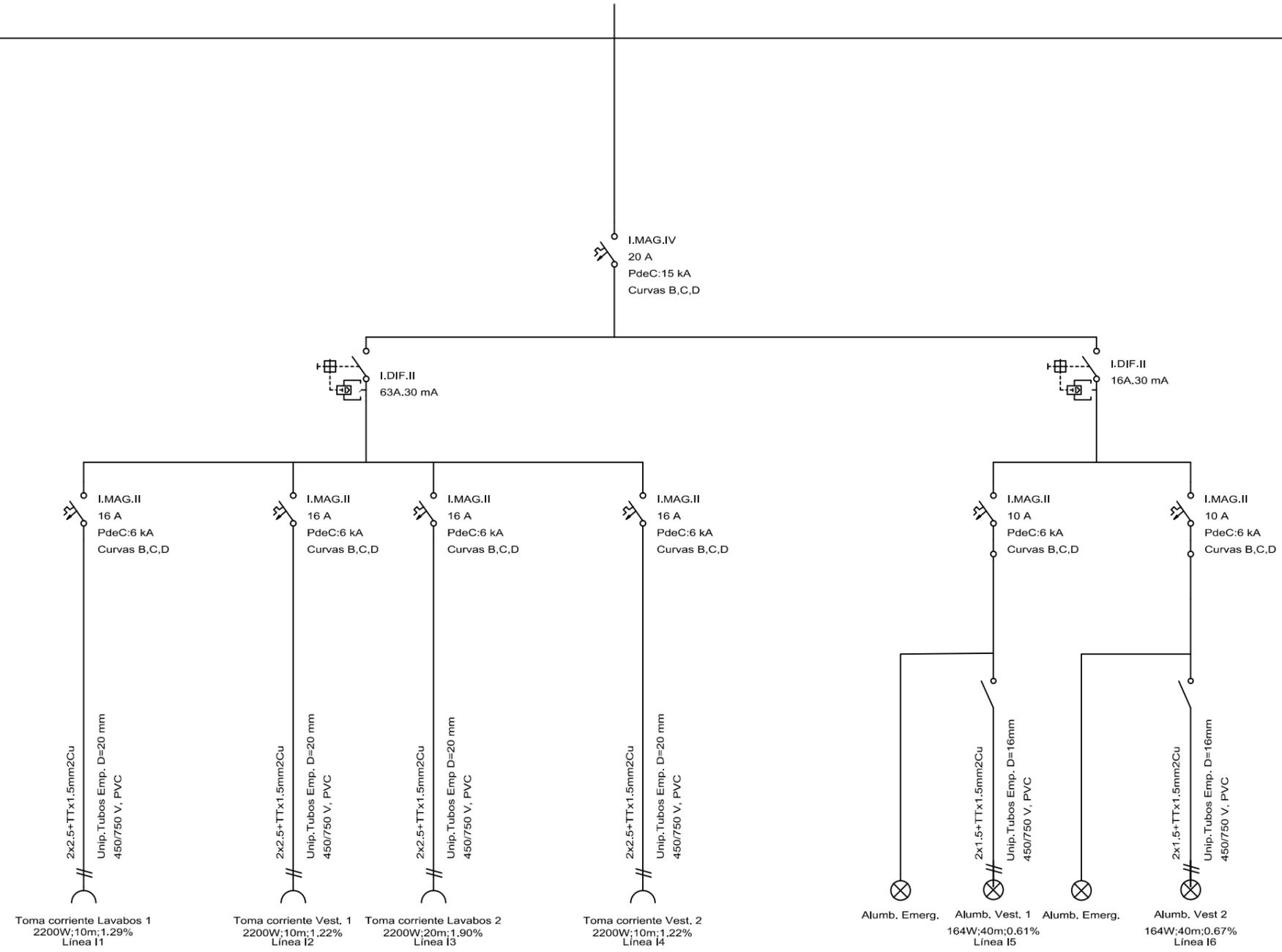
Fecha: **Junio 2015**

Escala:

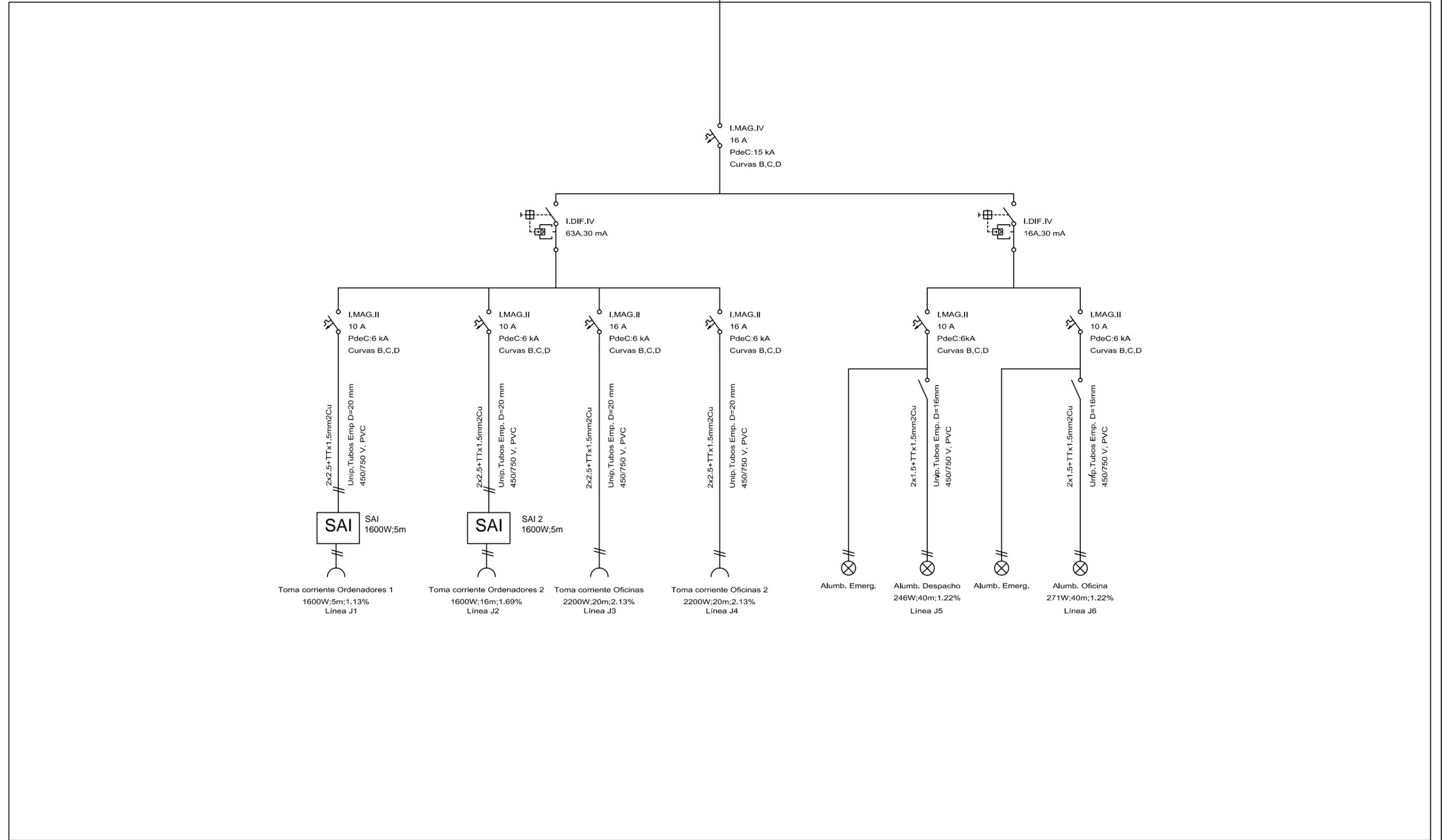
Nº Plano:

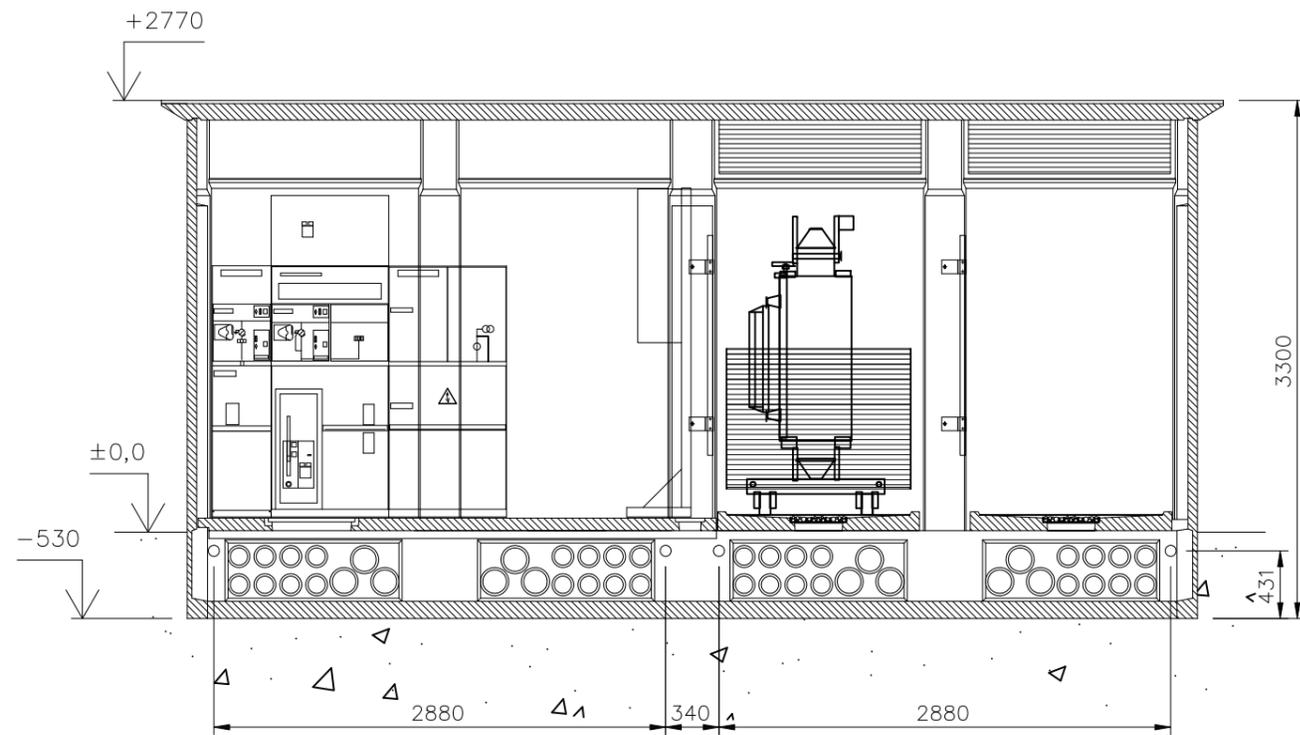
11

Cuadro Secundario
I Vestuarios

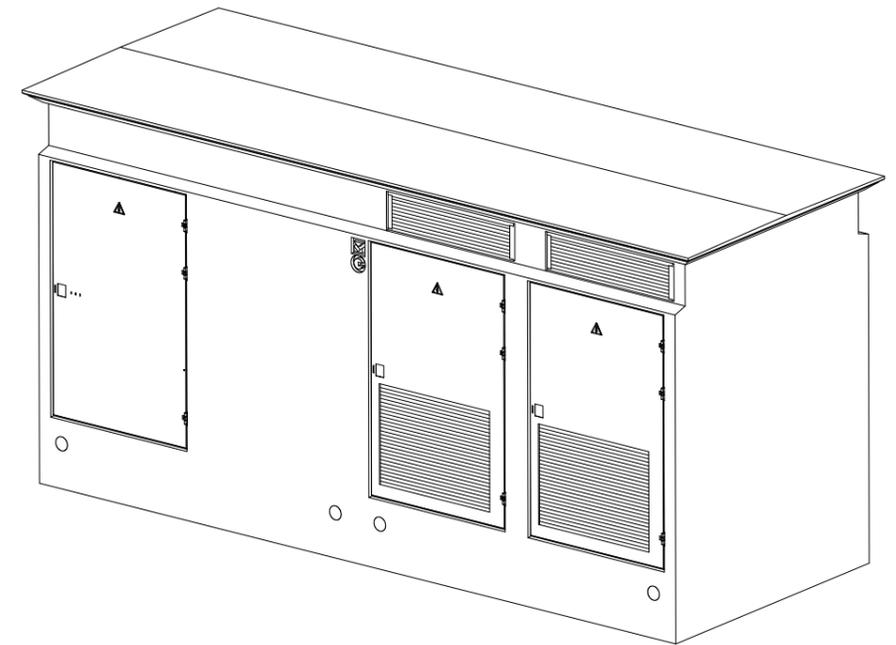


Cuadro Secundario
J Oficinas

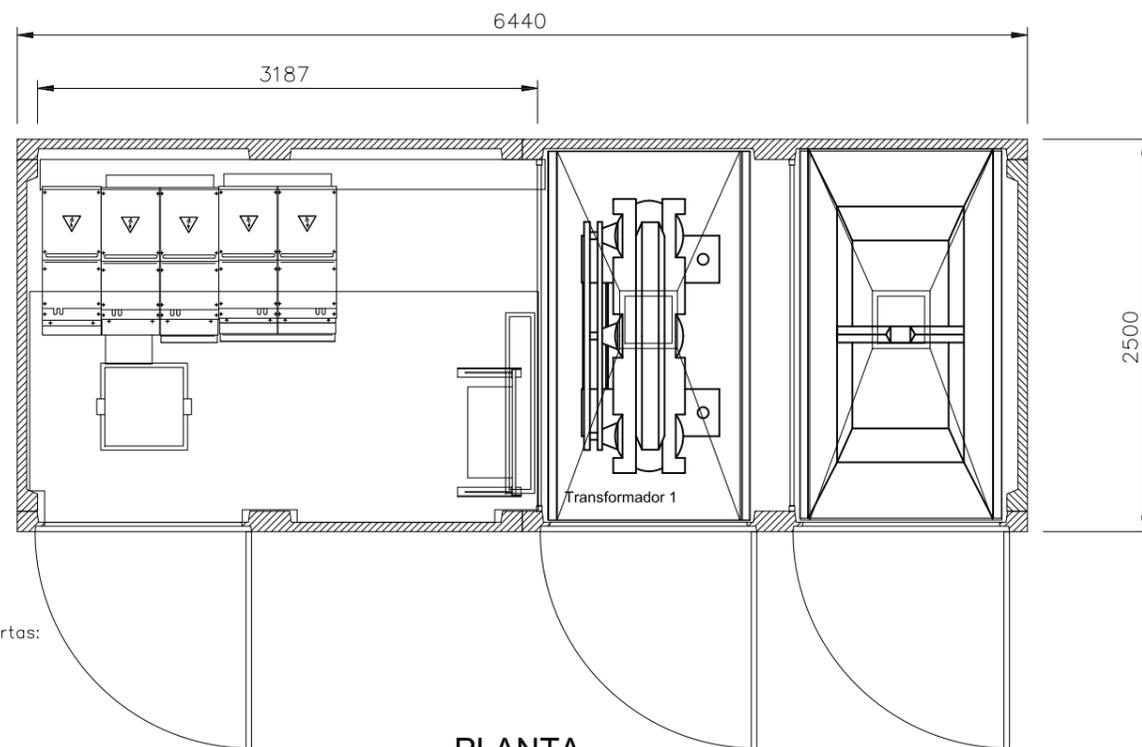




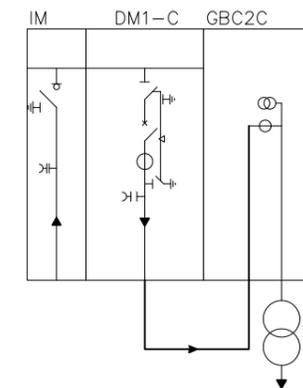
SECCIÓN



PERSPECTIVA



PLANTA



Hueco útil de puertas:
2100 x 1250

TRABAJO FINAL DE GRADO EN INGENIERÍA EN TECNOLOGÍAS INDUSTRIALES



Proyecto: PROYECTO INSTALACIÓN ELÉCTRICA EN UNA FABRICA DE PUERTAS DE MADERA EN CATARROJA

Plano: Centro de transformación

Autor: Ferran Cremades Gradolí

Fecha: Junio 2015

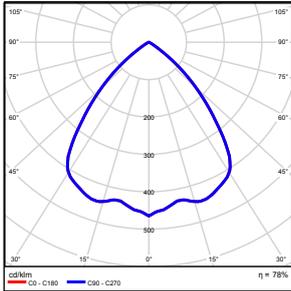
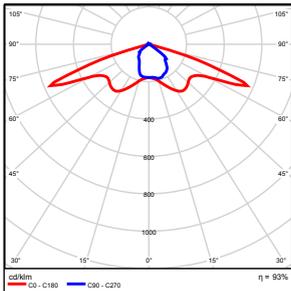
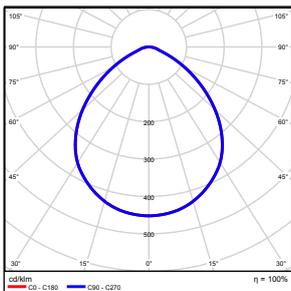
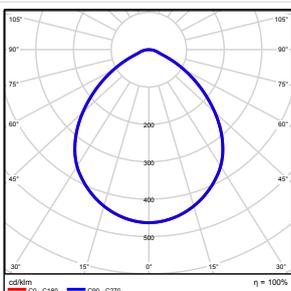
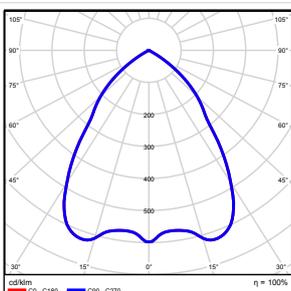
Escala:

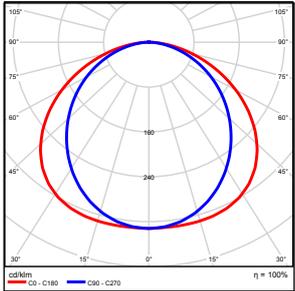
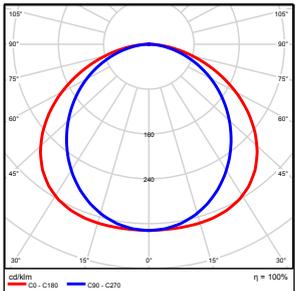
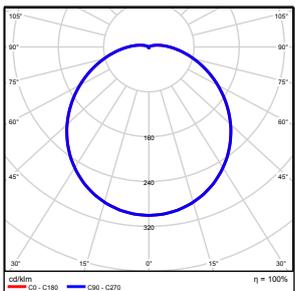
Nº Plano:

14

5. ANEXOS

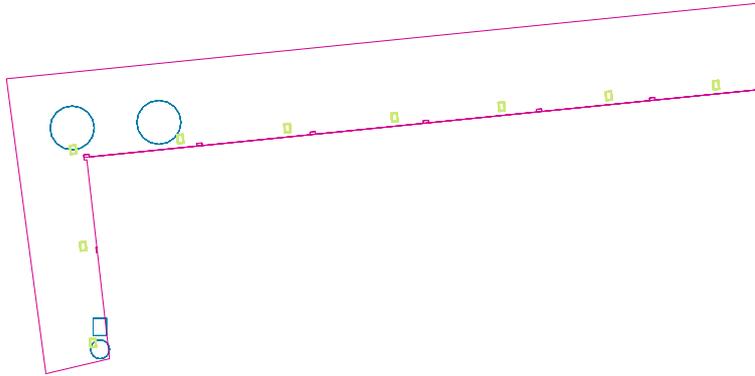
5.1 INFORMES LUMINARIAS

Número de unidades	Leuchte (Lichtaustritt)		
33	Philips Lighting 4ME550 P-WB 1xHPI-P400W-BU SGR +9ME100 R GC D550_767 Emisión de luz 1 Lámpara: 1xHPI-P400W-BU/767 Grado de eficacia de funcionamiento: 78.45% Flujo luminoso de lámparas: 42500 lm Flujo luminoso de las luminarias: 33343 lm Potencia: 470.0 W Rendimiento lumínico: 70.9 lm/W		
9	Philips Lighting BRP708 1xGRN35/740 SRN Emisión de luz 1 Lámpara: 1xGRN35/740/- Grado de eficacia de funcionamiento: 93.18% Flujo luminoso de lámparas: 3650 lm Flujo luminoso de las luminarias: 3401 lm Potencia: 35.0 W Rendimiento lumínico: 97.2 lm/W		
1	Philips Lighting DN125B D187 1xLED10S/840 Emisión de luz 1 Lámpara: 1xLED10S/840/- Grado de eficacia de funcionamiento: 100% Flujo luminoso de lámparas: 1000 lm Flujo luminoso de las luminarias: 1000 lm Potencia: 13.0 W Rendimiento lumínico: 76.9 lm/W		
2	Philips Lighting DN125B D234 1xLED20S/840 Emisión de luz 1 Lámpara: 1xLED20S/840/- Grado de eficacia de funcionamiento: 99.96% Flujo luminoso de lámparas: 2000 lm Flujo luminoso de las luminarias: 1999 lm Potencia: 24.0 W Rendimiento lumínico: 83.3 lm/W		
1	Philips Lighting DN450B 1xDLM2000/840 Emisión de luz 1 Lámpara: 1xDLM2000/840/- Grado de eficacia de funcionamiento: 100% Flujo luminoso de lámparas: 2000 lm Flujo luminoso de las luminarias: 2000 lm Potencia: 25.0 W Rendimiento lumínico: 80.0 lm/W		

Número de unidades	Leuchte (Lichtaustritt)		
16	Philips Lighting RC125B W60L60 1xLED34S/840 Emisión de luz 1 Lámpara: 1xLED34S/840/- Grado de eficacia de funcionamiento: 99.89% Flujo luminoso de lámparas: 3400 lm Flujo luminoso de las luminarias: 3396 lm Potencia: 41.0 W Rendimiento lumínico: 82.8 lm/W		
8	Philips Lighting RC165V W60L60 1xLED34S/840 PSU Emisión de luz 1 Lámpara: 1xLED34S/840/- Grado de eficacia de funcionamiento: 99.89% Flujo luminoso de lámparas: 3400 lm Flujo luminoso de las luminarias: 3396 lm Potencia: 41.0 W Rendimiento lumínico: 82.8 lm/W		
3	Philips Lighting WL120V LED16S/840 Emisión de luz 1 Lámpara: 1xLED16S/840/- Grado de eficacia de funcionamiento: 99.90% Flujo luminoso de lámparas: 1600 lm Flujo luminoso de las luminarias: 1598 lm Potencia: 24.0 W Rendimiento lumínico: 66.6 lm/W		

Flujo luminoso total de lámparas: 1528750 lm, Flujo luminoso total de luminarias: 1224224 lm, Potencia total: 16967.0 W, Rendimiento lumínico: 72.2 lm/W

Plano útil 21 / Sumario de los resultados

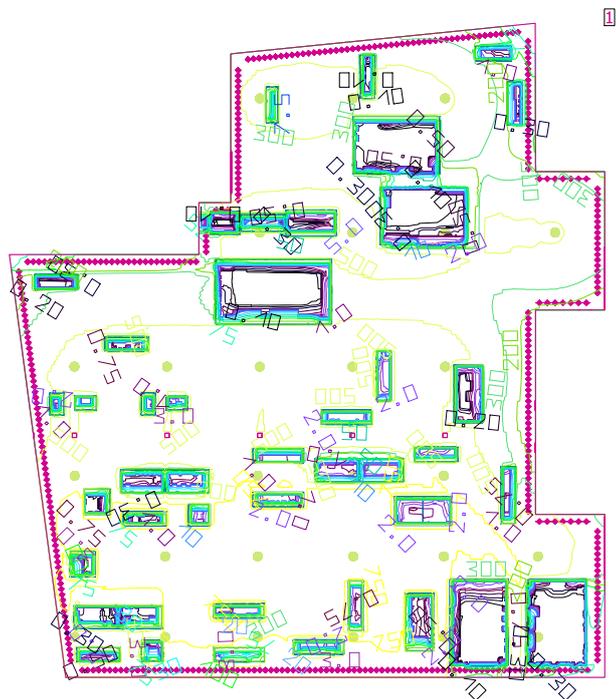


Altura del plano útil: 0.000 m , Zona marginal: 0.000 m

Resultado	Media (nominal)	Min	Max	Mín./medio	Mín./máx.
Intensidad lumínica perpendicular [lx]	28 (25)	0.00	41	0.000	0.000

Perfil: Áreas de tránsito generales en lugares de trabajo / puestos de trabajo al aire libre, Pasos para peatones, puntos de maniobra para vehículos, puntos de carga y descarga

Area Trabajo / Sinopsis de locales



Altura del local: 3.300 m, Altura del plano útil: 0.800 m, Zona marginal: 0.000 m
 Grado de reflexión: Techo 64.5%, Paredes 54.7%, Suelo 30.0%, Factor de degradación: 0.80

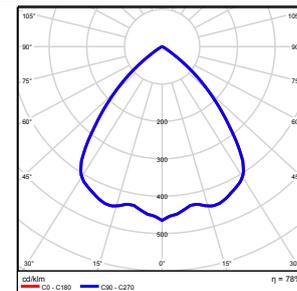
Plano útil

Superficie	Resultado	Media (nominal)	Min	Max	Min./medio	Min./máx.
1 Plano útil 10	Intensidad lumínica perpendicular [lx]	449 (500)	0.00	934	0.000	0.000

EN 12464-1

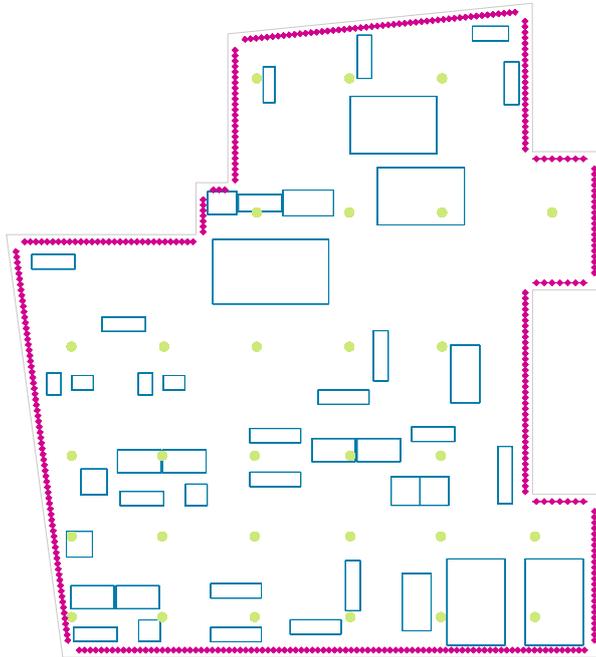
Superficie principal (techo)	Intensidad lumínica perpendicular [lx]	216 (30)	77	658	0.356	0.117
Superficies principales (paredes)	Intensidad lumínica perpendicular [lx]	243 (50)	0.00	503	0.000	0.000

N°	Número de unidades	
1	29	Philips Lighting 4ME550 P-WB 1xHPI-P400W-BU SGR +9ME100 R GC D550_767 Grado de eficacia de funcionamiento: 78.45% Flujo luminoso de lámparas: 42500 lm Flujo luminoso de las luminarias: 33343 lm Potencia: 470.0 W Rendimiento lumínico: 70.9 lm/W



Flujo luminoso total de lámparas: 1232500 lm, Flujo luminoso total de luminarias: 966947 lm, Potencia total: 13630.0 W, Rendimiento lumínico: 70.9 lm/W

Area Trabajo / Resumen de resultados EN 12464



EN 12464-1

Superficie	Resultado	Media (nominal)	Min	Max	Mín./medio	Mín./máx.
Superficie principal (techo)	Intensidad lumínica perpendicular [lx]	216 (30)	77	658	0.356	0.117
Superficies principales (paredes)	Intensidad lumínica perpendicular [lx]	243 (50)	0.00	503	0.000	0.000

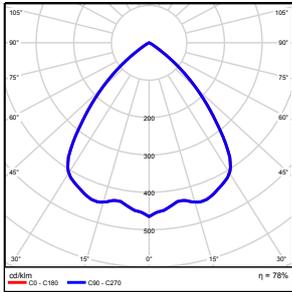
Area Barnizado / Sinopsis de locales



Altura del local: 3.300 m, Altura del plano útil: 0.800 m, Zona marginal: 0.000 m
 Grado de reflexión: Techo 0.0%, Paredes 50.0%, Suelo 20.0%, Factor de degradación: 0.80

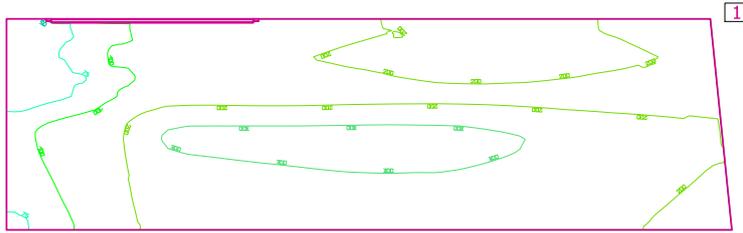
Plano útil

Superficie	Resultado	Media (nominal)	Min	Max	Mín./medio	Mín./máx.
1 Plano útil 11	Intensidad lumínica perpendicular [lx]	428 (500)	0.00	657	0.000	0.000

N°	Número de unidades		
1	4	Philips Lighting 4ME550 P-WB 1xHPI-P400W-BU SGR +9ME100 R GC D550_767 Grado de eficacia de funcionamiento: 78.45% Flujo luminoso de lámparas: 42500 lm Flujo luminoso de las luminarias: 33343 lm Potencia: 470.0 W Rendimiento lumínico: 70.9 lm/W	 

Flujo luminoso total de lámparas: 170000 lm, Flujo luminoso total de luminarias: 133372 lm, Potencia total: 1880.0 W, Rendimiento lumínico: 70.9 lm/W
 Potencia específica de conexión: 11.06 W/m² = 2.58 W/m²/100 lx (Base 170.00 m²)

Zona intermedia / Sinopsis de locales

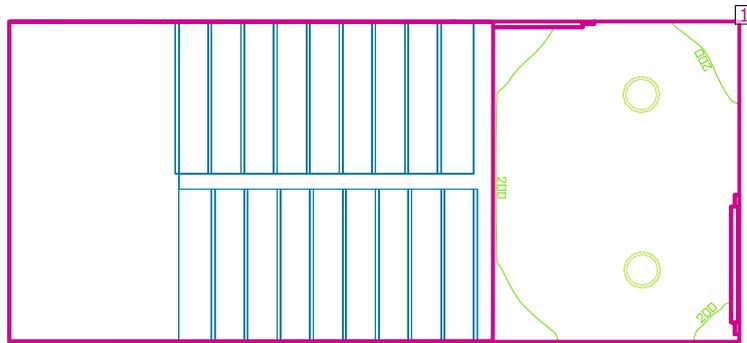


Altura del local: 3.300 m, Altura del plano útil: 0.000 m, Zona marginal: 0.000 m
 Grado de reflexión: Techo 50.0%, Paredes 50.0%, Suelo 21.5%, Factor de degradación: 0.80

Plano útil

Superficie	Resultado	Media (nominal)	Min	Max	Mín./medio	Mín./máx.
1 Plano útil 12	Intensidad lumínica perpendicular [lx]	210 (100)	49	432	0.233	0.113

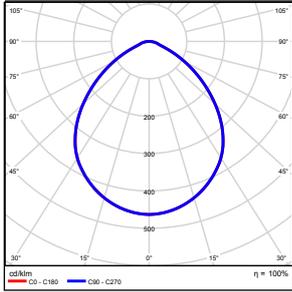
Escalera / Sinopsis de locales



Altura del local: 3.300 m, Altura del plano útil: 0.000 m, Zona marginal: 0.000 m
 Grado de reflexión: Techo 50.0%, Paredes 73.8%, Suelo 29.9%, Factor de degradación: 0.80

Plano útil

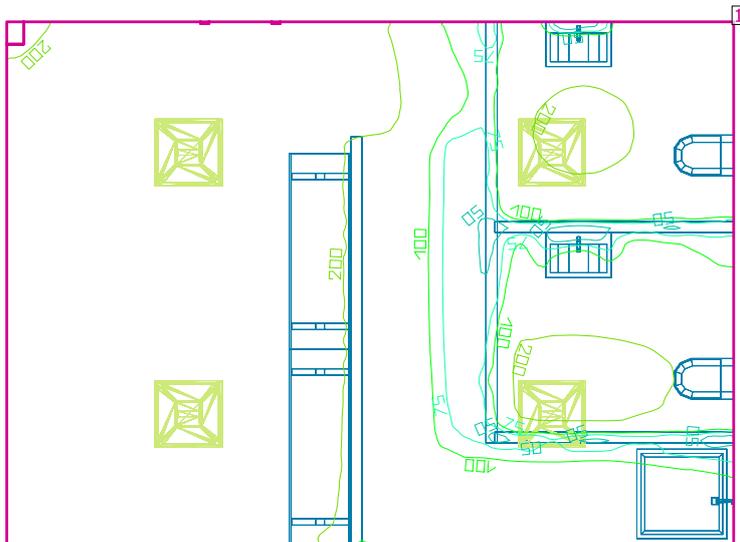
Superficie	Resultado	Media (nominal)	Min	Max	Mín./medio	Mín./máx.
1 Plano útil 13	Intensidad lumínica perpendicular [lx]	216 (150)	0.00	236	0.000	0.000

N°	Número de unidades		
1	2	Philips Lighting DN125B D234 1xLED20S/840 Grado de eficacia de funcionamiento: 99.96% Flujo luminoso de lámparas: 2000 lm Flujo luminoso de las luminarias: 1999 lm Potencia: 24.0 W Rendimiento lumínico: 83.3 lm/W	 

Flujo luminoso total de lámparas: 4000 lm, Flujo luminoso total de luminarias: 3998 lm, Potencia total: 48.0 W, Rendimiento lumínico: 83.3 lm/W

Potencia específica de conexión: $4.88 \text{ W/m}^2 = 2.26 \text{ W/m}^2/100 \text{ lx}$ (Base 9.83 m²)

Vestuario 1 / Sinopsis de locales

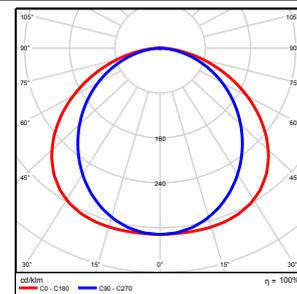


Altura del local: 3.300 m, Altura del plano útil: 0.800 m, Zona marginal: 0.000 m
 Grado de reflexión: Techo 50.0%, Paredes 76.6%, Suelo 30.0%, Factor de degradación: 0.80

Plano útil

Superficie	Resultado	Media (nominal)	Min	Max	Mín./medio	Mín./máx.
1 Plano útil 14	Intensidad lumínica perpendicular [lx]	200 (200)	34	297	0.170	0.114

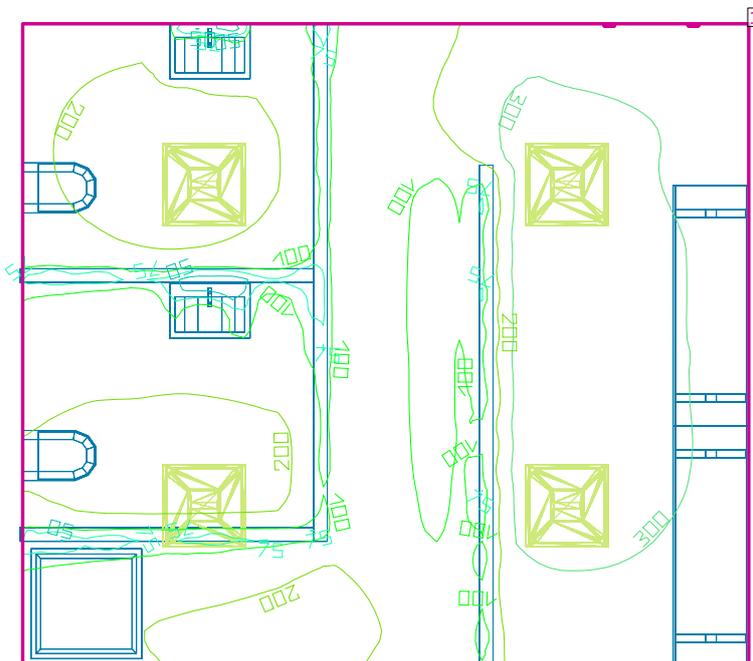
N°	Número de unidades	
1	4	Philips Lighting RC165V W60L60 1xLED34S/840 PSU Grado de eficacia de funcionamiento: 99.89% Flujo luminoso de lámparas: 3400 lm Flujo luminoso de las luminarias: 3396 lm Potencia: 41.0 W Rendimiento lumínico: 82.8 lm/W



Flujo luminoso total de lámparas: 13600 lm, Flujo luminoso total de luminarias: 13584 lm, Potencia total: 164.0 W, Rendimiento lumínico: 82.8 lm/W

Potencia específica de conexión: $5.42 \text{ W/m}^2 = 2.71 \text{ W/m}^2/100 \text{ lx}$ (Base 30.23 m^2)

Vestuario 2 / Sinopsis de locales



Altura del local: 3.300 m, Altura del plano útil: 0.800 m, Zona marginal: 0.000 m
 Grado de reflexión: Techo 50.0%, Paredes 77.0%, Suelo 30.0%, Factor de degradación: 0.80

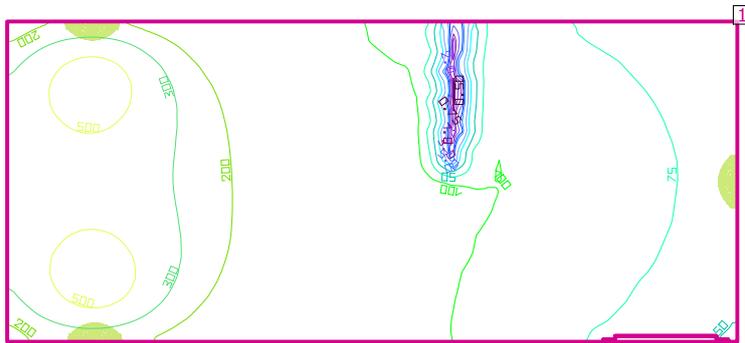
Plano útil

Superficie	Resultado	Media (nominal)	Min	Max	Min./medio	Min./máx.
1 Plano útil 15	Intensidad lumínica perpendicular [lx]	205 (200)	30	330	0.146	0.091

N°	Número de unidades		
1	4	Philips Lighting RC165V W60L60 1xLED34S/840 PSU Grado de eficacia de funcionamiento: 99.89% Flujo luminoso de lámparas: 3400 lm Flujo luminoso de las luminarias: 3396 lm Potencia: 41.0 W Rendimiento lumínico: 82.8 lm/W	

Flujo luminoso total de lámparas: 13600 lm, Flujo luminoso total de luminarias: 13584 lm, Potencia total: 164.0 W, Rendimiento lumínico: 82.8 lm/W
 Potencia específica de conexión: 6.66 W/m² = 3.25 W/m²/100 lx (Base 24.61 m²)

Escalera sup / Sinopsis de locales



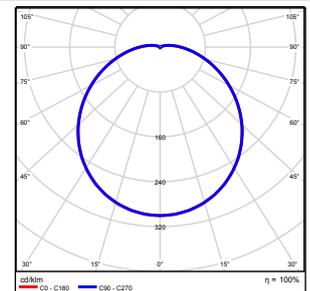
Altura del local: 8.000 m, Altura del plano útil: 0.000 m, Zona marginal: 0.000 m
 Grado de reflexión: Techo 70.0%, Paredes 58.6%, Suelo 20.0%, Factor de degradación: 0.80

Plano útil

Superficie	Resultado	Media (nominal)	Min	Max	Mín./medio	Mín./máx.
1 Plano útil 16	Intensidad lumínica perpendicular [lx]	176 (150)	0.47	658	0.003	0.001

Nº Número de unidades

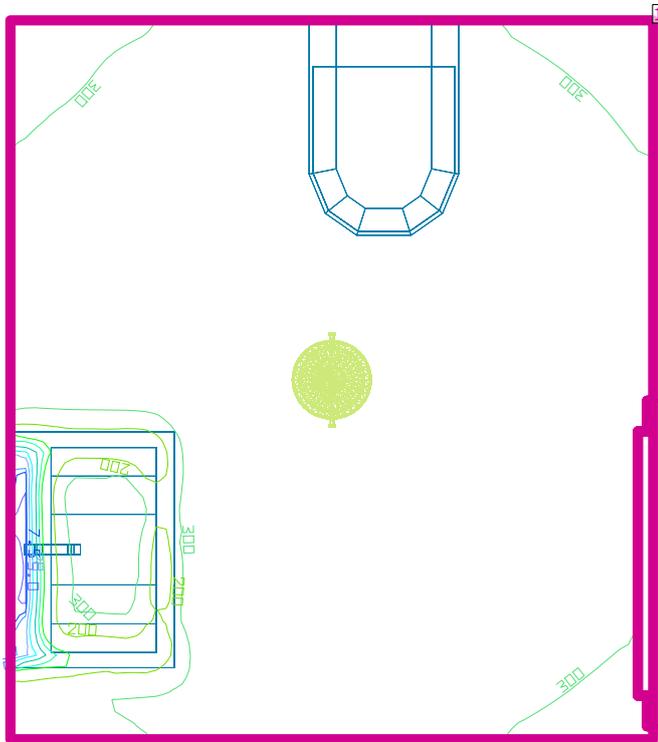
1 3
 Philips Lighting WL120V LED16S/840
 Grado de eficacia de funcionamiento: 99.90%
 Flujo luminoso de lámparas: 1600 lm
 Flujo luminoso de las luminarias: 1598 lm
 Potencia: 24.0 W
 Rendimiento lumínico: 66.6 lm/W



Flujo luminoso total de lámparas: 4800 lm, Flujo luminoso total de luminarias: 4794 lm, Potencia total: 72.0 W, Rendimiento lumínico: 66.6 lm/W

Potencia específica de conexión: 20.70 W/m² = 11.74 W/m²/100 lx (Base 3.48 m²)

Baño / Sinopsis de locales

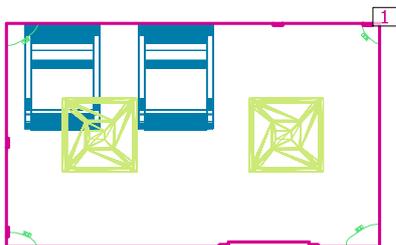


Altura del local: 8.000 m, Altura del plano útil: 0.800 m, Zona marginal: 0.000 m
 Grado de reflexión: Techo 71.5%, Paredes 50.0%, Suelo 20.0%, Factor de degradación: 0.80

Plano útil

Superficie	Resultado	Media (nominal)	Min	Max	Mín./medio	Mín./máx.
1 Plano útil 17	Intensidad lumínica perpendicular [lx]	324 (200)	3.73	379	0.012	0.010

Entrada Oficinas / Sinopsis de locales

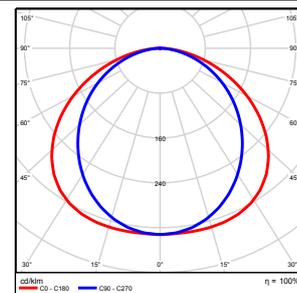


Altura del local: 8.000 m, Altura del plano útil: 0.800 m, Zona marginal: 0.000 m
 Grado de reflexión: Techo 70.0%, Paredes 50.0%, Suelo 20.0%, Factor de degradación: 0.80

Plano útil

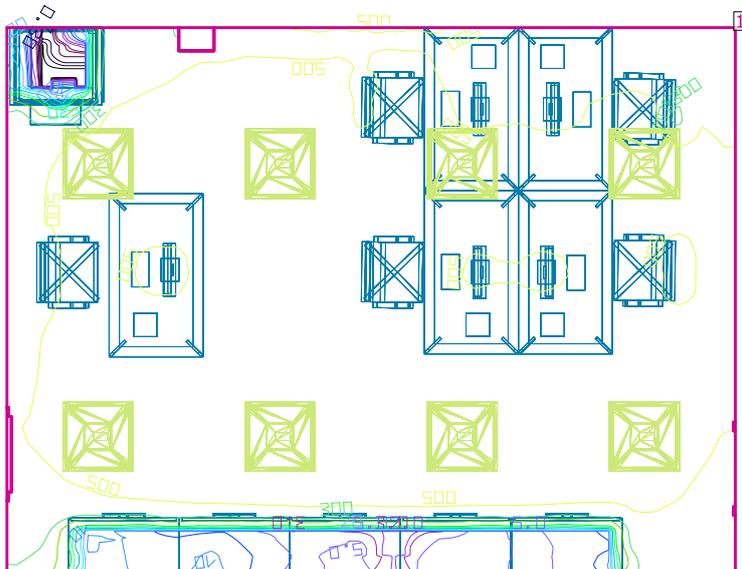
Superficie	Resultado	Media (nominal)	Min	Max	Min./medio	Min./máx.
1 Plano útil 18	Intensidad lumínica perpendicular [lx]	396 (300)	269	471	0.679	0.571

N°	Número de unidades	
1	2	Philips Lighting RC125B W60L60 1xLED34S/840 Grado de eficacia de funcionamiento: 99.89% Flujo luminoso de lámparas: 3400 lm Flujo luminoso de las luminarias: 3396 lm Potencia: 41.0 W Rendimiento lumínico: 82.8 lm/W



Flujo luminoso total de lámparas: 6800 lm, Flujo luminoso total de luminarias: 6792 lm, Potencia total: 82.0 W, Rendimiento lumínico: 82.8 lm/W
 Potencia específica de conexión: 14.66 W/m² = 3.71 W/m²/100 lx (Base 5.59 m²)

Oficinas / Sinopsis de locales



Altura del local: 8.000 m, Altura del plano útil: 0.800 m, Zona marginal: 0.000 m
 Grado de reflexión: Techo 62.9%, Paredes 56.7%, Suelo 50.0%, Factor de degradación: 0.80

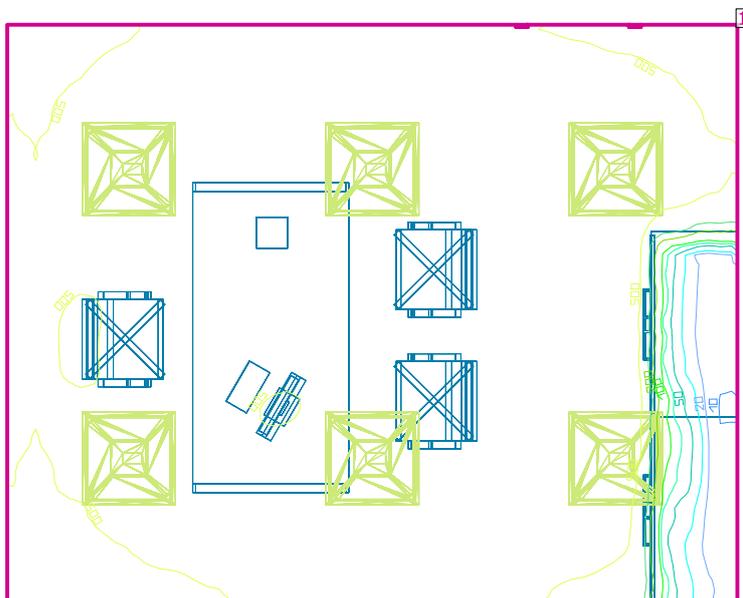
Plano útil

Superficie	Resultado	Media (nominal)	Min	Max	Mín./medio	Mín./máx.
1 Plano útil 19	Intensidad lumínica perpendicular [lx]	515 (500)	0.05	697	0.000	0.000

N°	Número de unidades		
1	8	Philips Lighting RC125B W60L60 1xLED34S/840 Grado de eficacia de funcionamiento: 99.89% Flujo luminoso de lámparas: 3400 lm Flujo luminoso de las luminarias: 3396 lm Potencia: 41.0 W Rendimiento lumínico: 82.8 lm/W	

Flujo luminoso total de lámparas: 27200 lm, Flujo luminoso total de luminarias: 27168 lm, Potencia total: 328.0 W, Rendimiento lumínico: 82.8 lm/W
 Potencia específica de conexión: 11.31 W/m² = 2.19 W/m²/100 lx (Base 29.00 m²)

Despacho / Sinopsis de locales

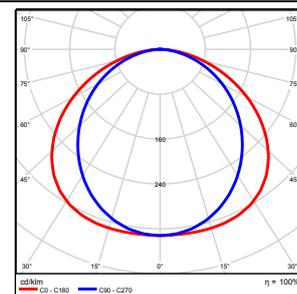


Altura del local: 8.000 m, Altura del plano útil: 0.800 m, Zona marginal: 0.000 m
 Grado de reflexión: Techo 61.5%, Paredes 58.0%, Suelo 20.0%, Factor de degradación: 0.80

Plano útil

Superficie	Resultado	Media (nominal)	Min	Max	Mín./medio	Mín./máx.
1 Plano útil 20	Intensidad lumínica perpendicular [lx]	563 (500)	9.25	745	0.016	0.012

Nº	Número de unidades	
1	6	Philips Lighting RC125B W60L60 1xLED34S/840 Grado de eficacia de funcionamiento: 99.89% Flujo luminoso de lámparas: 3400 lm Flujo luminoso de las luminarias: 3396 lm Potencia: 41.0 W Rendimiento lumínico: 82.8 lm/W



Flujo luminoso total de lámparas: 20400 lm, Flujo luminoso total de luminarias: 20376 lm, Potencia total: 246.0 W, Rendimiento lumínico: 82.8 lm/W

Potencia específica de conexión: 14.05 W/m² = 2.49 W/m²/100 lx (Base 17.50 m²)

5.2 CÁLCULOS CENTRO DE TRANSFORMACIÓN

A continuación se adjuntan los cálculos justificativos del centro de transformación adquiridos mediante el programa SIScet.

5.2.1 INTENSIDAD DE ALTA TENSIÓN.

En un sistema trifásico, la intensidad primaria I_p viene determinada por la expresión:

$$I_p = \frac{S}{\sqrt{3} * U}$$

Siendo:

S = Potencia del transformador en kVA.

U = Tensión compuesta primaria en kV = 20 kV.

I_p = Intensidad primaria en Amperios.

Sustituyendo valores, tendremos:

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

Siendo la intensidad total primaria de 11.55 Amperios.

5.2.2 INTENSIDAD DE BAJA TENSIÓN.

En un sistema trifásico la intensidad secundaria I_s viene determinada por la expresión:

$$I_s = \frac{S - W_{fe} - W_{cu}}{\sqrt{3} * U}$$

Siendo:

S = Potencia del transformador en kVA.

W_{fe} = Pérdidas en el hierro.

W_{cu} = Pérdidas en los arrollamientos.

U = Tensión compuesta en carga del secundario en kilovoltios = 0.4 kV.

I_s = Intensidad secundaria en Amperios.

Sustituyendo valores, tendremos:

Potencia del transformador (kVA)	I_s (A)
400	567.68

5.2.3 CORTOCIRCUITOS.

5.2.3.1. Observaciones.

Para el cálculo de la intensidad de cortocircuito se determina una potencia de cortocircuito de 350 MVA en la red de distribución, dato proporcionado por la Compañía suministradora.

5.2.3.2. Cálculo de las Corrientes de Cortocircuito.

Para la realización del cálculo de las corrientes de cortocircuito utilizaremos las expresiones:

- Intensidad primaria para cortocircuito en el lado de alta tensión:

$$I_{ccp} = \frac{S_{cc}}{\sqrt{3} * U}$$

Siendo:

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

U = Tensión primaria en kV.

I_{ccp} = Intensidad de cortocircuito primaria en kA.

- Intensidad primaria para cortocircuito en el lado de baja tensión:

No la vamos a calcular ya que será menor que la calculada en el punto anterior.

- Intensidad secundaria para cortocircuito en el lado de baja tensión (despreciando la impedancia de la red de alta tensión):

$$I_{ccs} = \frac{S}{\sqrt{3} * \frac{U_{cc}}{100} * U_s}$$

Siendo:

S = Potencia del transformador en kVA.

U_{cc} = Tensión porcentual de cortocircuito del transformador.

U_s = Tensión secundaria en carga en voltios.

I_{ccs} = Intensidad de cortocircuito secundaria en kA.

5.2.3.3. Cortocircuito en el lado de Alta Tensión.

Utilizando la fórmula expuesta anteriormente con:

$S_{cc} = 350$ MVA.

$U = 20$ kV.

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

$$I_{ccp} = 10.1 \text{ kA.}$$

5.2.3.4. Cortocircuito en el lado de Baja Tensión.

Utilizando la fórmula expuesta anteriormente y sustituyendo valores, tendremos:

Potencia del transformador (kVA)	Ucc (%)	Iccs (kA)
400	6	9.62

Siendo:

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

5.2.4. DIMENSIONADO DEL EMBARRADO.

Como resultado de los ensayos que han sido realizados a las celdas fabricadas por Schneider Electric no son necesarios los cálculos teóricos ya que con los certificados de ensayo ya se justifican los valores que se indican tanto en esta memoria como en las placas de características de las celdas.

5.2.4.1. Comprobación por densidad de corriente.

La comprobación por densidad de corriente tiene como objeto verificar que no se supera la máxima densidad de corriente admisible por el elemento conductor cuando por el circule una corriente igual a la corriente nominal máxima.

Para las celdas modelo SM6 seleccionadas para este proyecto se ha obtenido la correspondiente certificación que garantiza cumple con la especificación citada mediante el protocolo de ensayo 51249139XA realizado por VOLTA.

5.2.4.2. Comprobación por sollicitación electrodinámica.

La comprobación por sollicitación electrodinámica tiene como objeto verificar que los elementos conductores de las celdas incluidas en este proyecto son capaces de soportar el esfuerzo mecánico derivado de un defecto de cortocircuito entre fase.

Para las celdas modelo SM6 seleccionadas para este proyecto se ha obtenido la correspondiente certificación que garantiza cumple con la especificación citada mediante el protocolo de ensayo 51249068XA realizado por VOLTA.

El ensayo garantiza una resistencia electrodinámica de 40kA.

5.2.4.3 Comprobación por sollicitación térmica. Sobreintensidad térmica admisible.

La comprobación por sollicitación térmica tiene como objeto comprobar que por motivo de la aparición de un defecto o cortocircuito no se producirá un calentamiento excesivo del elemento conductor principal de las celdas que pudiera así dañarlo.

Para las celdas modelo SM6 seleccionadas para este proyecto se ha obtenido la correspondiente certificación que garantiza cumple con la especificación citada mediante el protocolo de ensayo 51249068XA realizado por VOLTA.

El ensayo garantiza una resistencia térmica de 16kA 1 segundo.

5.2.5. PROTECCIÓN CONTRA SOBRECARGAS Y CORTOCIRCUITOS.

5.2.5.1. Selección de las protecciones de Alta y Baja Tensión.

* ALTA TENSIÓN.

No se instalarán fusibles de alta tensión al utilizar como interruptor de protección un disyuntor en atmósfera de hexafluoruro de azufre, y ser éste el aparato destinado a interrumpir las corrientes de cortocircuito cuando se produzcan.

* BAJA TENSIÓN.

Los elementos de protección de las salidas de Baja Tensión del C.T. no serán objeto de este proyecto sino del proyecto de las instalaciones eléctricas de Baja Tensión.

5.2.5.2. Ajuste del dispositivo térmico o de los relés.

El dispositivo térmico se ajustará como máximo conforme a los siguientes valores de temperatura, tomando como temperatura máxima ambiente de 40 °C.

- Transformadores en baño de aceite o éster vegetal:

Alarma 90°C.

Disparo 100°C.

- Transformadores encapsulados aislamiento seco clase térmica F:

Alarma 140°C.

Disparo 150°C.

Los relés de sobreintensidad, si los hubiere, se ajustarán conforme a los siguientes valores y tiempos de actuación, procurando mantener la selectividad con las protecciones aguas arriba y aguas abajo.

- Relé de sobreintensidad de fase (50-51):

Intensidad de arranque un 40 % por encima de la intensidad primaria.

Curva Inversa según IEC, con índice de tiempo o factor $K = 0.1$.

Disparo Instantáneo por encima del valor de la corriente de inserción de los transformadores y del valor de la intensidad debida a un cortocircuito en el lado de baja tensión, y por debajo de la corriente de cortocircuito primaria. Por lo general se ajustará a 22 veces la intensidad nominal para potencias hasta 1000 kVA, y a 18 veces para potencias superiores.

- Relé de sobreintensidad de tierra (50N-51N):

Intensidad de arranque al 40 % de la intensidad de arranque de fase para potencias hasta 1000 kVA y al 20 % para potencias superiores.

Curva Inversa según IEC, con índice de tiempo o factor $K = 0.1$.

Disparo Instantáneo ajustado a 4 veces la intensidad de arranque de tierra.

5.2.6. DIMENSIONADO DE LA VENTILACIÓN DEL C.T.

Las rejillas de ventilación de los edificios prefabricados EHC están diseñadas y dispuestas sobre las paredes. Se requiere disponer de extractores de caudal adecuados para la ventilación forzada del segundo transformador de kVA, de manera que la circulación del aire ventile eficazmente la sala del transformador. El diseño se ha realizado cumpliendo los ensayos de calentamiento según la norma UNE-EN 62271-102, tomando como base de ensayo los transformadores de 1000 KVA según la norma UNE 21428-1. Todas las rejillas de ventilación van provistas de una tela metálica mosquitero. El prefabricado ha superado los ensayos de calentamiento realizados en LCOE con número de informe 200506330341.

5.2.7. DIMENSIONES DEL POZO APAGAFUEGOS.

Al utilizar técnica de transformador encapsulado en resina epoxy, no es necesario disponer de un foso para la recogida de aceite, al no existir éste.

5.2.8. CÁLCULO DE LAS INSTALACIONES DE PUESTA A TIERRA.

5.2.8.1. Investigación de las características del suelo.

Según la investigación previa del terreno donde se instalará este Centro de Transformación, se determina una resistividad media superficial = 150 Ω m.

5.2.8.2. Determinación de las corrientes máximas de puesta a tierra y tiempo máximo correspondiente de eliminación de defecto.

Según los datos de la red proporcionados por la compañía suministradora (IBERDROLA), el tiempo máximo de duración del defecto es de 1s. Los valores de K y n para calcular la tensión máxima de contacto aplicada según MIE-RAT 13 en el defecto proporcionado por la Compañía son:

$$K = 78.5 \text{ y } n = 0.18.$$

Por otra parte, los valores de la impedancia de puesta a tierra del neutro, corresponden a:

$$R_n = 0 \text{ y } X_n = 25.4 \Omega. \text{ Con}$$

$$|Z_n| = \sqrt{R_n^2 + X_n^2}$$

La intensidad máxima de defecto se producirá en el caso hipotético de que la resistencia de puesta a tierra del Centro de Transformación sea nula. Dicha intensidad será, por tanto igual a:

$$I_d(\text{máx}) = \frac{U_{s\text{max}}}{\sqrt{3} * Z_n}$$

Donde $U_{s\text{max}}=20000 \text{ V}$

Con lo que el valor obtenido es $I_d=454.61 \text{ A}$, valor que la Compañía redondea a 500 A.

5.2.8.3. Diseño preliminar de la instalación de tierra.

* TIERRA DE PROTECCIÓN.

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

normalmente pero puedan estarlo a consecuencia de averías o causas fortuitas, tales como los chasis y los bastidores de los aparatos de maniobra, envolventes metálicas de las cabinas prefabricadas y carcasas de los transformadores.

Para los cálculos a realizar emplearemos las expresiones y procedimientos según el "Método de cálculo y proyecto de instalaciones de puesta a tierra para centros de transformación de tercera categoría", editado por UNESA, conforme a las características del centro de transformación objeto del presente cálculo, siendo, entre otras, las siguientes:

Para la tierra de protección optaremos por un sistema de las características que se indican a continuación:

- Identificación: código 5/32 del método de cálculo de tierras de UNESA.

- Parámetros característicos:

$$K_r = 0.135 \Omega / (\Omega^2 * m).$$

$$K_p = 0.0252 V / (\Omega * m * A).$$

- Descripción:

Estará constituida por 3 picas en hilera unidas por un conductor horizontal de cobre desnudo de 50 mm² de sección.

Las picas tendrán un diámetro de 14 mm y una longitud de 2.00 m. Se enterrarán verticalmente a una profundidad de 0.5 m. y la separación entre cada pica y la siguiente será de 3.00 m. Con esta configuración, la longitud de conductor desde la primera pica a la última será de 6 m., dimensión que tendrá que haber disponible en el terreno.

Nota: se pueden utilizar otras configuraciones siempre y cuando los parámetros K_r y K_p de la configuración escogida sean inferiores o iguales a los indicados en el párrafo anterior.

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

* TIERRA DE SERVICIO.

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

Las características de las picas serán las mismas que las indicadas para la tierra de protección. La configuración escogida se describe a continuación:

- Identificación: código 5/32 del método de cálculo de tierras de UNESA.

- Parámetros característicos:

$$K_r = 0.135 \Omega / (\Omega^2 * m).$$

$$K_p = 0.0252 V / (\Omega * m * A).$$

- Descripción:

Estará constituida por 3 picas en hilera unidas por un conductor horizontal de cobre desnudo de 50 mm² de sección.

Las picas tendrán un diámetro de 14 mm. y una longitud de 2.00 m. Se enterrarán verticalmente a una profundidad de 0.5 m. y la separación entre cada pica y la siguiente será de 3.00 m. Con esta configuración, la longitud de conductor desde la primera pica a la última será de 6 m., dimensión que tendrá que haber disponible en el terreno.

Nota: se pueden utilizar otras configuraciones siempre y cuando los parámetros Kr y Kp de la configuración escogida sean inferiores o iguales a los indicados en el párrafo anterior.

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

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

Existirá una separación mínima entre las picas de la tierra de protección y las picas de la tierra de servicio a fin de evitar la posible transferencia de tensiones elevadas a la red de Baja Tensión. Dicha separación está calculada en el apartado 2.8.8.

5.2.8.4. Cálculo de la resistencia del sistema de tierras.

* TIERRA DE PROTECCIÓN.

Para el cálculo de la resistencia de la puesta a tierra de las masas del Centro (Rt), intensidad y tensión de defecto correspondientes (Id, Ud), utilizaremos las siguientes fórmulas:

- Resistencia del sistema de puesta a tierra, Rt:

$$R_t = K_r \cdot \sigma.$$

- Intensidad de defecto, Id:

$$I_d = \frac{U_{\max} V}{\sqrt{3} \cdot \sqrt{(R_n + R_t)^2 + X_n^2}}$$

Donde $U_{\max} = 20000$

- Tensión de defecto, Ud:

$$U_d = I_d \cdot R_t \text{ .Siendo:}$$

$$\sigma = 150 \text{ m.}$$

$$K_r = 0.135 \Omega / (\Omega \cdot \text{m}).$$

Se obtienen los siguientes resultados:

$$R_t = 20.3 \Omega.$$

$$I_d = 355.47 \text{ A.}$$

$$U_d = 7198.2 \text{ V.}$$

El aislamiento de las instalaciones de baja tensión del C.T. deberá ser mayor o igual que la tensión máxima de defecto calculada (Ud), por lo que deberá ser como mínimo de 8000 Voltios.

De esta manera se evitará que las sobretensiones que aparezcan al producirse un defecto en la parte de Alta Tensión deterioren los elementos de Baja Tensión del centro, y por ende no afecten a la red de Baja Tensión.

Comprobamos asimismo que la intensidad de defecto calculada es superior a 100 Amperios, lo que permitirá que pueda ser detectada por las protecciones normales.

* TIERRA DE SERVICIO.

$$R_t = K_r * \sigma = 0.135 * 150 = 20.3\Omega..$$

Que vemos que es inferior a $37\Omega..$

5.2.8.5. Cálculo de las tensiones en el exterior de la instalación.

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

Con estas medidas de seguridad, no será necesario calcular las tensiones de contacto en el exterior, ya que éstas serán prácticamente nulas.

Por otra parte, la tensión de paso en el exterior vendrá determinada por las características del electrodo y de la resistividad del terreno, por la expresión:

$$U_p = K_p * \sigma * I_d = 0.0252 * 150 * 355.47 = 1343.7 \text{ V.}$$

5.2.8.6. Cálculo de las tensiones en el interior de la instalación.

El piso del Centro estará constituido por un mallazo electrosoldado con redondos de diámetro no inferior a 4 mm formando una retícula no superior a 0,30 x 0,30 m. Este mallazo se conectará como mínimo en dos puntos preferentemente opuestos a la puesta a tierra de protección del Centro. Con esta disposición se consigue que la persona que deba acceder a una parte que pueda quedar en tensión, de forma eventual, está sobre una superficie equipotencial, con lo que desaparece el riesgo inherente a la tensión de contacto y de paso interior. Este mallazo se cubrirá con una capa de hormigón de 10 cm. de espesor como mínimo.

El edificio prefabricado de hormigón EHC estará construido de tal manera que, una vez fabricado, su interior sea una superficie equipotencial. Todas las varillas metálicas embebidas en el hormigón que constituyan la armadura del sistema equipotencial estarán unidas entre sí mediante soldadura eléctrica.

Esta armadura equipotencial se conectará al sistema de tierras de protección (excepto puertas y rejillas, que como ya se ha indicado no tendrán contacto eléctrico con el sistema equipotencial; debiendo estar aisladas de la armadura con una resistencia igual o superior a 10.000 ohmios a los 28 días de fabricación de las paredes).

Así pues, no será necesario el cálculo de las tensiones de paso y contacto en el interior de la instalación, puesto que su valor será prácticamente nulo.

No obstante, y según el método de cálculo empleado, la existencia de una malla equipotencial conectada al electrodo de tierra implica que la tensión de paso de acceso es equivalente al valor de la tensión de defecto, que se obtiene mediante la expresión:

$$U_p \text{ acceso} = U_d = R_t * I_d = 20.3 * 355.47 = 7198.2 \text{ V.}$$

5.2.8.7. Cálculo de las tensiones aplicadas.

La tensión máxima de contacto aplicada, en voltios, que se puede aceptar, según el reglamento MIE-RAT, será:

$$U_{ca} = \frac{K}{t^n}$$

Siendo:

U_{ca} = Tensión máxima de contacto aplicada en Voltios.

$K = 78.5$.

$n = 0.18$.

t = Duración de la falta en segundos: 1 s

Obtenemos el siguiente resultado:

$$U_{ca} = 78.5 \text{ V}$$

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

$$U_p(\text{exterior}) = 10 \frac{K}{t^n} \left(1 + \frac{6 * \sigma}{1.000} \right)$$

$$U_p(\text{acceso}) = 10 \frac{K}{t^n} \left(1 + \frac{3 * \sigma + 3 * \sigma h}{1.000} \right)$$

Siendo:

U_p = Tensiones de paso en Voltios.

$K = 78.5$.

$n = 0.18$.

t = Duración de la falta en segundos: 1 s

σ = Resistividad del terreno.

σh = Resistividad del hormigón = 3.000 $\Omega \cdot m$

Obtenemos los siguientes resultados:

$$U_p(\text{exterior}) = 1491.5 \text{ V}$$

$$U_p(\text{acceso}) = 8203.3 \text{ V}$$

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

- en el exterior:

$$U_p = 1343.7 \text{ V.} < U_p(\text{exterior}) = 1491.5 \text{ V.}$$

- en el acceso al C.T.:

$$U_d = 7198.2 \text{ V.} < U_p(\text{acceso}) = 8203.3 \text{ V.}$$

5.2.8.8. Investigación de tensiones transferibles al exterior.

Al no existir medios de transferencia de tensiones al exterior no se considera necesario un estudio previo para su reducción o eliminación.

No obstante, con el objeto de garantizar que el sistema de puesta a tierra de servicio no alcance tensiones elevadas cuando se produce un defecto, existirá una distancia de separación mínima $D_{\text{mín}}$, entre los electrodos de los sistemas de puesta a tierra de protección y de servicio, determinada por la expresión:

$$D_{\text{mín}} = \frac{\sigma * I_d}{2.000 * \pi}$$

con:

$$\sigma = 150 \text{ } \Omega \cdot \text{m.}$$

$$I_d = 355.47 \text{ A.}$$

Obtenemos el valor de dicha distancia:

$$D_{\text{mín}} = 8.49 \text{ m.}$$

5.2.8.9. Corrección y ajuste del diseño inicial estableciendo el definitivo.

No se considera necesario la corrección del sistema proyectado. No obstante, si el valor medido de las tomas de tierra resultara elevado y pudiera dar lugar a tensiones de paso o contacto excesivas, se corregirían estas mediante la disposición de una alfombra aislante en el suelo del Centro, o cualquier otro medio que asegure la no peligrosidad de estas tensiones.