

# TRABAJO FINAL DE GRADO

Proyecto de la instalación en BT para un taller de chapa y pintura en Massanassa

---

Año 2016



UNIVERSITAT  
POLITÈCNICA  
DE VALÈNCIA



Escuela Técnica Superior de Ingeniería del Diseño

Autor: Víctor Simó Lozano

Tutor: Francisco Rodríguez Benito



## **INDICE**

### **1. MEMORIA**

1.1	OBJETO DEL PROYECTO .....	2
1.2	DESCRIPCION DEL EDIFICIO .....	2
1.2.1	LOCALIZACION .....	2
1.2.2	CARACTERISTICAS DEL EDIFICIO.....	2
1.2.3	CARACTERÍSTICAS CONSTRUCTIVAS.....	3
1.2.4	SUPERFICIES ÚTILES .....	4
1.3	NORMAS.....	4
1.4	CARACTERÍSTICAS Y CLASIFICACIÓN DE LA NAVE .....	5
1.4.1	ACTIVIDAD INDUSTRIAL.....	5
1.4.2	CLASIFICACIÓN EMPLAZAMIENTO .....	5
1.4.2.1	ZONAS DE EMPLAZAMIENTO CLASE I .....	6
1.4.2.2	PREVENCIONES.....	6
1.4.3	VENTILACIÓN .....	7
1.4.3.1	ZONA DE TRABAJO.....	7
1.4.3.2	DESCLASIFICACION .....	8
1.4.4	REQUISITOS INSTALACIÓN ELECTRICA .....	10
1.5	CARACTERÍSTICAS DE LA INSTALACIÓN .....	11
1.5.1	TIPOS DE CONDUCTORES E IDENTIFICACIÓN DE LOS MISMOS.....	11
1.5.2	CANALIZACIONES FIJAS .....	11
1.5.3	CANALIZACIONES MOVILES .....	12
1.5.4	LUMINARIAS .....	12
1.5.4.1	NIVELES DE ILUMINACIÓN .....	13
1.6	PROGRAMA DE NECESIDADES .....	14
1.6.1	POTENCIA ELÉCTRICA PREVISTA EN MAQUINARIA Y ALUMBRADO .....	14
1.6.2	POTENCIA TOTAL PREVISTA PARA LA INSTALACIÓN .....	15
1.6.3	POTENCIA A CONTRATAR .....	16
1.7	DESCRIPCIÓN DE LA INSTALACIÓN.....	16
1.7.1	INSTALACIÓN DE ENLACE .....	16
1.7.2	INSTALACIÓN INTERIOR.....	17
1.7.2.1	CUADRO GENERAL Y SU COMPOSICIÓN .....	17
1.7.2.2	CUADROS SECUNDARIOS Y SU COMPOSICIÓN.....	19
1.7.2.3	LINEAS SECUNDARIAS Y SU DISTRIBUCIÓN .....	21

1.7.2.4	PROTECCIÓN DE MOTORES Y/O RECEPTORES .....	21
1.7.3	PUESTA A TIERRA .....	22
1.7.4	EQUIPO SUMINISTRO ELECTRICO AUXILIAR .....	23

## **2. CÁLCULOS**

2.1.	TENSIÓN NOMINAL Y CAÍDA DE TENSIÓN MÁXIMA ADMISIBLE .....	2
2.2.	FORMULAS UTILIZADAS .....	2
2.3.	POTENCIA TOTAL INSTALADA Y DEMANDADA. COEFICIENTE DE SIMULTANEIDAD. ....	10
2.4.	CÁLCULOS LUMINOTÉCNICOS .....	11
2.5.	CÁLCULOS ELECTRICOS: ALUMBRADO Y FUERZA .....	13
2.6.	VENTILACIÓN.....	18
2.6.1.	AREA DE TRABAJO .....	18
2.6.2.	DESCLASIFICACIÓN .....	20
2.6.2.1.	VOLUMEN ATEX.....	22
2.6.3.	SISTEMA DE VENTILACIÓN.....	23
2.6.3.1.	AREA DE TRABAJO.....	23
2.6.3.2.	DESCLASIFICACIÓN.....	24
2.6.3.3.	MAQUINARIA DE VENTILACIÓN .....	25
2.7.	PUESTA A TIERRA.....	27

## **3. PLIEGO DE CONDICIONES**

3.1.	CALIDAD DE LOS MATERIALES .....	2
3.1.1.	GENERALIDADES.....	2
3.1.2.	CONDUCTORES ELECTRICOS .....	2
3.1.3.	CONDUCTORES DE NEUTRO.....	2
3.1.4.	CONDUCTORES DE PROTECCIÓN.....	3
3.1.5.	IDENTIFICACIÓN DE LOS CONDUCTORES.....	3
3.1.6.	TUBOS PROTECTORES.....	3
3.2.	NORMAS DE EJECUCIÓN DE LAS INSTALACIONES.....	4
3.2.1.	COLOCACIÓN DE TUBOS .....	4
3.2.2.	CAJAS DE EMPALME Y DERIVACIÓN .....	7
3.2.3.	APARATOS DE MANDO Y MANIOBRA.....	8
3.2.4.	APARATOS DE PROTECCIÓN.....	9
3.2.5.	INSTALACIONES EN CUARTOS DE BAÑO O ASEO .....	15
3.2.6.	RED EQUIPOTENCIAL .....	17

3.2.7. INSTALACIÓN DE PUESTA A TIERRA.....	17
3.2.8. ALUMBRADO.....	19
3.3. PRUEBAS REGLAMENTARIAS.....	20
3.3.1. COMPROBACIÓN DE LA PUESTA A TIERRA.....	20
3.3.2. RESISTENCIA DE AISLAMIENTO.....	21
3.4. CONDICIONES DE USO, MANTENIMIENTO Y SEGURIDAD.....	21
3.5. CERTIFICADOS Y DOCUMENTACIÓN.....	22
3.6. LIBRO DE ÓRDENES.....	22

#### **4. ANEJOS**

##### **ANEJO I: ILUMINACIÓN**

i. Oficina.....	2
ii. Recepción.....	5
iii. Taller.....	8
iv. Aseo 1.....	11
v. Aseo 2.....	13
vi. Vestuario.....	16
vii. Almacén.....	19
viii. Compresor.....	22

##### **ANEJO II: PRESUPUESTO**

MEDICIONES.....	3
PRECIOS UNITARIOS.....	7
CUADRO DE DESCOMPUESTOS.....	9
PRESUPUESTO.....	13
RESUMEN.....	16

##### **ANEJO III: PLANOS**

1. PLANO DE SITUACIÓN
2. PLANO DE UBICACIÓN
3. ALZADO Y PLANTA

- 4. PLANO ZONAS TALLER
- 5. INSTALACIÓN ELÉCTRICA
- 6. RECEPTORES ELÉCTRICOS
  - 6.1. RECEPTORES ELÉCTRICOS: FUERZA
  - 6.2. RECEPTORES ELÉCTRICOS: ALUMBRADO
  - 6.3. RECEPTORES ELÉCTRICOS: EMERGENCIA
- 7. ESQUEMA UNIFILAR
  - 7.1. ESQUEMA UNIFILAR CUADRO GENERAL
  - 7.2. ESQUEMA UNIFILAR CS1
  - 7.3. ESQUEMA UNIFILAR CS2

# 1. MEMORIA

## 1.1 OBJETO DEL PROYECTO

En este proyecto se va a diseñar una instalación eléctrica en baja tensión destinada al suministro energético para un taller de chapa y pintura. Para el correcto dimensionado hay que presuponer el consumo de instalación eléctrica de fuerza y alumbrado ya que se trata de una obra nueva y no hay receptores o datos previos sobre los que se trabaja, aunque si existe una teórica previsión de maquinarias por parte del propietario.

Para todo ello, se debe tener en cuenta todas las normativas vigentes que regulan este tipo de instalaciones en el REBT más aquéllas que fuesen necesarias para asegurar en todo momento la correcta proyección de dicho proyecto, el cual busca además la mayor eficiencia.

## 1.2 DESCRIPCION DEL EDIFICIO

### 1.2.1 LOCALIZACION

La nave industrial sobre la cual se realiza el cálculo de la instalación eléctrica se encuentra en un polígono industrial en el término municipal de Massanassa, Valencia.

Se trata de un emplazamiento situado en el polígono industrial de Massanassa en la dirección Calle Sequia Segon Braç, 46470 Massanassa parcelas N°4 y 6.

La situación en el plano catastral se encuentra el Plano 2: Ubicación.

### 1.2.2 CARACTERISTICAS DEL EDIFICIO

La nave industrial se encuentra según el registro del catastro en dos parcelas diferentes, ya que debido a que se trata de una construcción anterior a la proyección de ésta instalación eléctrica se procederá en un previo proyecto de construcción a la unificación de ambas naves ya que son edificaciones conexas y este proyecto se centra exclusivamente en la electrificación del edificio.

### 1.2.3 CARACTERÍSTICAS CONSTRUCTIVAS

Como indica el punto anterior, al existir una nueva disposición de ambas naves industriales ya que se dispone a fusionar ambas, la unión de ambas naves industriales trae consigo una reforma en el techo de las mismas quedando así a dos aguas, la eliminación del muro de hormigón con estructura metálica que separaba ambas construcciones y una reforma en la pared con vista a la calle Sequia Según Braç para una correcta adecuación de los accesos a la nueva construcción.

Las dimensiones de esta nueva construcción será de 23.3 metros de ancho, 27.7 metro de largo y una altura hasta la cumbrera de 9.56 metros y una altura libre de 8,13 metros.

En la cubierta se ha procedido a instalar aireadores a fin de regenerar el aire en el interior del taller aprovechando la apertura de los portones de la entrada.

En el interior de la nave, la reforma sufrida es respecto a la disposición de la zona de oficinas y almacén, los cuales han sido remodelados completamente ocupando lugar en la parte Oeste y teniendo una altura máxima de 2 plantas, 5 metros.

Los accesos y ventanas en la nave industrial serán dos nuevos pórticos en la fachada que da a la calle de acceso de 3,86x5 metros para vehículo, uno de entrada y otro de salida; un segundo acceso a pie al interior de la nave de 1x2,1 metros; un total de seis lucernarios en cada cubierta con una dimensión total de 18x6 metros y por último en la misma fachada de acceso a la nave 3 ventanas de 1,5x2 metros en la zona de atención al cliente (primera planta) y oficinas (segunda planta) con una y dos ventanas respectivamente.

#### 1.2.4 SUPERFICIES ÚTILES

En este emplazamiento existe un total de 9 superficies útiles descritas en la Tabla

1.1

	Zona	Superficie m <sup>2</sup>
Exterior	Acceso	161,24
Interior	Aseo 1	3,56
	Recepción	39,78
	Vestuario	9,50
	Aseo 2	3,56
	Oficina	43,69
	Almacén	41,55
	Taller	509,10
	Sala Compresor	4,15
		816,13

Tabla 1. 1

#### 1.3 NORMAS

A modo de garantizar la fiabilidad y correcta ejecución de la instalación, la misma cumple una serie de normas relativas a su actividad:

- Reglamento Electrotécnico para Baja Tensión (B.O.E n°224 del 18/09/2002).
- Norma UNE-EN 60079-14 y UNE-EN 50039 relativa a instalaciones en atmósferas explosivas.
- Norma UNE-EN 60079-10 relativa a la clasificación de emplazamientos. Atmósferas explosivas gaseosas.
- Ordenanzas Municipales particulares dictadas por el Excmo. Ayuntamiento de Massanassa.
- Normas dictadas por la Comunidad Valenciana.
- Normas particulares y normalización de la empresa suministradora de energía eléctrica IBERDROLA S.A.
- Normas tecnológicas de la edificación, instalaciones IEB: Baja Tensión; IEI: Alumbrado interior; IEP: Puestas a tierra.

- Norma UNE-EN 12464-1:2012 relativa a la iluminación en los lugares de trabajo.
- UNE-EN 13779 de septiembre de 2005, Ventilación de edificios no residenciales.
- Reglamento de Instalaciones Térmicas en Edificios (RITE).
- NTP 362: Fugas en recipientes y conducciones: emisión en fase líquida.

## 1.4 CARACTERÍSTICAS Y CLASIFICACIÓN DE LA NAVE

### 1.4.1 ACTIVIDAD INDUSTRIAL

Esta instalación eléctrica, tal y como habla el objeto del proyecto es de un taller de chapa y pintura, cuya actividad está clasificada como local con riesgo de explosión.

### 1.4.2 CLASIFICACIÓN EMPLAZAMIENTO

Según el REBT en la ITC-BT-29 hay que distinguir entre zona de Clase I o Clase II en función de que sustancia sea la causante de una atmósfera explosiva.

Según la actividad industrial, esta nave industrial posee una zona de atmósfera explosiva de Clase I para la cabina de pintura, en su interior y alrededor, y en la zona exterior al taller como indica el punto 4.2 de la ITC-BT-29 se hace referencia a estas actividades:

- *“Garajes y talleres de reparación de vehículos. Se excluyen los garajes de uso privado para estacionamiento de 5 vehículos o menos.”*
- *“Interior de cabinas de pintura donde se usen sistemas de pulverización y su entorno cercano cuando se utilicen disolventes.”*
- *“Instalaciones donde se produzcan, manipulen, almacenen o consuman gases inflamables.”*

Debido a que en los puestos de reparación de vehículos hay instalados unos extractores y la existencia de restos metálicos en los procesos de trabajo son inexistentes se desestima la clasificación como zona de atmósfera explosiva ya que además existe una ventilación suficiente en el Taller.

#### 1.4.2.1 ZONAS DE EMPLAZAMIENTO CLASE I

El interior de la cabina de pintura se clasifica como Zona 0 mientras que el exterior de esta, se clasifica como Zona 2 ya que en el interior de la cabina los extractores eliminan cualquier sustancia inflamable y únicamente en caso de derrame sería zona de atmosfera explosiva.

Del mismo modo, el Box de pintura está clasificado como Zona 0 en su interior y debido al sistema de extracción del mismo la zona exterior se clasifica como Zona 2.

En el resto del taller, dado que la situación de escape en la zona de pintura es ocasional y que existe una ventilación general de la nave por parte de los aireadores y una centralizada mediante extractores ATEX no se considera una situación de atmosfera peligrosa.

En resumen, se clasifica una zona común en la zona de pintura del taller como Zona 2 y a nivel del suelo.

#### 1.4.2.2 PREVENCIONES

Para la zona de pintura del taller al estar clasificada como Zona 2 deberá estar debidamente controlada:

- La cabina de pintura de la marca Termomeccanica GL homologada debidamente por la directiva 94/9/CE y UNE-EN 12215:2005+A1:2009.

En la zona de taller los tres puestos de reparación cuentan con extractores para una correcta ventilación del puesto de trabajo pese a que no se clasifica como zona ATEX. Además, se asegura que los trabajos sobre la chapa no producen chispas de metal candente ya que los cortes que se realizan sobre el vehículo son en la zona plástica de este y aquellos realizados sobre la chapa se realizan mediante una sierra neumática y no con radial. Por último, para los trabajos en soldadura se emplea un soldador de hilo continuo aplicando siempre antes un spray antiadherente el cual evita la propagación de residuos durante la soldadura.

Para el almacenado de las pinturas empleadas y manipulación de estas, la nave industrial cuenta con un box de preparado de la marca ASTRA debidamente protegido

el cuál cuenta en su interior con un extractor para renovar el aire en su interior y un armario ventilado para el almacenaje de las pinturas.

#### 1.4.3 VENTILACIÓN

Según el RITE es necesario establecer un aire de calidad en los ambientes en los que se desarrolle cualquier actividad, es por ello que se dimensiona para la nave industrial un sistema de ventilación para mantener la calidad del aire al existir personas trabajando en su recinto.

Además, debido a que en la zona de taller se trabaja con la presencia de una atmósfera explosiva, se dimensiona además un sistema de extracción de aire para las zonas de trabajo.

##### 1.4.3.1 ZONA DE TRABAJO

Para este caso se distinguen aquellas zonas en las que pueda haber presencia de personas de manera prolongada durante la jornada de trabajo por lo que se proyecta la ventilación para las zonas de: Recepción, oficina y taller, añadiendo los aseos debido a la posibilidad de que el aire dentro de este se altere y favorecer así un aire agradable dentro de estos.

Atendiendo al RITE, en su apartado IT 1.1.4.2.2 hay que tener en consideración una calidad de aire en el interior de los edificios (IDA) y son cuatro niveles:

- IDA 1 (Aire de óptima calidad): hospitales, clínicas, laboratorios y guarderías.
- IDA 2 (Aire de buena calidad): oficinas, residencias, salas de lectura, museos, salas de tribunales, salas de enseñanza, y piscinas.
- IDA 3 (Aire de calidad media): edificios comerciales, cines, teatros, salones de actos, habitaciones de hoteles, restaurantes, gimnasios y salas de ordenadores.
- IDA 4 (aire de calidad baja)

Según el IDA 2, para este emplazamiento, la Oficina y sala de recepción se proyecta una ventilación de acuerdo al método A de la citada norma (Método indirecto de caudal de aire exterior por persona) según los caudales de la Tabla 1.2.

<b>Categoría</b>	<b>l/s por persona</b>
IDA 1	20
IDA 2	12,5
IDA 3	8
IDA 4	5

Tabla 1. 2

Para la zona de trabajo del taller, ya que el RITE no lo contempla en la tabla del IDA, se tiene en cuenta la norma alemana DIN 1946 a modo de referencia para el cálculo del aire a renovar por hora atendiendo a las renovaciones por hora necesarias para cada tipo de actividad. De este modo, para la actividad del taller se escoge lo visto en la Tabla 1.3.

<b>Actividad</b>	<b>Renovaciones/hora</b>
Taller alta alteración	6-8
Soldadura	10

Tabla 1. 3

#### 1.4.3.2 DESCLASIFICACION

Pese a la existencia de ventilación en la nave que asegura un correcto nivel de calidad de aire dentro de la nave industrial, además se proyecta una ventilación extra que lleva a cabo la desclasificación del local de Zona 2 ya que se centra en la extracción localizada de la emisión de gas al aire y evitar de este modo la propagación de la atmósfera explosiva. Se instala un total de cuatro extractores en la zona del taller, dos de ellos para la Zona 2 en la sección de pintura siendo uno de ellos auxiliar.

Para llegar a realizar la desclasificación, debe existir un caudal apropiado de ventilación tal que produzca movimiento de aire que reemplace la atmósfera explosiva, en un volumen alrededor de la fuente de escape, por aire fresco a modo de favorecer la dispersión del gas o vapor que se ha escapado hasta que su concentración sea más baja que el límite inferior de explosión (LIE).

Para el correcto dimensionado se aplica las exigencias de la Tabla 1.4 según la norma UNE 60079-10 que se rige según el grado de escape, grado de ventilación y disponibilidad de esta y que quedan definidos de la siguiente forma:

#### Grado de escape

Para el grado de escape se atiende a la clasificación de la Zona como 0 para grado continuo, 1 para grado primario y 2 para secundario.

#### Disponibilidad de la ventilación

- Muy buena: ventilación permanente
- Buena: ventilación durante periodo normal y si existen cortes son poco frecuentes y en cortos periodos.
- Mediocre: no cumple con los requisitos anteriores pero no se esperan interrupciones prolongadas.

#### Grado de Ventilación

- Alto: la ventilación diluye la concentración instantáneamente y la extensión ATEX es despreciable.
- Medio: la ventilación mantiene una concentración menor al LIE más allá de la zona de escape y tras el escape la zona ATEX permanece poco tiempo.
- Bajo: durante el escape la ventilación no controla la concentración y tras extinguirse esta la atmosfera ATEX es excesiva.

Para el dimensionado además se debe tener en cuenta cuál es el elemento que provoca la existencia de atmósfera explosiva y para esta instalación de Clase I existen los gases que se emiten debido a los disolventes de la pintura en los procesos de pintado y manipulación de esta.

Ya que el box de preparación y la cabina de pintura, pese a que son Zona 0, ya están correctamente dimensionadas por el fabricante para mantener la atmosfera libre de gases y con sus debidas homologaciones, en este caso solamente se dimensiona la desclasificación de la Zona 2 buscando de ese modo hallarse en la Zona 2 ED.

La solución empleada para conseguir la clasificación de la Zona como 2 ED es:

- Para conseguir un grado de ventilación alto se diseñan unos extractores capaces de extraer más del 50 %.
- Para conseguir una disponibilidad de ventilación buena se añade un extractor auxiliar a la zona de pintura que se ponga en funcionamiento en caso de fallo del extractor principal.
- Para obtener una disponibilidad de ventilación muy buena se incluye un grupo electrógeno que alimente al extractor auxiliar como también al resto de elementos que trabajan con una atmósfera explosiva, cabina de pintura y box de pintura, como también a un par de los aireadores emplazados en la azotea de la nave industrial.

En circunstancias normales de trabajo se consigue una zona ATEX 2 ED ya que existe el grupo electrógeno y se sobredimensiona más de un 50% la extracción de la masa de gas explosivo.

Grado de escape	Grado de ventilación						
	alto			medio			bajo
	Disponibilidad de la ventilación						
	Muy Buena	Buena	Mediocre	Muy Buena	Buena	Mediocre	MB, B o M
Continuo	Zona 0 ED <sup>(1)</sup>	Zona 0 ED Zona 2	Zona 0 ED Zona 1	Zona 0	Zona 0 + Zona 2	Zona 0 + Zona 1	Zona 0
Primario	Zona 1 ED <sup>(1)</sup>	Zona 1 ED Zona 2	Zona 1 ED Zona 2	Zona 1	Zona 1 + Zona 2	Zona 1 + Zona 2	Zona 1 ó Zona 0 <sup>(3)</sup>
Secundario	Zona 2 ED <sup>(1)</sup>	Zona 2 ED <sup>(1)</sup>	Zona 2	Zona 2	Zona 2	Zona 2	Zona 1 ó Zona 0 <sup>(3)</sup>
(1) indica una zona despreciable en condiciones normales							
(3) Será Zona 0 si la ventilación es próxima a no existir y la atmósfera está presente de forma permanente							

Tabla 1. 4

#### 1.4.4 REQUISITOS INSTALACIÓN ELECTRICA

La instalación se desarrolla conforme a las normas EN 60079-25:2010 y UNE-EN 60079-14:2010/AC: 2012 por tratarse de una instalación en un emplazamiento de Clase I, aunque se tiene en cuenta que la instalación discurre en circuitos en bandejas a 5,5 m

de altura, con la bajada en tubo de acero y una estanqueidad de la instalación de protección IP65. Es decir, fuera de la Zona 2 y bien asegurada.

## 1.5 CARACTERÍSTICAS DE LA INSTALACIÓN

El suministro de energía es en corriente alterna y sistema trifásico TT con una tensión entre fases de 400 V y 230 V entre fase y neutro. La frecuencia del sistema es el de la red eléctrica de 50 Hz.

### 1.5.1 TIPOS DE CONDUCTORES E IDENTIFICACIÓN DE LOS MISMOS

Se diferencian dos tipos de conductores.

El primero, para la derivación individual, consta de conductores de cobre, aislados y normalmente unipolares con tensión asignada de 0,6/1 kV. Se trata de cables no propagadores de incendio y emisión de humos y opacidad reducida, cables libres de halógenos, según la norma UNE 21123 o UNE 211002. Se emplea de este modo los conductores designados como RZ1-K (AS) 0,6/1 kV.

En segundo lugar, para la instalación interior, los cables son de cobre electrolítico flexible y aislados con PVC tipo TI-1 con tensión 450/750 V. Se emplea visto esto los conductores designados como H07V-K.

La identificación para ambas instalaciones será por colores según lo indicado en la ITC-BT-19 (azul claro para neutro; negro, marrón y gris para las fases).

### 1.5.2 CANALIZACIONES FIJAS

Las canalizaciones fijas dispuestas a lo largo de toda la instalación son de dos tipos.

Una de ellas se trata de bandejas perforadas de PVC para las líneas de alimentación a subcuadro, distribuidas conforme muestra el Plano 5: Instalación eléctrica.

El segundo tipo de canalización fija se trata de las canalizaciones que van adosadas a la pared mediante bridas o abrazaderas. Van montados sobre bandejas perforadas, tubos de PVC rígidos y tubos de PVC flexible de acuerdo a la ITC-BT 20 y 21.

### 1.5.3 CANALIZACIONES MOVILES

Constan de cables flexibles con tensión asignada no inferior a 450/750 V, instalados bajo tubo flexible de PVC y poseen además de los conductores activos un conductor de tierra claramente identificado con los colores amarillo y verde.

### 1.5.4 LUMINARIAS

El REBT dicta en su norma ITC-BT 44 las características de la instalación de los receptores de alumbrado, excluyendo al de emergencia (ITC-BT 44) y exterior (ITC-BT 09).

Las luminarias instaladas en todas las áreas de la nave industrial serán de tipo LED en beneficio del cliente por motivos económicos ya que será menor la demanda de potencia total al no emplear las tradicionales de Vapor de Mercurio, Sodio o Halogenuros y además por tanto se consigue un coste de mantenimiento mucho menor.

Las luminarias para la zona de taller en la que existe una atmósfera explosiva poseen un grado de protección IP65 (Protección fuerte contra polvo y a prueba de chorros de agua). Estas se sitúan a una altura de 6,5 m y fijadas a las vigas del techo mediante barras de suspensión de acero templado galvanizado de 4x30 mm. El resto de luminarias de la nave industrial se montan solidarias al techo.

El alumbrado de emergencia se rige mediante la CTE-SU 4 ya que la norma ITC-BT 44 se aplica a locales de pública concurrencia y este proyecto no se trata dicho tipo de local. La disposición de las luminarias será a más de 2 m de altura distribuidas por la zona para obtener una iluminación en el área anti pánico de mínimo 50 lux que permita la evacuación de la zona pues además se ilumina las puertas de salida y para vías de evacuación mínimo 1 lux a nivel del suelo.

El alumbrado de emergencia consta de fuente de alimentación propia y entra inmediatamente cuando hay un fallo en la alimentación de la instalación de alumbrado

general, se considera fallo un valor por debajo del 70% de la tensión nominal de la instalación.

Para el alumbrado de emergencia de la zona del taller, de igual modo que las campanas LED, estas están dotadas de una protección IP65 y se colocan en las paredes de la nave y parte alta de los pórticos de entrada y salidas de la misma. Por otra parte, el alumbrado de emergencia del resto de salas se instala empotrado al techo y de mismo modo, en las puertas de salida de estas.

En el Anejo I: Iluminación está disponible toda la información de las luminarias escogidas para cada caso.

#### 1.5.4.1 NIVELES DE ILUMINACIÓN

Según la norma UNE-EN 12464-1:2012 relativa a la iluminación en los lugares de trabajo hay que tener en cuenta unos valores estipulados y métodos de cálculo para los emplazamientos. Dichos valores se representan en la Tabla 1.5.

Nº ref.	Tipo de interior, tarea y actividad	Em (lux)	UGR	Requisitos específicos
5.2.4	Vestuarios, salas de lavado, cuartos de baño, servicios	200	25	En cada baño individual si está cerrado
5.4.1	Almacenes y cuarto de almacén	100	25	200 lux si está ocupado permanentemente
5.24.1	Carrocería y montaje	500	22	
5.26.2	Escritura a mano y máquina, lectura, tratamiento de datos	500	19	Trabajo en EPV, véase el apartado 4.9
5.26.6	Mostrador de recepción	300	22	
5.28.1	Vestíbulo de entrada	100	22	UGR sólo si es aplicable

Tabla 1. 5

Estos valores han de ser los obtenidos para las zonas de trabajo, es decir en aquellas zonas que se vaya a realizar la acción y su área circundante y no para toda el área construida de la sala.

Para obtener los resultados lumínicos se emplea el programa de cálculo DIALux ya que permite realizar la representación 3D de la sala y aplicar de forma visual los

valores obtenidos. Los procedimientos para el cálculo se adjuntan en el punto 2. Cálculos.

## 1.6 PROGRAMA DE NECESIDADES

### 1.6.1 POTENCIA ELÉCTRICA PREVISTA EN MAQUINARIA Y ALUMBRADO

La relación entre la maquinaria a instalar con su potencia se ve en la Tabla 1.6.

	Maquina	Potencia (kW)	Numero	Pot total (kW)
Chapa	Aspiradora multiuso	1,40	2	2,80
	Aspiradora tapicería	1,38	2	2,76
	Soldadora	8,70	1	8,70
	Elevador	3,00	1	3,00
	Pistola térmica	2,00	2	4,00
Pintura	Lámpara	4,00	1	4,00
	Box	1,00	1	1,00
	Cabina pintura	8,80	1	8,80
General	Compresor	11,03	1	11,03
	Extractor	0,75	4	3,00
	Aireador	0,37	6	2,22
Aseo	Seca manos	1,50	2	3,00
	Extractor	0,02	2	0,04
Oficina/ Recepción	Ordenador	0,40	4	1,60
	Maquina Agua	0,30	2	0,60
	Climatizador	0,23	3	0,69
	Impresora	0,90	3	2,70
	<b>Potencia Instalada</b>	<b>59,93</b>		

Tabla 1. 6

La potencia para alumbrado es la mostrada en siguiente Tabla 1.7.

Alumbrado	Potencia (kW)
Taller	5,35
Aseo 1	0,02
Recepción	0,42
Aseo 2	0,02
Vestuario	0,09
Oficina	0,37
Almacén	0,28
Sala compresor	0,05
Emergencia	0,13
<b>Potencia instalada</b>	<b>6,74</b>

Tabla 1. 7

### 1.6.2 POTENCIA TOTAL PREVISTA PARA LA INSTALACIÓN

En la instalación existe una potencia instalada de 66,67 kW, es decir, la potencia total de la suma total de la potencia de los receptores de alumbrado y la maquinaria de la que se dispone.

La potencia total disponible es aún mayor que la instalada ya que para la maquinaria monofásica se dispone de tomas de corriente con una potencia máxima de 3450 W según la ITC-BT 25 mientras que la maquinaria trifásica se calcula en función de las necesidades de cada una.

	<b>Cantidad</b>	<b>Potencia (kW)</b>	<b>Potencia total (kW)</b>
Tomas de corriente	12	3,45	41,40
	Maquinaria Trifásica		42,47
	Alumbrado		6,74
	<b>Potencia disponible (kW)</b>		<b>90,61</b>

Tabla 1. 8

Este valor de potencia disponible se aumenta un 15% para dar la posibilidad al cliente de que pueda ampliar la demanda de potencia, bien sea con un mayor número de empleados o maquinaria, sin necesidad de requerir un nuevo proyecto eléctrico. Teniendo en cuenta esta potencia disponible aumentada y un factor de utilización total de la instalación de un 0,6, se calcula la potencia prevista.

<b>Potencia disponible (kW)</b>	90,61
<b>Sobredimensionamiento</b>	15%
<b>Potencia aumentada (kW)</b>	104,20
<b>Coef. Simultaneidad</b>	0,60
<b>Potencia prevista (kW)</b>	<b>62,52</b>

Tabla 1. 9

La potencia máxima admisible para cualquier instalación viene dada por el IGA por lo que para permitir al cliente dicho margen de potencia se dimensiona el interruptor general que permita una potencia mayor a 62,52 kW.

Si se aplica un f.d.p de 0,92 a la instalación y sabiendo que la tensión de red es de 400 V, la potencia máxima del IGA que se puede escoger se recoge en la Tabla 1.10.

IA (A)	Potencia máxima kW
63	40,16
80	50,99
100	63,74
125	79,67
160	101,98

Tabla 1. 10

Como se ve en la Tabla 1.10, con un IA de 100 A la potencia máxima admisible para la instalación estaría 1,22 A por encima, por lo que para dar un mayor margen de maniobra se acepta instalar un IGA de 125 A.

### 1.6.3 POTENCIA A CONTRATAR

Empleando el coeficiente de simultaneidad de 0,6 del apartado 1.6.2 para la potencia disponible actual en la nave industrial, se obtiene una potencia de 54,36 kW por lo que la potencia a contratar será de 55 kW.

Debido a que la potencia contratada es un acuerdo entre cliente y la empresa comercializadora de energía, ésta siempre se podrá ampliar ya que se ha previsto un IGA capaz de soportar un aumento del 15% en la instalación, aplicado ya el coeficiente de 0,6.

## 1.7 DESCRIPCIÓN DE LA INSTALACIÓN

### 1.7.1 INSTALACIÓN DE ENLACE

La tensión de suministro al emplazamiento es en Baja Tensión y servicio trifásico.

#### Caja general de protección y medida

La instalación se suministra mediante la caja de protección situado en la acera a la entrada de la nave industrial.

Las características de la CGP son conforme a lo establecido por el MT 2.80.12 de Iberdrola ya que esta es la empresa distribuidora en la Comunidad Valenciana.

#### Derivación individual

Es la parte de la instalación que parte de la caja de protección y medida y suministra la energía eléctrica directamente a un usuario. Comprende los elementos de protección que son los fusibles de la línea, el conjunto de medida y los dispositivos de mando y protección.

Al tratarse de la instalación interior y por tanto parte del propietario de la instalación, esta estará regulada por la ITC-BT 15. Esta dice que los conductores a emplear son de cobre o aluminio, aislados y normalmente unipolares de tensión asignada 450/750 V como mínimo. Con el aislamiento en caso de ser multipolares o ir enterrados bajo tubo de 0,6/1 kV y la sección mínima de los conductores activos de 6 mm<sup>2</sup> y de 1,5 mm<sup>2</sup> para el hilo de mando, de color rojo.

El aislante de los cables es no propagador de incendio y con emisión de humos y opacidad reducida.

En cuanto a la caída de tensión, al tratarse de una instalación para un único usuario en la que no existe LGA, será de 1,5%.

	Long (m)	Denominación	Diámetro ext. Tubo (mm)
Derivación individual	11,5	RZ1-K (AS) 4x70+35 mm <sup>2</sup> Cu	125

#### Condiciones generales de los fusibles de seguridad

Además de las protecciones debidas existentes en la instalación y según la ITC-BT 17, se disponen los fusibles de seguridad en cada uno de los hilos de fase que van hasta el contador con capacidad de corte de la máxima corriente de cortocircuito que se pueda presentar y van sellados por la distribuidora, Iberdrola.

### 1.7.2 INSTALACIÓN INTERIOR

#### 1.7.2.1 CUADRO GENERAL Y SU COMPOSICIÓN

Las características de la instalación se encuentran en la ITC-BT 17.

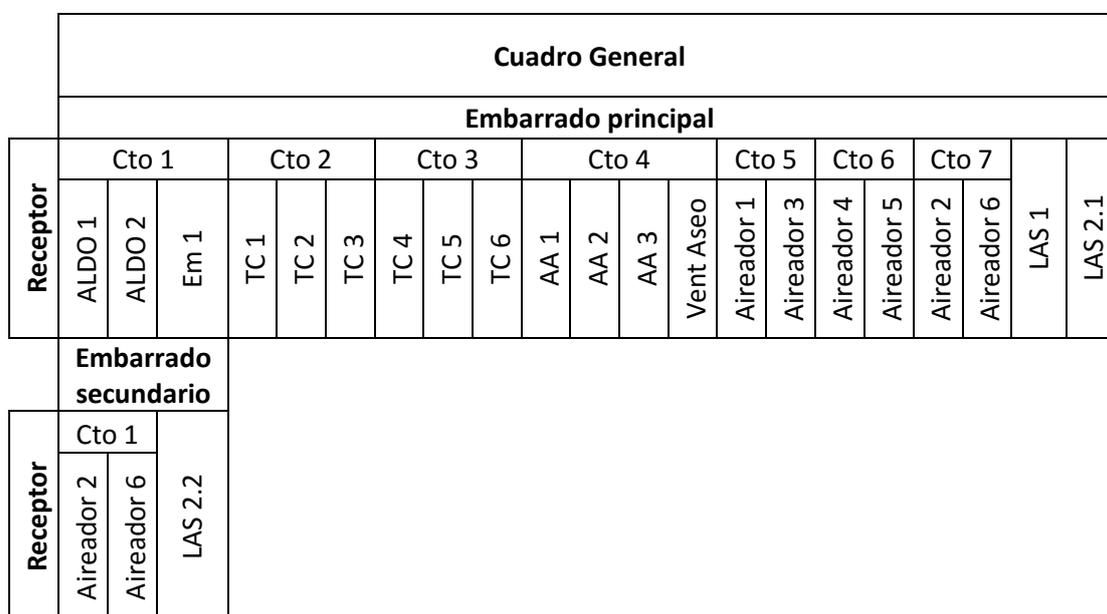
En el cuadro general están todas las protecciones de la instalación eléctrica interior, los cuales son como mínimo:

- Un interruptor general automático de corte omnipolar.

- Un interruptor diferencial que aúne los circuitos y proteja contra los contactos indirectos de los circuitos aguas debajo de este.
- Dispositivos de corte omnipolar contra sobrecargas o cortocircuitos (PIA)
- Dispositivo contra sobretensiones según ITC-BT 23 si fuese necesario.

La ubicación del mismo está en la planta baja en la zona de recepción junto a la puerta de acceso a pie a una altura de 1,5 m, se indica su situación en el Plano 5: Instalación Eléctrica.

La distribución de las protecciones y líneas que parten del cuadro general es la indicada en el Esquema 1.1.



Esquema 1. 1

El cuadro general tiene dos embarrados unidos por un contactor normalmente cerrado ya que el embarrado secundario pertenece al sistema de alimentación auxiliar que alimenta a las maquinarias con sistema de ventilación para que en caso de fallo de la alimentación general y haya presente una atmosfera explosiva esta se pueda llevar a un valor inferior al LIE.

Las protecciones frente a contactos indirectos mediante interruptores diferenciales se colocan en la agrupación de cada circuito, quedando aguas abajo las líneas con una protección frente a sobrecarga o cortocircuito por un interruptor automático. Las Líneas de Alimentación a Subcuadro (LAS) disponen de la protección al

principio y final de la línea de un interruptor automático. El IGA se conecta en la unión de todos los circuitos quedan aguas arriba de todos los interruptores diferenciales y siendo la protección cabecera del cuadro general.

Nomenclatura	Ubicación	Nomenclatura	Ubicación
ALDO 1	Planta Baja Oficina	TC 6	Oficina 2
ALDO 2	Oficina	AA 1	Recepción
Emerg, 1	Emerg Edificio Interior	AA 2	Oficina 1
TC 1	Vestuario	AA 3	Oficina 2
TC 2	Aseo 1	Vent Aseo	Aseo 1 y 2
TC3	Aseo 2	Aireador 1-6	Azotea
TC 4	Recepción	LAS 1	Lado Oeste Nave
TC 5	Oficina 1	LAS 2.1 y 2.2	Lado Este Nave

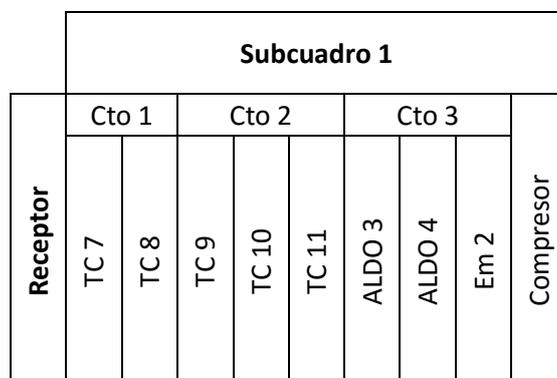
Tabla 1. 11

En la Tabla 1.11 se detalla la nomenclatura y posición en el plano que recibe cada línea del esquema eléctrico, el cual se adjunta en el Plano 7.1.

#### 1.7.2.2 CUADROS SECUNDARIOS Y SU COMPOSICIÓN

Las características de ambos cuadros eléctricos son las mismas que para el cuadro general. La diferencia entre estos es que para los cuadros secundarios la línea de alimentación no llega enterrada hasta el embarrado si no que lo hace mediante la instalación interior que discurre por la canalización fija. En el Esquema 1.2 y 1.3 se muestra los componentes para dichos cuadros eléctricos.

- Subcuadro 1:



Esquema 1. 2

Las protecciones frente a contactos indirectos mediante interruptores diferenciales se colocan en la agrupación de cada circuito, quedando aguas abajo las

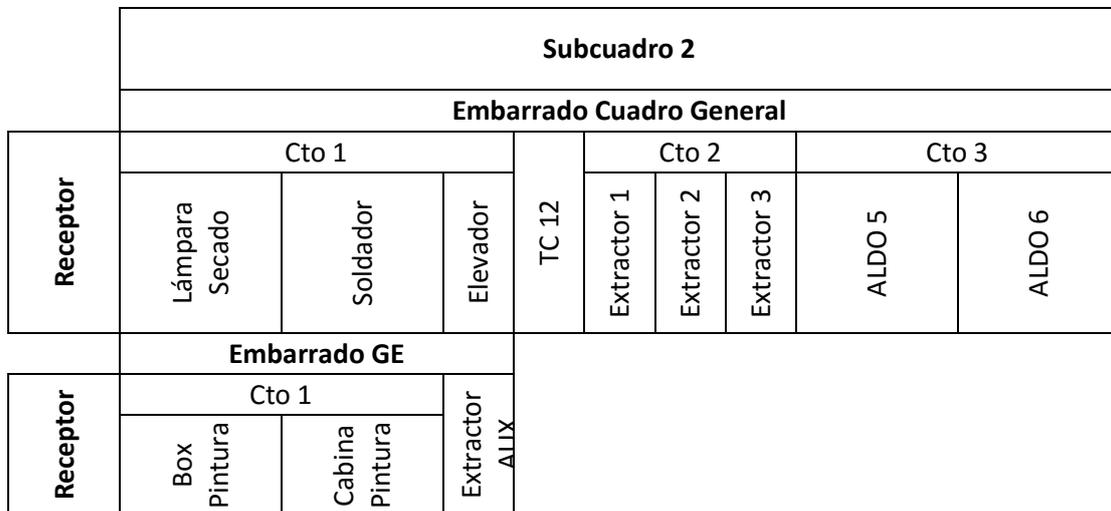
líneas con una protección frente a sobrecarga o cortocircuito por un interruptor automático. La línea del compresor lleva una protección frente a contactos indirectos y otra frente a sobrecargas o cortocircuitos, quedando ésta última aguas arriba del interruptor diferencial.

La leyenda que detalla la nomenclatura está en la Tabla 1.12, mientras que la posición de las cargas a las que alimenta y esquema eléctrico unifilar se adjunta en el Plano 7.2.

Nomenclatura	Ubicación	Nomenclatura	Ubicación
TC 7	Pto Trabajo 1	TC 11	Almacén
TC 8	Pto Trabajo 1	ALDO 3	10 Lum Taller
TC 9	Pto Trabajo 2	ALDO 4	Taller-Alm-Comp
TC 10	Pto Trabajo 2	Em 2	Taller-Alm-Comp

Tabla 1. 12

- Subcuadro 2.



Esquema 1. 3

El Subcuadro 2, al recibir la alimentación del cuadro general y del embarrado secundario de este, tiene dos líneas de alimentación independientes a cada embarrado, ya que estos no se conectan mediante un contactor y son embarrados diferentes. Por lo que tiene un interruptor automático general para cada embarrado.

Las líneas de Extractor AUX y TC 1 tienen un interruptor automático y un interruptor diferencial propios. Además, el Extractor AUX tiene un contactor normalmente abierto enlazado con el extractor de la zona de pintura para que entre en servicio únicamente cuando este deje de funcionar por cualquier avería.

<b>Nomenclatura</b>	<b>Ubicación</b>
TC 12	Pto Trabajo 3
Extractor 1	Pto Trabajo 1-2
Extractor 2	Pto Trabajo 3
Extractor 3	Zona Pintura
ALDO 5	6 Lum Taller
ALDO 6	8 Lum Taller
Extractor AUX	Zona Pintura

Tabla 1. 13

La leyenda que detalla la nomenclatura está en la Tabla 1.13, mientras que la posición de las cargas a las que alimenta y esquema eléctrico unifilar se adjunta en el Plano 7.3.

#### 1.7.2.3 LINEAS SECUNDARIAS Y SU DISTRIBUCIÓN

La distribución de las líneas secundarias se hace mediante canalización fija, e individual del resto de líneas, como se indica en el apartado 1.5.2. La línea de alimentación a los cuadros secundarios se realiza mediante conductores de tensión de aislamiento asignada 0,6/1 kV y designación RZ1-K (AS).

#### 1.7.2.4 PROTECCIÓN DE MOTORES Y/O RECEPTORES

De acuerdo a la ITC-BT 47, la instalación de los motores debe ser conforme a las prescripciones de la norma UNE 20460 y a las especificaciones aplicables a los locales en los que se precise su uso.

- La instalación de los motores será de manera que la aproximación a sus partes móviles no es causa de accidente.
- Los motores no deben estar en contacto con materiales fácilmente combustibles y se instalan de manera que no sea causa de ignición de estas.

- Los motores se protegen frente a cortocircuitos y sobrecargas en todas sus fases, debiendo esta ser capaz de proteger los motores trifásicos en caso de falta de tensión en alguna de sus fases.
- Las protecciones frente a sobrecargas y cortocircuitos se sitúan en el cuadro del que parte la línea.

Teniendo en cuenta la ITC-BT 29, los equipos eléctricos de los que se dispondrá el taller pueden ser bien de Categoría II o Categoría III al tratarse de una atmosfera explosiva Zona 2.

### 1.7.3 PUESTA A TIERRA

Las puestas a tierra se establecen principalmente con objeto de limitar la tensión que, con respecto a tierra, puedan presentar en un momento dado las masas metálicas, asegurar la actuación de las protecciones y eliminar o disminuir el riesgo que supone una avería en los materiales eléctricos utilizados.

La puesta o conexión a tierra es la unión eléctrica directa, sin fusibles ni protección alguna, de una parte del circuito eléctrico o de una parte conductora no perteneciente al mismo, mediante una toma de tierra con un electrodo o grupo de electrodos enterrados en el suelo.

Mediante la instalación de puesta a tierra se consigue que en el conjunto de instalaciones, edificios y superficie próxima del terreno no aparezca diferencias de potencial peligrosas y que, al mismo tiempo, permita el paso a tierra de las corrientes de defecto o las de descarga de origen atmosférico.

Teniendo en cuenta la ITC-BT 18 y 26, la elección e instalación de los materiales que aseguren la puesta a tierra deben ser tales que:

- El valor de la resistencia de puesta a tierra esté conforme con las normas de protección y de funcionamiento de la instalación y se mantenga de esta manera a lo largo del tiempo.

- Las corrientes de defecto a tierra y las corrientes de fuga puedan circular sin peligro, particularmente desde el punto de vista de solicitaciones térmicas, mecánicas y eléctricas.
- La solidez o la protección mecánica quede asegurada con independencia de las condiciones estimadas de influencias externas.
- Contemplan los posibles riesgos debidos a electrólisis que pudieran afectar a otras partes metálicas.

Para la toma a tierra se emplean conductores de cobre como electrodos conforme a la construcción y resistencia eléctrica según la clase 2 de la norma UNE 21022.

El tipo y profundidad de enterramiento de las tomas de tierra son tales que la posible pérdida de humedad del suelo, la presencia de hielo u otros efectos climáticos, no aumenta la resistencia de la toma de tierra por encima del valor previsto. Para esta instalación, la profundidad no es inferior a 0,5 m.

Por último, los conductores de protección tendrán una sección mínima igual fijada en función de la sección de los conductores de fase de la instalación.

#### 1.7.4 EQUIPO SUMINISTRO ELECTRICO AUXILIAR

Por la necesidad que existe al conseguir una Zona 2 ED por la seguridad empleando los sistemas de extracción de aire, se prevé de un grupo electrógeno alimentado con gasolina para el suministro eléctrico en caso de necesidad por falta de la alimentación a través de la red de Baja Tensión.

El grupo electrógeno a disponer posee una envolvente que lo protege de agentes externos que pongan en peligro su funcionamiento o lo deteriore por lo que se alojará en la entrada de la nave, en el acceso de esta.

La potencia para la cual se prevé que suministre es de 11.29 kW con un factor de potencia de 0,9. Por lo que se precisa de un grupo electrógeno de 15 kVA.

<b>Potencia demandada (kW)</b>	11,29
<b>f.d.p</b>	0,90
<b>Potencia aparente (kVA)</b>	12,54
<b>Sobredimensionamiento</b>	15%
<b>Potencia prevista (kVA)</b>	14,43

## 2. CÁLCULOS

## 2.1 TENSIÓN NOMINAL Y CAÍDA DE TENSIÓN MÁXIMA ADMISIBLE

La tensión nominal de utilización será 400 V entre fases y 230 V entre fase y neutro.

La sección de los conductores a utilizar se determinará de manera que la caída de tensión y la intensidad que pueden soportar los diferentes tipos de conductores, atendiendo a la potencia que alimentan y al tipo de instalación de la línea.

La caída de tensión para los circuitos de interior será menor del 5% para la instalación de fuerza y del 3% para la del alumbrado más un 1,5% máximo en la derivación individual al tratarse de un único receptor, teniendo finalmente una caída de tensión máxima del 6,5% y 4,5% respectivamente en el receptor según la ITC-BT 19. Esta caída de tensión se calculará considerando alimentados todos los aparatos de utilización susceptibles de funcionar simultáneamente.

El número de aparatos susceptibles de funcionar simultáneamente, se determinará en cada caso de acuerdo con las indicaciones facilitadas por el usuario de la energía, o según una utilización racional de los aparatos o máquinas.

## 2.2 FORMULAS UTILIZADAS

Las fórmulas utilizadas son las siguientes:

### Sistema Trifásico

- Para la intensidad

$$I = \frac{P_c}{\sqrt{3} \times U \times \cos\varphi \times R} = \text{amperios}(A)$$

- Para la caída de tensión

$$e = \frac{L \times P_c}{k \times U \times n \times S \times R} + \frac{L \times P_c \times X_u \times \sin\varphi}{1000 \times U \times R \times \cos\varphi} = \text{voltios}(V)$$

### Sistema Monofásico

- Para la intensidad

$$I = \frac{Pc}{U \times \cos\phi \times R} = \text{amperios}(A)$$

- Para la caída de tensión

$$e = \frac{2 \times L \times Pc}{k \times U \times n \times S \times R} + \frac{2 \times L \times Pc \times Xu \times \text{sen}\phi}{1000 \times U \times R \times \cos\phi} = \text{voltios}(V)$$

Donde:

- Pc = Potencia de Cálculo (W).
- L = Longitud de (m).
- e = Caída de tensión (V).
- K = Conductividad.
- I = Intensidad (A)
- U = Tensión de Servicio (V)  
(Trifásica o Monofásica).
- S = Sección del conductor  
(mm<sup>2</sup>).
- Cos  $\phi$  = Coseno de  $\phi$  (f.d.p)
- R = Rendimiento. (Para líneas  
motor).
- n = Nº de conductores por fase.
- Xu = Reactancia por unidad de  
longitud en m $\Omega$ /m.

### Conductividad Eléctrica

$$k = \frac{1}{\rho}$$

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

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

Donde:

- K = Conductividad del conductor  
a la temperatura T.
- $\rho$  = Resistividad del conductor a  
la temperatura T.
- T<sub>0</sub> = Temperatura ambiente  
(Cables enterrados = 25°C;  
Cables al aire = 40°C)

- $\rho_{20}$  = Resistividad del conductor a 20°C. (Cu = 0.018; Al = 0.029)
- $\alpha$  = Coeficiente de temperatura (Cu = 0.00392; Al = 0.00403)
- T = Temperatura del conductor (°C).
- Tmax = Temperatura máxima admisible por el conductor (XLPE, EPR = 90°C; PVC = 70 °C)
- I = Intensidad prevista por el conductor (A).
- I<sub>max</sub> = Intensidad máxima admisible del conductor (A).

### Fórmulas de sobrecargas

$$I_b \leq I_n \leq I_z$$

$$I_2 \leq 1,45 I_z$$

Donde:

- I<sub>b</sub>: intensidad utilizada en el circuito.
- I<sub>z</sub>: intensidad admisible de la canalización según la norma UNE 20-460/5-523.
- I<sub>n</sub>: intensidad nominal del dispositivo de protección. Para los dispositivos de protección regulables, I<sub>n</sub> es la intensidad de regulación escogida.
- I<sub>2</sub>: intensidad que asegura efectivamente el funcionamiento del dispositivo de protección.

### Fórmulas de cortocircuito

La fórmula para la obtención de la intensidad máxima de cortocircuito de la instalación es:

$$I_{cc\ máx} = \frac{S}{\sqrt{3} \times \frac{U_{cc}}{100} \times U_s}$$

Donde:

- S = Potencia del transformador (kVA).
- U<sub>s</sub> = Tensión secundaria en carga en voltios.
- U<sub>cc</sub> = Tensión porcentual de cortocircuito del transformador.
- I<sub>ccs</sub> = Intensidad de cortocircuito secundaria en kA.

$$I_{pccI} = \frac{C_t \times U}{\sqrt{3} \times Z_t}$$

Donde:

- I<sub>pccI</sub>: intensidad permanente de c.c. en inicio de línea en kA.
- U: Tensión trifásica en V.
- C<sub>t</sub>: Coeficiente de tensión.
- Z<sub>t</sub>: Impedancia total en mΩ, aguas arriba del punto de c.c. (sin incluir la línea o circuito en estudio).

$$I_{pccF} = \frac{C_t \times U_F}{2 \times Z_t}$$

Donde:

- I<sub>pccF</sub>: Intensidad permanente de c.c. en fin de línea en kA.
- U<sub>F</sub>: Tensión monofásica en V.
- Z<sub>t</sub>: Impedancia total (mΩ), incluyendo la propia de la línea o circuito (por tanto es igual a la impedancia en origen más la propia del conductor o línea).

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

$$Z_t = \sqrt{R_t^2 + X_t^2}$$

Donde:

- R<sub>t</sub>: R<sub>1</sub> + R<sub>2</sub> + [...] + R<sub>n</sub> (resistencias de líneas aguas arriba hasta c.c.)
- X<sub>t</sub>: X<sub>1</sub> + X<sub>2</sub> + [...] + X<sub>n</sub> (reactancias de líneas aguas arriba hasta c.c.)

$$R = \frac{L \times 1000 \times C_R}{K \times S \times n} \quad m\Omega$$

$$X = \frac{X_u \times L}{n} \quad m\Omega$$

Donde:

- R: Resistencia de la línea (mΩ).
- X: Reactancia de la línea ((mΩ).
- L: Longitud de la línea (m).
- CR: Coeficiente de resistividad.
- K: Conductividad del metal.
- S: Sección de la línea (mm<sup>2</sup>).
- Xu: Reactancia de la línea ((mΩ/m).
- n: nº de conductores por fase.

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

Donde:

- t<sub>mcicc</sub>: Tiempo máximo que un conductor soporta una I<sub>pcc</sub> (s).
- C<sub>c</sub>= Constante que depende de la naturaleza del conductor y de su aislamiento.
- S: Sección de la línea (mm<sup>2</sup>).
- I<sub>pcc</sub>F: Intensidad permanente de c.c. en fin de línea (A)..

$$t_{fcicc} = \frac{C_{nte \text{ fusible}}^2}{I_{pcc} F^2}$$

Donde:

- t<sub>fcicc</sub>: tiempo de fusión de un fusible para una determinada intensidad de cortocircuito.
- I<sub>pcc</sub>F: Intensidad permanente de c.c. en fin de línea (A).

$$L_{m\acute{a}x} = \frac{0.8 \times U_F}{2 \times IF5 \times \sqrt{\left(\frac{1.5}{K \times S \times n}\right)^2 + \left(\frac{X_u}{n \times 1000}\right)^2}}$$

Donde:

- Lmax: Longitud máxima de conductor protegido a c.c. (m) (para protección por fusibles)
- UF: Tensión de fase (V)
- K: Conductividad
- S: Sección del conductor (mm<sup>2</sup>)
- Xu: Reactancia por unidad de longitud (mohm/m). En conductores aislados suele ser 0,1.
- n: nº de conductores por fase
- Ct= 0,8: Es el coeficiente de tensión.
- CR = 1,5: Es el coeficiente de resistencia.
- IF5 = Intensidad de fusión en amperios de fusibles en 5 s.

La tabla 2.1 indica los valores de las curvas de disparo para los interruptores automáticos.

<b>Curva B</b>	Interruptor Magnético=5·I <sub>N</sub>
<b>Curva C</b>	Interruptor Magnético=10·I <sub>N</sub>
<b>Curva D</b>	Interruptor Magnético=20·I <sub>N</sub>

Tabla 2. 1

Estas curvas características de los interruptores se pueden ver gráficamente en la Imagen 2.1.

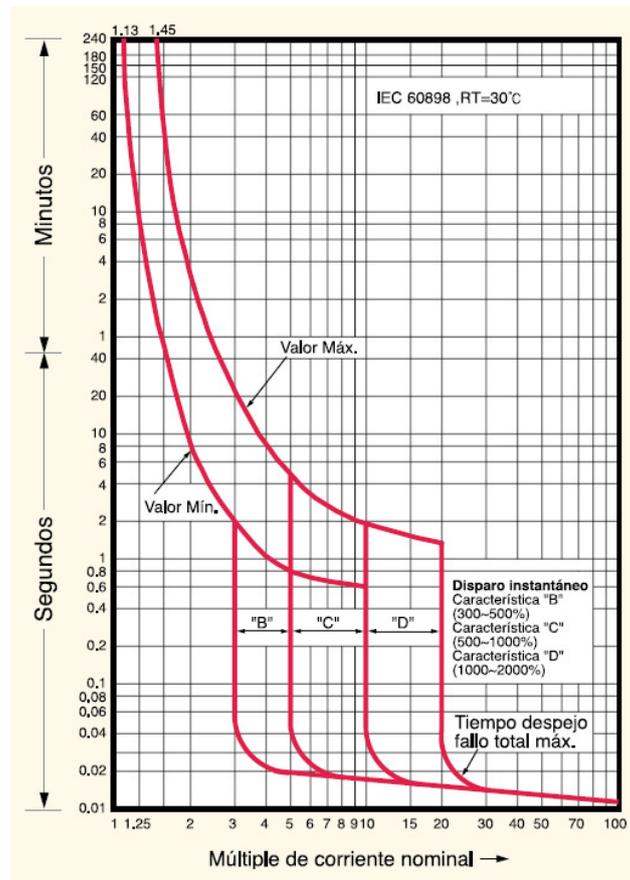


Imagen 2. 1

Atendiendo a todas las ecuaciones vistas anteriormente, la sección de los conductores que se disponen en la instalación se calculan en base a los datos de caída de tensión máxima admisible y calentamiento máximo admisible para el conductor.

Elijiéndose la mayor sección del conductor que resulten de aplicar estos dos criterios de diseño.

Se tendrá en cuenta además, que:

- Los circuitos de alimentación de lámparas y tubos de descarga estarán previstos para transportar la carga debida a los propios receptores, a sus elementos asociados y a sus corrientes armónicas. La carga mínima prevista en vatios será de 1,8 veces la potencia en vatios de los receptores. El conductor neutro tendrá la misma sección que los de fase.
- Las secciones mínimas que deben tener los conductores de conexión de los motores, con objeto de que no se produzcan en ellos un calentamiento excesivo, serán las siguientes:

○ Motores solos:

Los conductores de conexión que alimentan a un solo motor deberán estar dimensionados para una intensidad no inferior al 125% de la intensidad a plena carga del motor en cuestión. En los motores de rotor devanado, los conductores que conectan el rotor con el dispositivo de arranque -conductores secundarios- deberán dimensionarse, asimismo para el 125% de la intensidad a plena carga del rotor. Si el motor es para servicio intermitente, los conductores secundarios pueden ser de menor sección según el tiempo de funcionamiento continuado, pero en ningún caso tendrán una sección inferior a la que corresponde al 85% de la intensidad a plena carga en el rotor.

○ Varios motores:

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

○ Carga combinada:

Los conductores de conexión que alimentan a motores y otros receptores deberán ser previstos para la intensidad total requerida por los otros receptores más la requerida por los motores, calculada como antes se ha indicado.

### 2.3 POTENCIA TOTAL INSTALADA Y DEMANDADA. COEFICIENTE DE SIMULTANEIDAD.

En la tabla 2.2 se muestra el consumo individual y total de todos los receptores de alumbrado, con un total de 6,74 kW.

	Receptor	Cantidad	Potencia	Total (W)
Luminarias	PHILIPS BY121P G2 1xLED205S/840 WB	27	198	5346,00
	PHILIPS DN130B D165 1xLED10S/840	4	11	44,00
	PHILIPS TBS460 SQR 4xTL5-24W HFP M2	4	105	420,00
	PHILIPS 4MX800 491 4xLED10-3000 P30	9	47	423,00
	PHILIPS RC660B W60L60 1xLED36S/840	11	34	374,00
Emergencia	BEGHELLI 12102FM Logica	10	3	30,00
	Zumtobel RESCLITE C ANTIPANIC	14	7,1	99,40
<b>Potencia instalada (W)</b>				6736,40
<b>Potencia instalada (kW)</b>				6,74

Tabla 2. 2

En la tabla 2.3 se muestra el consumo de los receptores de fuerza de la nave industrial, tanto la maquinaria como los necesarios en la zona de oficina.

	Maquina	Potencia (kW)	Numero	Pot total (kW)
Chapa	Aspiradora multiuso	1,40	2	2,80
	Aspiradora tapicería	1,38	2	2,76
	Soldadora	8,70	1	8,70
	Elevador	3,00	1	3,00
	Pistola térmica	2,00	2	4,00
Pintura	Lámpara	4,00	1	4,00
	Box	1,00	1	1,00
	Cabina pintura	8,80	1	8,80
General	Compresor	11,03	1	11,03
	Extractor	0,75	4	3,00
	Aireador	0,37	6	2,22
Aseo	Seca manos	1,50	2	3,00
	Extractor	0,02	2	0,04
Oficina/ Recepción	Ordenador	0,40	4	1,60
	Maquina Agua	0,30	2	0,60
	Climatizador	0,23	3	0,69
	Impresora	0,90	3	2,70
<b>Potencia Instalada</b>		<b>59,93</b>		

Tabla 2. 3

La potencia total instalada hace un total de 66,67 kW, mientras que la disponible hace un total de 90,61 kW ya que se tiene en cuenta la capacidad total de las tomas de corriente monofásicas. Por lo que aplicando un coeficiente de sobredimensionamiento para futuras ampliaciones del 15% y un coeficiente de simultaneidad del 0,6 para toda la instalación se obtiene una potencia de cálculo de 62,52 kW. (Véase el apartado 1.6 PROGRAMA DE NECESIDADES, pág. 13 Sección Memoria)

## 2.4 CÁLCULOS LUMINOTÉCNICOS

El método de cálculo que se emplea se basa en la utilización de fórmulas y tablas, facilitadas por el fabricante, para averiguar el número de luminarias del tipo previamente elegido, que distribuidas proporcionan el nivel de alumbrado requerido.

El cálculo de una instalación, lleva consigo realizar las siguientes etapas.

- 1.- Instalación a proyectar.
- 2.- Alumbrado para visión, ventas, etc...
- 3.- Exigencias arquitectónicas y decorativas.
- 4.- Dureza visual de trabajo a realizar y duración.
- 5.- Consideraciones económicas a tener en cuenta.
- 6.- Dimensiones del local:
  - A, anchura en metros.
  - L, longitud en metros.
  - H, altura sobre el plano del trabajo.
- 7.- Factores de reflexión del techo y paredes.
- 8.- Clase de fuente luminosa condicionada según necesidades.
- 9.- Sistemas de alumbrado (directo, indirecto, etc...).
- 10.- Tipo de armadura de alumbrado según necesidades.

11.- Nivel de iluminación  $E_m$  y UGR según la UNE-EN 12464-1:2012.

12.- Conocimiento del factor de mantenimiento  $f_m$ .

Una vez se está en disposición de esta serie de puntos se puede proceder al cálculo de la iluminación. A modo de facilitar el trabajo y poder al mismo tiempo observar los resultados de la disposición y elección de las luminarias se emplea el programa de cálculo DIALux.

El método de trabajo en DIALux consiste en añadir las luminarias que se haya elegido previamente, ya sea de un catálogo o de la misma base de datos del programa de cálculo, al local eligiendo la disposición y número de luminarias.

Una vez se haya distribuido todas las luces, se agregan a la superficie del local zonas de cálculo y puntos de cálculo, los cuales te permiten obtener los valores necesarios a mantener en la zona de trabajo dictado por la norma UNE-EN 12464-1:2012.

Finalmente, se añade una escena de luz, bien sea exclusivamente con las luminarias dispuestas o con la luz natural que entra a través de las ventanas, la cual permite realizar el cálculo y mostrarlo visualmente para seguidamente comprobar los resultados obtenidos que más interesen.

DIALux posee una ayuda a la hora de disponer las luminarias en función de la iluminancia a mantener, sin embargo, el cálculo de la disposición de luminarias se puede calcular previamente para asegurarnos de colocar las adecuadas.

- Flujo luminoso

$$\theta_T(\text{lúmenes}) = \frac{E \cdot S}{\eta \cdot f_m}$$

Donde

- E = Luminancia media (lux).
- S = Superficie a iluminar (m<sup>2</sup>).
- Fc = Factor de conservación (0.5 - 0.8).
- $\eta$  = Rendimiento iluminación.

Número de luminarias

$$N = \frac{\theta_T}{n \cdot \theta_L}$$

Donde

- $\theta_T$  Flujo luminoso total
- $\theta_L$  Flujo luminoso lámpara
- n número de lámparas

Emplazamiento de la luminaria

$$N_{ancho} = \sqrt{\frac{N_{Total}}{largo}} \cdot ancho \qquad N_{largo} = N_{ancho} \cdot \left(\frac{largo}{ancho}\right)$$

En Anejo I: Iluminación , se presentan los cálculos luminotécnicos de los locales que componen el edificio. Así mismo se adjunta el número, disposición y tipo de luminarias que se instalará en cada local, así como los valores más significativos.

## 2.5 CÁLCULOS ELECTRICOS: ALUMBRADO Y FUERZA

Las sección mínima de las canalizaciones a emplear vendrá dado por el método de instalación escogido para la distribución de cada circuito y el número de conductores que van dentro de él.

### Canalizaciones superficiales

Sección conductores unipolares (mm <sup>2</sup> )	Diámetro exterior de los tubos (mm)				
	Número de conductores				
	1	2	3	4	5
1,5	12	12	16	16	16
2,5	12	12	16	16	20
4	12	16	20	20	20
6	12	16	20	20	25
10	16	20	25	32	32
16	16	25	32	32	32
25	20	32	32	40	40

Canalizaciones empotradas

Sección conductores unipolares (mm <sup>2</sup> )	Diámetro exterior de los tubos (mm)				
	Número de conductores				
	1	2	3	4	5
1,5	12	12	16	16	20
2,5	12	16	20	20	20
4	12	16	20	20	25
6	12	16	25	25	25

Canalizaciones enterradas

Sección conductores unipolares (mm <sup>2</sup> )	Diámetro exterior de los tubos (mm)				
	Número de conductores				
	1	2	3	4	5
1,5	25	32	32	32	32
2,5	32	32	40	40	40
4	40	40	40	40	50
6	50	50	50	63	63
10	63	63	63	75	75
16	63	75	75	75	90
25	90	90	90	110	110
35	90	110	110	110	125
50	110	110	125	125	140
70	125	125	140	160	160
95	140	140	160	160	180
120	160	160	180	180	200
150	180	180	200	200	225
185	180	200	225	225	250
240	225	225	250	250	--

En la elección de la sección utilizada se han tenido en cuenta los criterios de intensidad de utilización (con relación a la temperatura del conductor), caída de tensión por longitud de los diferentes circuitos y por intensidad soportada de cortocircuito, garantizando que todos los conductores elegidos cumplen estas tres condiciones.

A continuación se muestran los circuitos de la instalación con sus secciones de conductor, protecciones, caída de tensión y tipo de canalización. Las fórmulas utilizadas para todos los cálculos son las mostradas anteriormente en esta misma sección.

Proyecto instalación eléctrica baja tensión taller chapa y pintura

CUADRO GENERAL													
Línea	P. Cálculo	Tensión	Longitud	Cable	I <sub>b</sub>	I <sub>z</sub>	c.d.t Acum	Polaridad	P.Magnetotérmico		P.Diferencial		Canalización
	(kW)	(V)	(m)		(A)	(A)	(%)		A	kA	A	mA	
DI	62.52	400	11.50	RZ1-K (AS) 4(1x70)+TTx35	90.24	223.29	1.42	3F+N	125	15	--	--	125
LAS 1	31.24	400	30.50	RZ1-K (AS) 4(1x50)+TTx25	44.09	194.74	1.86	3F+N	50	15	--	--	75x60
GE	11.29	400	6.00	RZ1-K (AS) 4x(1x6)+TTx6	16.57	49.42	0.14	3F+N	32	10	--	--	50
LAS 2.1	24.17	400	40.50	RZ1-K (AS) 4(1x25)+TTx16	35.97	77.43	2.13	3F+N	40	15	--	--	75x60
LAS 2.2	10.55	400	40.50	RZ1-K (AS) 4(1x25)+TTx16	15.50	194.74	1.71	3F+N	16	10	--	--	75x60
ALDO 1	0.56	230	19.30	H07V-K 2(1x1.5)+TTx1.5	2.42	15.23	2.16	F+N	10	10	40	30	16
ALDO 2	0.37	230	12.70	H07V-K 2(1x1.5)+TTx1.5	1.60	15.23	1.86	F+N	10	10			16
Em 1	0.07	230	17.20	H07V-K 2(1x1.5)+TTx1.5	0.30	15.23	1.68	F+N	10	10			16
TC 1	3.45	230	18.40	H07V-K 2(1x2.5)+TTx2.5	14.94	20.88	3.62	F+N	16	10	40	30	20
TC 2	3.45	230	13.75	H07V-K 2(1x2.5)+TTx2.5	14.94	20.88	3.11	F+N	16	10			20
TC 3	3.45	230	17.50	H07V-K 2(1x2.5)+TTx2.5	14.94	20.88	3.52	F+N	16	10			20
TC 4	3.45	230	5.70	H07V-K 2(1x2.5)+TTx2.5	14.94	20.88	2.24	F+N	16	10	40	30	20
TC 5	3.45	230	5.90	H07V-K 2(1x2.5)+TTx2.5	14.94	20.88	2.26	F+N	16	10			20
TC 6	3.45	230	5.25	H07V-K 2(1x2.5)+TTx2.5	14.94	20.88	2.19	F+N	16	10			20
AA 1	0.23	230	5.00	H07V-K 2(1x1.5)+TTx1.5	1.24	15.23	1.70	F+N	10	10	40	30	16
AA 2	0.23	230	8.40	H07V-K 2(1x1.5)+TTx1.5	1.24	15.23	1.74	F+N	10	10			16
AA 3	0.23	230	8.00	H07V-K 2(1x1.5)+TTx1.5	1.24	15.23	1.74	F+N	10	10			16
Vent Aseo	0.04	230	17.00	H07V-K 2(1x1.5)+TTx1.5	0.22	15.23	1.67	F+N	10	10			16
Aireador 1	0.37	230	16.15	H07V-K 3(1x1.5)+TTx1.5	0.67	13.48	1.69	3F	10	15	25	30	16
Aireador 3	0.37	230	27.15	H07V-K 3(1x1.5)+TTx1.5	0.67	13.48	1.73	3F	10	15			16
Aireador 4	0.37	230	27.15	H07V-K 3(1x1.5)+TTx1.5	0.67	13.48	1.73	3F	10	15	25	30	16
Aireador 5	0.37	230	38.15	H07V-K 3(1x1.5)+TTx1.5	0.67	13.48	1.77	3F	10	15			16
Aireador 2	0.37	230	16.15	H07V-K 3(1x1.5)+TTx1.5	0.67	13.48	1.69	3F	10	15	25	30	16
Aireador 6	0.37	230	38.15	H07V-K 3(1x1.5)+TTx1.5	0.67	13.48	1.77	3F	10	15			16

Proyecto instalación eléctrica baja tensión taller chapa y pintura

CS 1													
Línea	P. Cálculo	Tensión	Longitud	Cable	I <sub>b</sub>	I <sub>z</sub>	c.d.t Acum	Polaridad	P.Magnetotérmico		P.Diferencial		Canalización
	(kW)	(V)	(m)		(A)	(A)	(%)		A	kA	A	mA	
TC 7	3.45	230	20.15	H07V-K 2(1x2.5)+TTx2.5	14.94	20.88	4.04	F+N	16	10	40	30	20
TC 8	3.45	230	20.15	H07V-K 2(1x2.5)+TTx2.5	14.94	20.88	4.04	F+N	16	10			20
TC 9	3.45	230	18.50	H07V-K 2(1x2.5)+TTx2.5	14.94	20.88	3.86	F+N	16	10	40	30	20
TC 10	3.45	230	19.00	H07V-K 2(1x2.5)+TTx2.5	14.94	20.88	3.91	F+N	16	10			20
TC 11	3.45	230	7.00	H07V-K 2(1x2.5)+TTx2.5	14.94	20.88	2.62	F+N	16	10			20
ALDO 3	1.98	230	25.50	H07V-K 2(1x1.5)+TTx1.5	8.57	15.23	4.44	F+N	10	10	40	30	16
ALDO 4	0.92	230	18.50	H07V-K 2(1x1.5)+TTx1.5	3.98	15.23	2.71	F+N	10	10			16
Em 2	0.06	230	39.15	H07V-K 2(1x1.5)+TTx1.5	0.26	15.23	1.97	F+N	10	10			16
Compresor	11.03	400	13.15	H07V-K 4(1x4)+TTx4	19.90	24.36	2.46	3F+N	20	10	25	30	20
CS 2													
Línea	P. Cálculo	Tensión	Longitud	Cable	I <sub>b</sub>	I <sub>z</sub>	c.d.t Acum	Polaridad	P.Magnetotérmico		P.Diferencial		Canalización
	(kW)	(V)	(m)		(A)	(A)	(%)		A	kA	A	mA	
Lámpara de secado	4.00	400	12.60	H07V-K 4(1x2.5)+TTx2.5	5.77	18.27	2.38	3F+N	16	10	40	30	20
Soldador	8.70	400	16.40	H07V-K 4(1x2.5)+TTx2.5	12.56	18.27	2.87	3F+N	16	10			20
Elevador	3.00	400	9.30	H07V-K 4(1x2.5)+TTx2.5	5.41	18.27	2.31	3F+N	16	10			20
ALDO 5	1.19	230	37.15	H07V-K 2(1x1.5)+TTx1.5	5.14	15.23	4.34	F+N	10	10	25	30	16
ALDO 6	1.58	230	28.25	H07V-K 2(1x1.5)+TTx1.5	6.84	15.23	4.39	F+N	10	10			16
TC 12	3.45	230	16.00	H07V-K 2(1x2.5)+TTx2.5	14.94	20.88	3.86	F+N	16	10	25	30	20
Extractor 1	0.75	400	32.30	H07V-K 3(1x1.5)+TTx1.5	1.35	13.48	2.38	3F	10	10	40	30	16
Extractor 2	0.75	400	12.90	H07V-K 3(1x1.5)+TTx1.5	1.35	13.48	2.23	3F	10	10			16
Extractor 3	0.75	400	20.80	H07V-K 3(1x1.5)+TTx1.5	1.35	13.48	2.29	3F	10	10			16
Box Pintura	1.00	400	16.20	H07V-K 4(1x2.5)+TTx2.5	1.44	18.27	1.79	3F+N	16	10	25	30	20
Cabina Pintura	8.80	400	29.60	H07V-K 4(1x2.5)+TTx2.5	12.70	18.27	3.06	3F+N	16	10			20
Extractor AUX	0.75	400	20.80	H07V-K 3(1x1.5)+TTx1.5	1.35	13.48	1.87	3F	10	10	25	30	16

## 2.6 VENTILACIÓN

### 2.6.1 AREA DE TRABAJO

Para el cálculo del caudal mínimo de extracción ya sea de manera natural o forzada se puede calcular de cinco métodos diferentes:

- Método indirecto de caudal de aire exterior por persona
- Método directo por calidad del aire percibido
- Método directo por concentración de CO<sub>2</sub>
- Método directo de caudal de aire por unidad de superficie
- Método de dilución

Como se nombra en el apartado 1.4.2.3 hay que distinguir entre la zona de Oficina, Recepción y Taller, cada una con un valor diferente de IDA en función de sus necesidades.

El método que se emplea para el cálculo de la renovación de aire de la Oficina y la Recepción es el primero de los que se indican anteriormente. Por el contrario, para la renovación de aire necesaria en el taller se tiene en cuenta la norma DIN 1946 a modo de referencia en el que se establece el número de renovaciones a realizar por hora en diferentes zonas de trabajo, entre ellas el taller que no contempla el RITE.

Es posible realizar el cálculo de la renovación de aire necesaria aplicando este primer método ya que la actividad metabólica de las personas que trabajan tanto en la Oficina como Recepción es alrededor de 1,2 met.

	<b>Tasa Metabólica (met)</b>
Sala de espera	1,0
Oficina	1,2
Sala de conferencias	1,2
Cafetería	1,2
Aula	1,2
Guardería	1,4
Comercio (clientes sentados)	1,4
Comercio (clientes de pie)	1,6
Grandes almacenes	1,6

- Oficina

Para este caso, el IDA necesario es el número 2 con un valor de 12,5 l/s por persona a renovar.

Atendiendo al método de cálculo que se indica, bastará con multiplicar el número de personas que se prevé en el lugar de trabajo y multiplicarlo por la cantidad de aire a renovar por persona.

Sabiendo que el número de personas que ocuparan el lugar es de 3 y que la tasa a renovar es de 12,5 l/s el resultado es el siguiente:

$$Q_V = 3 \cdot 12,5 = 135 \text{ m}^3/h$$

Seleccionando un método de ventilación mayor a esa tasa la renovación de aire está asegurada.

- Recepción

Para este caso, el IDA necesario es el número 2 con un valor de 12,5 l/s por persona a renovar.

Atendiendo al método de cálculo que se indica, bastará con multiplicar el número de personas que se prevé en el lugar de trabajo y multiplicarlo por la cantidad de aire a renovar por persona.

Debido a que se trata de una recepción y no se puede saber a ciencia cierta cuanta es la gente fija que puede haber en el área, se establece un número de 6 persona, contando al recepcionista. Por lo tanto, teniendo en cuenta además los 12,5 l/s a renovar, el resultado es:

$$Q_V = 6 \cdot 12,5 = 250 \text{ m}^3/h$$

Seleccionando un método de ventilación mayor a esa tasa la renovación de aire está asegurada.

- Taller

Como se indica al principio del punto, para el cálculo de la ventilación del taller se realiza otro método, esto consiste en multiplicar la superficie de la zona por el número de renovaciones. Según la Tabla 1.3 y teniendo en cuenta que la cabina de pintura y el box de pintura tienen su propia ventilación, y este espacio está confinado dentro de dichas zonas, el máximo número de renovaciones para esta situación es de 10, en el caso de la actividad de soldadura.

Por lo que, con una superficie total del taller de 5247,18 m<sup>3</sup> y una tasa de 10 renovaciones/h, el resultado es:

$$Q_v = 10 \cdot 5247,18 = 52471,80 \text{ m}^3/\text{h}$$

Seleccionando un método de ventilación mayor a esa tasa la renovación de aire está asegurada.

## 2.6.2 DESCLASIFICACIÓN

Para este caso, el elemento químico en forma de gas que se necesita extraer son los disolventes de las pinturas empleadas en el proceso de pintado de los vehículos. Para realizar los cálculos se escoge como disolvente la acetona.

Lo que se pretende con la desclasificación es llevar a mantener la concentración del gas por debajo de su LIE en todo momento. Este valor es obtenido según la siguiente ecuación:

$$LIE \text{ (kg/m}^3\text{)} = \frac{4,16 \cdot 10^{-3} \cdot M \cdot LIE \text{ (\%vol)} \cdot 293 \cdot P_a}{T \cdot 101325}$$

Donde:

- M=peso molecular (kg/kmol)
- P<sub>a</sub>=presión del gas (Pa)
- T= temperatura ambiente (°K)

Para saber los datos de LIE (% vol.) y el peso molecular del componente basta con buscar el número CAS del elemento en la página del Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo.

El resultado final es se muestra en la Tabla 2.4.

<b>Derivado bencénico: Acetona</b>	
ρm	58,1 g/mol
LIE % volumen	2,55 %
Presión gas	1 atm
T ambiente	25 °C
LIE	0,0603 kg/m <sup>3</sup>

Tabla 2. 4

Acto seguido se calcula tasa máxima de escape, la cal variará en función de las características que presente el escape y queda definida de la siguiente manera:

$$Q_m(kg/s) = \frac{28 \cdot A \cdot C_d}{h_d} \cdot \left( \frac{P_a}{R \cdot T} \right) \cdot M \cdot \ln \left( \frac{P_a}{P_a - P_v} \right)$$

Donde:

- A=rotura líquido (m)
- C<sub>d</sub>=coeficiente descarga (cm<sup>2</sup>/s)
- H<sub>d</sub>=altura derrame (m)
- T=Temperatura ambiente (°K)
- P<sub>a</sub>=presión ambiente (Bar)
- P<sub>v</sub>=Presion de vapor a 25°C (Bar)
- R=8,314472 J/(K·mol)
- M=Peso molecular (kg/kmol)

<b>A</b>	0,053 m <sup>2</sup>
<b>C<sub>d</sub></b>	0,62 cm <sup>2</sup> /s
<b>h<sub>d</sub></b>	1 cm
<b>P<sub>a</sub></b>	101325 Pa
<b>P<sub>v</sub></b>	1 atm
<b>R</b>	8,314472 J/(K·mol)
<b>T</b>	25 °C
<b>M</b>	58,1 g/mol
<b>Q<sub>m</sub></b>	0,3194 g/s

Tabla 2. 5

Para este caso, el coeficiente de descarga de 0,62 cm<sup>2</sup>/s se escoge en base a que se trata de una rotura en el bote de pintura al sufrir un impacto contra el suelo, el cual provoca una fisura afilada en la superficie del recipiente. El resultado final se muestra en la Tabla 2.5.

Por último, el caudal de aire fresco que se necesaria renovar se obtiene a partir del valor límite de explosividad (LIE) y de la tasa máxima de escape (Q<sub>m</sub>) mediante la siguiente ecuación:

$$\left(\frac{dV}{dt}\right)_{min} (m^3/s) = \frac{Q_m}{k \cdot LIE} \cdot \frac{T}{293}$$

Donde:

- k=constante grado de escape      - T=Temperatura ambiente (°K)
- (Continuo:0,25; Primario: 0,25;  
Secundario:0,5)

Aplicando los valores anteriores y los obtenidos en los cálculos previos, el caudal mínimo de aire fresco hace un total de 38,90 m<sup>3</sup>/h.

Estos datos se calculan para el caso de que un bote de pintura se derrame en el suelo mediante la apertura de la tapa una vez en el suelo o por una fisura en su pared al impactar contra el piso debido a cualquier accidente en el transcurso de traslado del bote de pintura de la cabina de pintura al box de pintura o viceversa. Los cálculos están realizados para el caso más desfavorable que es el correspondiente a que se abra la tapa al caer al suelo para un bote de 13 cm de radio.

Todos los cálculos descritos tienen en cuenta las normas NTP para dimensionar la cantidad de material explosivo emitido al aire y así calcular el caudal necesario de ventilación para su eliminación.

### 2.6.2.1 VOLUMEN ATEX

Para saber la extensión que ocupa el área explosiva, a partir de la cantidad mínima de aire fresco a extraer se puede calcular la extensión a la que esta afecta. Para ello se tiene en cuenta la siguiente ecuación.

$$V_z(m^3) = \frac{f \cdot \left(\frac{dV}{dt}\right)_{min}}{C}$$

Donde:

- f= factor que expresa la eficacia de la ventilación en la dilución de la atmósfera explosiva (de 1 (ideal) a 5 (difícil))
- C= número de renovaciones de aire fresco.

<b>f</b>	2,5
<b>C</b>	10 ren/h
<b>Vz</b>	9,73 m3

A partir del volumen teórico de la atmósfera explosiva, mediante la ecuación de la esfera se obtiene que es la radio de alcance es de 1,32 m.

### 2.6.3 SISTEMA DE VENTILACIÓN

#### 2.6.3.1 AREA DE TRABAJO

Para todos los casos se proyecta una mayor cantidad de renovación de aire a modo de seguridad, ya que la apertura de ventanas o pórticos del taller ayudan a dicha renovación. El sistema de ventilación elegido para uno de los casos es el siguiente:

- Oficina

Según se ha calcula, el caudal mínimo a renovar es de 135 m<sup>3</sup>/h, el sistema elegido es mediante un Aire Acondicionado tipo ventilador de la marca LG capaz de renovar 500 m<sup>3</sup>/h de aire.

La instalación de este Aire Acondicionado tipo ventilador o Recuperador Entálpico se hace con un total de dos, ya que la oficina está separada en dos habitáculos, uno para el jefe y otro para los empleados, por lo que se instala cada uno en un habitáculo.

- Recepción

Según se ha calculado, el caudal mínimo a renovar es de  $250 \text{ m}^3/\text{h}$ , el sistema elegido es mediante un Aire Acondicionado tipo ventilador de la marca LG capaz de renovar  $500 \text{ m}^3/\text{h}$  de aire.

- Taller

Según se ha calculado, el caudal mínimo a renovar es de  $52471,80 \text{ m}^3/\text{h}$ , el sistema elegido es mediante unos aireadores de la marca SUMAIR VENTILACIÓN capaz de renovar  $10150 \text{ m}^3/\text{h}$  cada uno, por lo que con 6 aireadores se consigue renovar el mínimo calculado.

#### 2.6.3.2 DESCLASIFICACIÓN

Para la desclasificación del local en la zona de pintura, la zona existente de la atmósfera explosiva, se ha calculado un caudal mínimo a extraer de  $38,90 \text{ m}^3/\text{h}$ . A modo de elevar la seguridad de la eliminación de la atmósfera explosiva, se hace un cálculo de un total de 5 botes de pinturas trasladado a la vez, con lo que se obtiene un caudal de extracción de  $194,50 \text{ m}^3/\text{h}$ . Finalmente se instala un extractor industrial con un caudal de  $400 \text{ m}^3/\text{h}$ .

En la Tabla 2.6 se observa el sobredimensionamiento que existe en la ventilación respecto a los  $400 \text{ m}^3/\text{h}$  capaces de extraer el extractor instalado. El margen que queda respecto al caudal a renovar permite al sistema una evacuación extra que podría ser debida a que en la Cabina de pintura o en el Box existiese un fallo en la ventilación y externamente fuese necesario llevar la concentración de gas inflamable por debajo de su LIE.

N° Botes	Caudal mínimo (m <sup>3</sup> /h)	Cs (%)
1	38,9	90,28
5	194,5	51,38

Tabla 2. 6

### 2.6.3.3 MAQUINARIA DE VENTILACIÓN

#### - Oficina y Recepción

Para ambas zonas de la nave industrial se instala un recuperador entálpico destinado a la renovación del aire



### Datos técnicos

Modelo	Unidad	LZ-H050GBA2
Caudal	m <sup>3</sup> /h	500
Alimentación eléctrica	Ø / V / Hz	1, 220-240, 50
Intensidad absorbida	MA / A / B	A 1,92 / 1,58 / 0,79
Consumo	MA / A / B	W 230 / 220 / 85
Caudal de aire	MA / A / B	m <sup>3</sup> /h 500 / 500 / 320
Presión estática externa	MA / A / B	Pa 150 / 100 / 50
Eficiencia intercambio temp.	MA / A / B	% 75 / 75 / 79
Eficiencia del intercambio de entalpía	Calent. (MA / A / B)	% 72 / 72 / 77
	Refrig. (MA / A / B)	% 70 / 70 / 75
Presión sonora (1,5 m)	MA / A / B	dBA 34 / 32 / 25
Intensidad absorbida	MA / A / B	A 1,92 / 1,58 / 0,79
Consumo	MA / A / B	W 230 / 220 / 85
Caudal de aire	MA / A / B	m <sup>3</sup> /h 500 / 500 / 320
Presión estática externa	MA / A / B	Pa 150 / 100 / 50
Eficiencia intercambio temp.	MA / A / B	% - / - / -
Eficiencia del intercambio de entalpía	Calent. (MA / A / B)	% - / - / -
	Refrig. (MA / A / B)	% - / - / -
Presión sonora (1,5 m)	MA / A / B	dBA 34/32/25
Intercambiador de calor	Tipo	- Vent. caudal cruzado
Peso	kg	44
Dimensiones	AlxAnxPr	mm 273 x 988 x 1.014
Conductos	Cantidad	Cada ud. 4
	Tamaño	mm Ø200
Ventilador entrada de aire	Cantidad	Cada ud. 1
	Tipo	Acoplamiento directo
Ventilador expulsión de aire	Cantidad	Cada ud. 1
	Tipo	Acoplamiento directo
Filtros	Cantidad	Cada ud. 2
	Tipo	Lavable
	Tamaño (an. x al. x pr.)	mm 10 x 855 x 166

#### - Taller

Para la ventilación de la zona del taller se opta por una ventilación forzada mediante aireadores de la gama AERASDIN 500 instalados en el tejado de la nave industrial, estos son de las siguientes características:



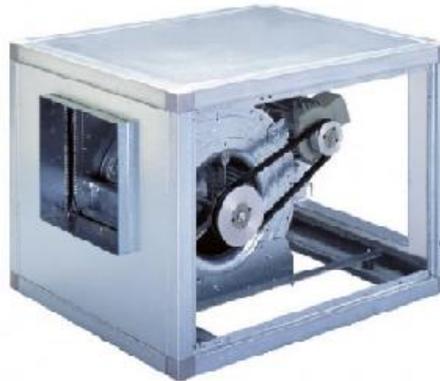
		CARACTERÍSTICAS				
		Ø extractor (mm)	Caudal aspiración (m³/h)	Potencia (kW)	Nivel sonoro dB(A)	Peso con base Std. (Kg)
Grupo 400	MAX*	400	5.200	0,25	61	31
	MIN		3.500	0,18	54	
Grupo 500	MAX*	515	10.150	0,37	69	36
	MIN		6.100	0,25	59	
Grupo 600	MAX*	590	12.800	0,55	72	44
	MIN		8.250	0,37	62	
Grupo 800	MAX	800	33.500	2,2	74	53
	STD*		26.400	1,1	72	
	MIN		16.500	0,37	69	

\* Modelos standard.

#### - Desclasificación

El sistema de ventilación para la desclasificación consta de extractores ATEX de la gama CVTT serie 7/7 situados en las zonas de trabajo más un extractor auxiliar en la zona de pintura para mantener la Zona 2 ED.

Para el puesto de trabajo 1 y 2 existe un extractor y para el puesto 3 un segundo. En la parte de pintura se encuentra el tercer extractor más el auxiliar como ya se ha comentado. Dicha disposición de extractores se observa en el Plano 6.1.  
Receptores eléctricos: Fuerza.



Modelo	Potencia motor		Revoluciones ventilador		Caudales a revolución		Peso con motor mayor (kg)
	Minima (kW)	Máxima (kW)	Minima (r.p.m.)	Máxima (r.p.m.)	Minima (m³/h)	Máxima (m³/h)	
CVTT-7/7	0,18	0,75	800	1800	400	2800	43
CVTT-9/9	0,18	1,1	800	1500	1100	4250	52
CVTT-10/10	0,37	1,5	600	1300	1500	6200	66
CVTT-12/12	0,37	2,2	500	1300	1000	9800	88
CVTT-15/15	0,75	4,0	300	1000	2000	12800	108
CVTT-18/18	1,1	5,5	400	900	3000	21000	147
CVTT-20/20	1,5	7,5	300	800	4000	23800	270
CVTT-22/22	2,2	11,0	300	800	4000	32000	309
CVTT-25/25	2,2	11,0	250	650	5000	39800	350
CVTT-30/28	2,2	15,0	200	550	6000	55000	472

## 2.7 PUESTA A TIERRA

Según la ITC BT 18, en la Tabla 2.7 se puede observar las fórmulas para estimar la resistencia de tierra en función de la resistividad del terreno y las características del electrodo.

Electrodo	Resistencia Tierra ( $\Omega$ )
Placa enterrada	$R = 0,8 r / P$
Pica vertical	$R = r / L$
Conductor enterrado	$R = 2 r / L$

r, resistividad del terreno ( $\Omega \cdot m$ )

P, perímetro de la placa (m)

L, longitud de la pica o conductor (m)

Tabla 2. 7

Los resultados obtenidos son los siguientes

<b>Resistencia terreno</b>	30 $\Omega$
<b>Resistividad terreno</b>	300 $\Omega \cdot m$
<b>Rconductor</b>	300 $\Omega$
<b>Rpicas</b>	33,33 $\Omega$
<b>Long picas</b>	2 m
<b>Picas unidas</b>	2
<b>Puestas a tierra</b>	3

La puesta a tierra se realiza con seis picas verticales de acero cubiertas de cobre, de 2 m de longitud y 14 mm de diámetro clavado en el terreno en el interior de una arqueta situada en el exterior cerca del cuadro general. La disposición de estas será en grupos de 2 es decir clavando un total de 4 metros en el suelo.

La línea principal de tierra está formada por un conductor de cobre aislado de 35 mm<sup>2</sup> de sección bajo tubo flexible de 50 mm de diámetro que parte desde el borne de la pica y discurrirá por la zanja de la derivación individual hasta el embarrado del cuadro general.

### 3. PLIEGO DE CONDICIONES

### 3.1 CALIDAD DE LOS MATERIALES

#### 3.1.1 GENERALIDADES

Todos los materiales empleados en la ejecución de la instalación tendrán, como mínimo, las características especificadas en este Pliego de Condiciones, empleándose siempre materiales homologados según las normas UNE citadas en la instrucción ITC-BT-02 que les sean de aplicación.

#### 3.1.2 CONDUCTORES ELECTRICOS

Las líneas de alimentación a cuadros de distribución estarán constituidas por conductores unipolares de cobre aislados de 0,6/1 kV.

Las líneas de alimentación a puntos de luz y tomas de corriente de otros usos estarán constituidas por conductores de cobre unipolares aislados del tipo H07V-R.

Las líneas de alumbrado de urbanización estarán constituidas por conductores de cobre aislados de 0,6/1 kV.

#### 3.1.3 CONDUCTORES DE NEUTRO

La sección mínima del conductor de neutro para distribuciones monofásicas, trifásicas y de corriente continua, será la que a continuación se especifica:

Según la Instrucción ITC BT 19 en su apartado 2.2.2, en instalaciones interiores, para tener en cuenta las corrientes armónicas debidas a cargas no lineales y posibles desequilibrios, la sección del conductor del neutro será como mínimo igual a la de las fases.

Para el caso de redes aéreas o subterráneas de distribución en baja tensión, las secciones a considerar serán las siguientes:

- Con dos o tres conductores: igual a la de los conductores de fase.
- Con cuatro conductores: mitad de la sección de los conductores de fase, con un mínimo de 10 mm<sup>2</sup> para cobre y de 16 mm<sup>2</sup> para aluminio.

### 3.1.4 CONDUCTORES DE PROTECCIÓN

Los conductores de protección desnudos no estarán en contacto con elementos combustibles. En los pasos a través de paredes o techos estarán protegidos por un tubo de adecuada resistencia, que será, además, no conductor y difícilmente combustible cuando atravesase partes combustibles del edificio.

Los conductores de protección estarán convenientemente protegidos contra el deterioro mecánico y químico, especialmente en los pasos a través de elementos de la construcción.

Las conexiones en estos conductores se realizarán por medio de empalmes soldados sin empleo de ácido, o por piezas de conexión de apriete por rosca. Estas piezas serán de material inoxidable, y los tornillos de apriete estarán provistos de un dispositivo que evite su desapriete.

Se tomarán las precauciones necesarias para evitar el deterioro causado por efectos electroquímicos cuando las conexiones sean entre metales diferentes.

### 3.1.5 IDENTIFICACIÓN DE LOS CONDUCTORES

Los conductores de la instalación se identificarán por los colores de su aislamiento:

- Negro, gris, marrón para los conductores de fase o polares.
- Azul claro para el conductor neutro.
- Amarillo - verde para el conductor de protección.
- Rojo para el conductor de los circuitos de mando y control.

### 3.1.6 TUBOS PROTECTORES

#### Clases de tubos a emplear

Los tubos deberán soportar, como mínimo, sin deformación alguna, las siguientes temperaturas:

- 60 °C para los tubos aislantes constituidos por policloruro de vinilo o polietileno.

- 70 °C para los tubos metálicos con forros aislantes de papel impregnado.

#### Diámetro de los tubos y número de conductores por cada uno de ellos

Los diámetros exteriores mínimos y las características mínimas para los tubos en función del tipo de instalación y del número y sección de los cables a conducir, se indican en la Instrucción ITC BT 21, en su apartado 1.2. El diámetro interior mínimo de los tubos deberá ser declarado por el fabricante.

### 3.2 NORMAS DE EJECUCIÓN DE LAS INSTALACIONES

#### 3.2.1 COLOCACIÓN DE TUBOS

Se tendrán en cuenta las prescripciones generales siguientes, tal y como indica la ITC BT 21.

##### Prescripciones generales

El trazado de las canalizaciones se hará siguiendo preferentemente líneas paralelas a las verticales y horizontales que limitan el local dónde se efectúa la instalación.

Los tubos se unirán entre sí mediante accesorios adecuados a su clase que aseguren la continuidad que proporcionan a los conductores.

Los tubos aislantes rígidos curvables en caliente podrán ser ensamblados entre sí en caliente, recubriendo el empalme con una cola especial cuando se desee una unión estanca.

Las curvas practicadas en los tubos serán continuas y no originarán reducciones de sección inadmisibles.

Los radios mínimos de curvatura para cada clase de tubo serán los indicados en la norma UNE EN 5086 -2-2.

Será posible la fácil introducción y retirada de los conductores en los tubos después de colocados y fijados éstos y sus accesorios, disponiendo para ello los registros que se consideren convenientes, y que en tramos rectos no estarán

separados entre sí más de 15 m. El número de curvas en ángulo recto situadas entre dos registros consecutivos no será superior a tres. Los conductores se alojarán en los tubos después de colocados éstos.

Los registros podrán estar destinados únicamente a facilitar la introducción y retirada de los conductores en los tubos, o servir al mismo tiempo como cajas de empalme o derivación.

Cuando los tubos estén constituidos por materias susceptibles de oxidación, y cuando hayan recibido durante el curso de su montaje algún trabajo de mecanización, se aplicará a las partes mecanizadas pintura antioxidante.

Igualmente, en el caso de utilizar tubos metálicos sin aislamiento interior, se tendrá en cuenta la posibilidad de que se produzcan condensaciones de agua en el interior de los mismos, para lo cual se elegirá convenientemente el trazado de su instalación, previendo la evacuación de agua en los puntos más bajos de ella y, si fuera necesario, estableciendo una ventilación apropiada en el interior de los tubos mediante el sistema adecuado, como puede ser, por ejemplo, el empleo de una "te" dejando uno de los brazos sin utilizar.

Cuando los tubos metálicos deban ponerse a tierra, su continuidad eléctrica quedará convenientemente asegurada. En el caso de utilizar tubos metálicos flexibles, es necesario que la distancia entre dos puestas a tierra consecutivas de los tubos no exceda de 10 m.

No podrán utilizarse los tubos metálicos como conductores de protección o de neutro.

#### Tubos en montaje superficial

Cuando los tubos se coloquen en montaje superficial se tendrán en cuenta además las siguientes prescripciones:

- Los tubos se fijarán a las paredes o techos por medio de bridas o abrazaderas protegidas contra la corrosión y sólidamente sujetas. La distancia entre éstas será, como máximo, 0.50 metros. Se dispondrán fijaciones de una y otra parte en los cambios de dirección, en los empalmes y en la proximidad inmediata de las entradas en cajas o aparatos.
- Los tubos se colocarán adaptándolos a la superficie sobre la que se instalan, curvándolos o usando los accesorios necesarios.
- En alineaciones rectas, las desviaciones del eje del tubo con respecto a la línea que une los puntos extremos no será superior al 2%.
- Es conveniente disponer los tubos normales, siempre que sea posible, a una altura mínima de 2.5 m sobre el suelo, con objeto de protegerlos de eventuales daños mecánicos.
- En los cruces de tubos rígidos con juntas de dilatación de un edificio deberán interrumpirse los tubos, quedando los extremos del mismo separados entre sí 5 cm aproximadamente, y empalmándose posteriormente mediante manguitos deslizantes que tengan una longitud mínima de 20 cm.

#### Tubos empotrados

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

- La instalación de tubos empotrados será admisible cuando su puesta en obra se efectúe después de terminados los trabajos de construcción y de enfoscado de paredes y techos, pudiendo el enlucido de los mismos aplicarse posteriormente.
- Las dimensiones de las rozas serán suficientes para que los tubos queden recubiertos por una capa de 1 cm de espesor, como mínimo, del revestimiento de las paredes o techos. En los ángulos el espesor puede reducirse a 0.5 cm.

- En los cambios de dirección, los tubos estarán convenientemente curvados, o bien provistos de codos o "tes" apropiados, pero en este último caso sólo se admitirán los provistos de tapas de registro.
- Las tapas de los registros y de las cajas de conexión quedarán accesibles y desmontables una vez finalizada la obra. Los registros y cajas quedarán enrasados con la superficie exterior del revestimiento de la pared o techo cuando no se instalen en el interior de un alojamiento cerrado y practicable. Igualmente, en el caso de utilizar tubos normales empotrados en paredes, es conveniente disponer los recorridos horizontales a 50 cm, como máximo, del suelo o techo, y los verticales a una distancia de los ángulos o esquinas no superior a 20 cm.

#### Tubos en montaje al aire

Solamente está permitido su uso para la alimentación de máquinas o elementos de movilidad restringida desde canalizaciones prefabricadas y cajas de derivación fijadas al techo. Se tendrán en cuenta las siguientes prescripciones:

- La longitud total de la conducción en el aire no será superior a 4 metros y no empezará a una altura inferior a 2 metros.
- Se prestará especial atención para que se conserven en todo el sistema, especialmente en las conexiones, las características mínimas para canalizaciones de tubos al aire, establecidas en la tabla 6 de la instrucción ITC BT 21.

#### 3.2.2 CAJAS DE EMPALME Y DERIVACIÓN

Las conexiones entre conductores se realizarán en el interior de cajas apropiadas de material aislante o, si son metálicas, protegidas contra la corrosión.

Sus dimensiones serán tales que permitan alojar holgadamente todos los conductores que deban contener, y su profundidad equivaldrá, cuanto menos, al diámetro del tubo mayor más un 50 % del mismo, con un mínimo de 40 mm para su profundidad y 80 mm para el diámetro o lado interior.

Cuando se quieran hacer estancas las entradas de los tubos en las cajas de conexión, deberán emplearse prensaestopas adecuados.

En ningún caso se permitirá la unión de conductores por simple retorcimiento o arrollamiento entre sí de los mismos, sino que deberá realizarse siempre utilizando bornes de conexión montados individualmente o constituyendo bloques o regletas de conexión. Puede permitirse, asimismo, la utilización de bridas de conexión. Las uniones deberán realizarse siempre en el interior de cajas de empalme o de derivación.

Si se trata de cables deberá cuidarse al hacer las conexiones que la corriente se reparta por todos los alambres componentes, y si el sistema adoptado es de tornillo de apriete entre una arandela metálica bajo su cabeza y una superficie metálica, los conductores de sección superior a 6 mm<sup>2</sup> deberán conectarse por medio de terminales adecuados, comprobando siempre que las conexiones, de cualquier sistema que sean, no queden sometidas a esfuerzos mecánicos.

Para que no pueda ser destruido el aislamiento de los conductores por su roce con los bordes libres de los tubos, los extremos de éstos, cuando sean metálicos y penetren en una caja de conexión o aparato, estarán provistos de boquillas con bordes redondeados o dispositivos equivalentes, o bien convenientemente mecanizados, y si se trata de tubos metálicos con aislamiento interior, este último sobresaldrá unos milímetros de su cubierta metálica.

### 3.2.3 APARATOS DE MANDO Y MANIOBRA

Los aparatos de mando y maniobra (interruptores y conmutadores) serán de tipo cerrado y material aislante, cortarán la corriente máxima del circuito en que están colocados sin dar lugar a la formación de arcos permanentes, y no podrán tomar una posición intermedia.

Las piezas de contacto tendrán unas dimensiones tales que la temperatura no pueda exceder de 65°C en ninguna de ellas.

Deben poder realizarse del orden de 10.000 maniobras de apertura y cierre a la intensidad y tensión nominales, que estarán marcadas en lugar visible.

### 3.2.4 APARATOS DE PROTECCIÓN

#### Protección contra sobrecargas

Los conductores activos deben estar protegidos por uno o varios dispositivos de corte automático contra las sobrecargas y contra los cortocircuitos.

#### Aplicación

Excepto los conductores de protección, todos los conductores que forman parte de un circuito, incluido el conductor neutro, estarán protegidos contra las sobrecargas (sobrecargas y cortocircuitos).

#### Protección contra sobrecargas

Los dispositivos de protección deben estar previstos para interrumpir toda corriente de sobrecarga en los conductores del circuito antes de que pueda provocar un calentamiento perjudicial al aislamiento, a las conexiones, a las extremidades o al medio ambiente en las canalizaciones.

El límite de intensidad de corriente admisible en un conductor ha de quedar en todo caso garantizado por el dispositivo de protección utilizado.

Como dispositivos de protección contra sobrecargas serán utilizados los fusibles calibrados de características de funcionamiento adecuadas o los interruptores automáticos con curva térmica de corte.

#### Protección contra cortocircuitos

Deben preverse dispositivos de protección para interrumpir toda corriente de cortocircuito antes de que esta pueda resultar peligrosa debido a los efectos térmicos y mecánicos producidos en los conductores y en las conexiones.

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

Se admiten como dispositivos de protección contra cortocircuitos los fusibles de características de funcionamiento adecuadas y los interruptores automáticos con sistema de corte electromagnético.

#### Situación y composición

En general, los dispositivos destinados a la protección de los circuitos se instalarán en el origen de éstos, así como en los puntos en que la intensidad admisible disminuya por cambios debidos a sección, condiciones de instalación, sistema de ejecución, o tipo de conductores utilizados.

#### Pequeños interruptores automáticos (PIA)

Los interruptores automáticos para instalaciones domésticas y análogas para la protección contra sobreintensidades se ajustarán a la norma IEC 60898-1. Esta norma se aplica a los interruptores automáticos con corte al aire, de tensión asignada hasta 440 V (entre fases), intensidad asignada hasta 125 A y poder de corte nominal no superior a 25000 A.

Los valores normalizados de las tensiones asignadas son:

- 230 V Para los interruptores automáticos unipolares y bipolares.
- 230/400 V Para los interruptores automáticos unipolares.
- 400 V Para los interruptores automáticos bipolares, tripolares y tetrapolares.

Los valores 240 V, 240/415 V y 415 V respectivamente, son también valores normalizados.

Los valores preferenciales de las intensidades asignadas son: 6, 10, 13, 16, 20, 25, 32, 40, 50, 63, 80, 100 y 125 A.

El poder de corte asignado será: 1500, 3000, 4500, 6000, 10000 y por encima 15000, 20000 y 25000 A.

La característica de disparo instantáneo de los interruptores automáticos vendrá determinada por su curva: B, C o D.

Cada interruptor debe llevar visible, de forma indeleble, las siguientes indicaciones:

- La corriente asignada sin el símbolo A precedido del símbolo de la característica de disparo instantáneo (B, C o D) por ejemplo B16.
- Poder de corte asignado en amperios, dentro de un rectángulo, sin indicación del símbolo de las unidades.
- Clase de limitación de energía, si es aplicable.

Los bornes destinados exclusivamente al neutro, deben estar marcados con la letra "N".

#### Interruptores automáticos de baja tensión

Los interruptores automáticos de baja tensión se ajustarán a la norma UNE-EN 60-947-2.

Esta norma se aplica a los interruptores automáticos cuyos contactos principales están destinados a ser conectados a circuitos cuya tensión asignada no sobrepasa 1000 V en corriente alterna o 1500 V en corriente continua. Se aplica cualesquiera que sean las intensidades asignadas, los métodos de fabricación y el empleo previsto de los interruptores automáticos.

Cada interruptor automático debe estar marcado de forma indeleble en lugar visible con las siguientes indicaciones:

- Intensidad asignada ( $I_n$ ).
- Capacidad para el seccionamiento, si ha lugar.
- Indicaciones de las posiciones de apertura y de cierre respectivamente por O y | si se emplean símbolos.

También llevarán marcado aunque no sea visible en su posición de montaje, el símbolo de la naturaleza de corriente en que hayan de emplearse, y el símbolo que indique las características de desconexión, o en su defecto, irán acompañados de las curvas de desconexión.

### Fusibles

Los fusibles de baja tensión se ajustarán a la norma UNE-EN 60-269-1.

Esta norma se aplica a los fusibles con cartuchos fusibles limitadores de corriente, de fusión encerrada y que tengan un poder de corte igual o superior a 6 kA. Destinados a asegurar la protección de circuitos, de corriente alterna y frecuencia industrial, en los que la tensión asignada no sobrepase 1000 V, o los circuitos de corriente continua cuya tensión asignada no sobrepase los 1500 V.

Los valores de intensidad para los fusibles expresados en amperios deben ser: 2, 4, 6, 8, 10, 12, 16, 20, 25, 32, 40, 50, 63, 80, 100, 125, 160, 200, 250, 315, 400, 500, 630, 800, 1000, 1250.

Deberán llevar marcada la intensidad y tensión nominales de trabajo para las que han sido construidos.

### Interruptores con protección incorporada por intensidad diferencial residual

Los interruptores automáticos de baja tensión con dispositivos reaccionantes bajo el efecto de intensidades residuales se ajustarán al anexo B de la norma UNE-EN 60-947-2.

Esta norma se aplica a los interruptores automáticos cuyos contactos principales están destinados a ser conectados a circuitos cuya tensión asignada no sobrepasa 1000 V en corriente alterna o 1500 V en corriente continua. Se aplica cualesquiera que sean las intensidades asignadas.

Los valores preferentes de intensidad diferencial residual de funcionamiento asignada son: 0.006A, 0.01A, 0.03A, 0.1A, 0.3A, 0.5A, 1A, 3A, 10A, 30A.

### Características principales de los dispositivos de protección

Los dispositivos de protección cumplirán las condiciones generales siguientes:

- Deberán poder soportar la influencia de los agentes exteriores a que estén sometidos, presentando el grado de protección que les corresponda de acuerdo con sus condiciones de instalación.

- Los fusibles irán colocados sobre material aislante incombustible y estarán contruidos de forma que no puedan proyectar metal al fundirse. Permitirán su recambio de la instalación bajo tensión sin peligro alguno.
- Los interruptores automáticos serán los apropiados a los circuitos a proteger, respondiendo en su funcionamiento a las curvas intensidad/tiempo adecuadas. Deberán cortar la corriente máxima del circuito en que estén colocadas, sin dar lugar a la formación de arco permanente, abriendo o cerrando los circuitos, sin posibilidad de tomar una posición intermedia entre las correspondientes a las de apertura y cierre. Cuando se utilicen para la protección contra cortocircuitos, su capacidad de corte estará de acuerdo con la intensidad de cortocircuito que pueda presentarse en el punto de su instalación, salvo que vayan asociados con fusibles adecuados que cumplan este requisito, y que sean de características coordinadas con las del interruptor automático.
- Los interruptores diferenciales deberán resistir las corrientes de cortocircuito que puedan presentarse en el punto de su instalación, y de lo contrario deberán estar protegidos por fusibles de características adecuadas.

#### Protección contra sobretensiones de origen atmosférico

Según lo indicado en la Instrucción ITC BT 23 en su apartado 3.2:

Cuando una instalación se alimenta por, o incluye, una línea aérea con conductores desnudos o aislados, se considera necesaria una protección contra sobretensiones de origen atmosférico en el origen de la instalación.

El nivel de sobretensiones puede controlarse mediante dispositivos de protección contra las sobretensiones colocados en las líneas aéreas (siempre que estén suficientemente próximos al origen de la instalación) o en la instalación eléctrica del edificio.

Los dispositivos de protección contra sobretensiones de origen atmosférico deben seleccionarse de forma que su nivel de protección sea inferior a la tensión

soportada a impulso de la categoría de los equipos y materiales que se prevé que se vayan a instalar.

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

#### Protección contra contactos directos e indirectos

Los medios de protección contra contactos directos e indirectos en instalación se ejecutarán siguiendo las indicaciones detalladas en la Instrucción ITC BT 24, y en la Norma UNE 20.460 -4-41.

La protección contra contactos directos consiste en tomar las medidas destinadas a proteger las personas contra los peligros que pueden derivarse de un contacto con las partes activas de los materiales eléctricos. Los medios a utilizar son los siguientes:

- Protección por aislamiento de las partes activas.
- Protección por medio de barreras o envolventes.
- Protección por medio de obstáculos.
- Protección por puesta fuera de alcance por alejamiento.
- Protección complementaria por dispositivos de corriente diferencial residual.

Se utilizará el método de protección contra contactos indirectos por corte de la alimentación en caso de fallo, mediante el uso de interruptores diferenciales.

La corriente a tierra producida por un solo defecto franco debe hacer actuar el dispositivo de corte en un tiempo no superior a 5 s.

Una masa cualquiera no puede permanecer en relación a una toma de tierra eléctricamente distinta, a un potencial superior, en valor eficaz, a:

- 24 V en los locales o emplazamientos húmedos o mojados.
- 50 V en los demás casos.

Todas las masas de una misma instalación deben estar unidas a la misma toma de tierra.

Como dispositivos de corte por intensidad de defecto se emplearán los interruptores diferenciales.

Debe cumplirse la siguiente condición:

$$R \leq V_c / I_s$$

Donde:

- R: Resistencia de puesta a tierra (Ohm).
- Vc: Tensión de contacto máxima (24 V en locales húmedos y 50 V en los demás casos).
- Is: Sensibilidad del interruptor diferencial (valor mínimo de la corriente de defecto, en A, a partir del cual el interruptor diferencial debe abrir automáticamente, en un tiempo conveniente, la instalación a proteger).

### 3.2.5 INSTALACIONES EN CUARTOS DE BAÑO O ASEO

La instalación se ejecutará según lo especificado en la Instrucción ITC BT 27.

Para las instalaciones en cuartos de baño o aseo se tendrán en cuenta los siguientes volúmenes y prescripciones:

- VOLUMEN 0: Comprende el interior de la bañera o ducha. En un lugar que contenga una ducha sin plato, el volumen 0 está delimitado por el suelo y por un plano horizontal a 0.05 m por encima el suelo.
- VOLUMEN 1: Está limitado por el plano horizontal superior al volumen 0, es decir, por encima de la bañera, y el plano horizontal situado a 2,25 metros por encima del suelo. El plano vertical que limita al volumen 1 es el plano vertical alrededor de la bañera o ducha.

- VOLUMEN 2: Está limitado por el plano vertical tangente a los bordes exteriores de la bañera y el plano vertical paralelo situado a una distancia de 0,6 m; y entre el suelo y plano horizontal situado a 2,25 m por encima del suelo.
- VOLUMEN 3: Esta limitado por el plano vertical límite exterior del volumen 2 y el plano vertical paralelo situado a una distancia de éste de 2,4 metros. El volumen 3 está comprendido entre el suelo y una altura de 2,25 m.

Para el volumen 0 el grado de protección necesario será el IPX7, y no está permitida la instalación de mecanismos.

En el volumen 1, el grado de protección habitual será IPX4, se utilizará el grado IPX2 por encima del nivel más alto de un difusor fijo, y el IPX5 en los equipos de bañeras de hidromasaje y en baños comunes en los que se puedan producir chorros de agua durante su limpieza. Podrán ser instalados aparatos fijos como calentadores de agua, bombas de ducha y equipo eléctrico para bañeras de hidromasaje que cumplan con su norma aplicable, si su alimentación está protegida adicionalmente con un dispositivo de corriente diferencial de valor no superior a 30 mA.

En el volumen 2, el grado de protección habitual será IPX4, se utilizará el grado IPX2 por encima del nivel más alto de un difusor fijo, y el IPX5 en los baños comunes en los que se puedan producir chorros durante su limpieza. Se permite la instalación de bloques de alimentación de afeitadoras que cumplan con la UNE EN 60.742 o UNE EN 61558-2-5. Se podrán instalar también todos los aparatos permitidos en el volumen 1, luminarias, ventiladores, calefactores, y unidades móviles de hidromasaje que cumplan con su normativa aplicable, y que además estén protegidos con un diferencial de valor no superior a 30 mA.

En el volumen 3 el grado de protección necesario será el IPX5, en los baños comunes cuando se puedan producir chorros de agua durante su limpieza. Se podrán instalar bases y aparatos protegidos por dispositivo de corriente diferencial de valor no superior a 30 mA.

### 3.2.6 RED EQUIPOTENCIAL

Se realizará una conexión equipotencial entre las canalizaciones metálicas existentes (agua fría, caliente, desagüe, calefacción, gas, etc.) y las masas de los aparatos sanitarios metálicos y todos los demás elementos conductores accesibles, tales como marcos metálicos de puertas, radiadores, etc. El conductor que asegure esta protección deberá estar preferentemente soldado a las canalizaciones o a los otros elementos conductores, o si no, fijado solidariamente a los mismos por collares u otro tipo de sujeción apropiado a base de metales no férreos, estableciendo los contactos sobre partes metálicas sin pintura. Los conductores de protección de puesta a tierra, cuando existan, y de conexión equipotencial deben estar conectados entre sí. La sección mínima de este último estará de acuerdo con lo dispuesto en la Instrucción MI-BT 017 para los conductores de protección.

### 3.2.7 INSTALACIÓN DE PUESTA A TIERRA

Estará compuesta de toma de tierra, conductores de tierra, borne principal de tierra y conductores de protección. Se llevarán a cabo según lo especificado en la Instrucción ITC-BT-18.

#### Naturaleza y secciones mínimas

Los materiales que aseguren la puesta a tierra serán tales que:

El valor de la resistencia de puesta a tierra esté conforme con las normas de protección y de funcionamiento de la instalación, teniendo en cuenta los requisitos generales indicados en la ITC-BT-24 y los requisitos particulares de las Instrucciones Técnicas aplicables a cada instalación.

Las corrientes de defecto a tierra y las corrientes de fuga puedan circular sin peligro, particularmente desde el punto de vista de sollicitaciones térmicas, mecánicas y eléctricas.

En todos los casos los conductores de protección que no formen parte de la canalización de alimentación serán de cobre con una sección al menos de: 2,5 mm<sup>2</sup> si disponen de protección mecánica y de 4 mm<sup>2</sup> si no disponen de ella.

Las secciones de los conductores de protección, y de los conductores de tierra están definidas en la Instrucción ITC-BT-18.

#### Tendido de los conductores

Los conductores de tierra enterrados tendidos en el suelo se considera que forman parte del electrodo.

El recorrido de los conductores de la línea principal de tierra, sus derivaciones y los conductores de protección, será lo más corto posible y sin cambios bruscos de dirección. No estarán sometidos a esfuerzos mecánicos y estarán protegidos contra la corrosión y el desgaste mecánico.

#### Conexiones de los conductores de los circuitos de tierra con las partes metálicas y masas y con los electrodos

Los conductores de los circuitos de tierra tendrán un buen contacto eléctrico tanto con las partes metálicas y masas que se desea poner a tierra como con el electrodo. A estos efectos, las conexiones deberán efectuarse por medio de piezas de empalme adecuadas, asegurando las superficies de contacto de forma que la conexión sea efectiva por medio de tornillos, elementos de compresión, remaches o soldadura de alto punto de fusión. Se prohíbe el empleo de soldaduras de bajo punto de fusión tales como estaño, plata, etc.

Los circuitos de puesta a tierra formarán una línea eléctricamente continua en la que no podrán incluirse en serie ni masas ni elementos metálicos cualesquiera que sean éstos. La conexión de las masas y los elementos metálicos al circuito de puesta a tierra se efectuará siempre por derivaciones desde éste. Los contactos deben disponerse limpios, sin humedad y en forma tal que no sea fácil que la acción del tiempo destruya por efectos electroquímicos las conexiones efectuadas.

Deberá preverse la instalación de un borne principal de tierra, al que irán unidos los conductores de tierra, de protección, de unión equipotencial principal y en caso de que fuesen necesarios, también los de puesta a tierra funcional.

### Prohibición de interrumpir los circuitos de tierra

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

### 3.2.8 ALUMBRADO

#### Alumbrados especiales

Los puntos de luz del alumbrado especial deberán repartirse entre, al menos, dos líneas diferentes, con un número máximo de 12 puntos de luz por línea, estando protegidos dichos circuitos por interruptores automáticos de 10 A de intensidad nominal como máximo.

Las canalizaciones que alimenten los alumbrados especiales se dispondrán a 5 cm como mínimo de otras canalizaciones eléctricas cuando se instalen sobre paredes o empotradas en ellas, y cuando se instalen en huecos de la construcción estarán separadas de ésta por tabiques incombustibles no metálicos.

Deberán ser provistos de alumbrados especiales los siguientes locales:

- Con alumbrado de emergencia: Los locales de reunión que puedan albergar a 100 personas o más, los locales de espectáculos y los establecimientos sanitarios, los establecimientos cerrados y cubiertos para más de 5 vehículos, incluidos los pasillos y escaleras que conduzcan al exterior o hasta las zonas generales del edificio.
- Con alumbrado de señalización: Los estacionamientos subterráneos de vehículos, teatros y cines en sala oscura, grandes establecimientos comerciales, casinos, hoteles, establecimientos sanitarios y cualquier otro local donde puedan producirse aglomeraciones de público en horas o lugares en que la iluminación natural de luz solar no sea suficiente para proporcionar en el eje de los pasos principales una iluminación mínima de 1 lux.

- Con alumbrado de reemplazamiento: En quirófanos, salas de cura y unidades de vigilancia intensiva de establecimientos sanitarios.

### Alumbrado general

Las redes de alimentación para puntos de luz con lámparas o tubos de descarga deberán estar previstas para transportar una carga en voltamperios al menos igual a 1.8 veces la potencia en vatios de las lámparas o tubos de descarga que alimenta. El conductor neutro tendrá la misma sección que los de fase.

Si se alimentan con una misma instalación lámparas de descarga y de incandescencia, la potencia a considerar en voltamperios será la de las lámparas de incandescencia más 1.8 veces la de las lámparas de descarga.

Deberá corregirse el factor de potencia de cada punto de luz hasta un valor mayor o igual a 0.90, y la caída máxima de tensión entre el origen de la instalación y cualquier otro punto de la instalación de alumbrado, será menor o igual que 3%.

Los receptores consistentes en lámparas de descarga serán accionados por interruptores previstos para cargas inductivas, o en su defecto, tendrán una capacidad de corte no inferior al doble de la intensidad del receptor. Si el interruptor acciona a la vez lámparas de incandescencia, su capacidad de corte será, como mínimo, la correspondiente a la intensidad de éstas más el doble de la intensidad de las lámparas de descarga.

En instalaciones para alumbrado de locales donde se reúna público, el número de líneas deberá ser tal que el corte de corriente en una cualquiera de ellas no afecte a más de la tercera parte del total de lámparas instaladas en dicho local.

## 3.3 PRUEBAS REGLAMENTARIAS

### 3.3.1 COMPROBACIÓN DE LA PUESTA A TIERRA

La instalación de toma de tierra será comprobada por los servicios oficiales en el momento de dar de alta la instalación. Se dispondrá de al menos un punto de puesta a tierra accesible para poder realizar la medición de la puesta a tierra.

### 3.3.2 RESISTENCIA DE AISLAMIENTO

Las instalaciones eléctricas deberán presentar una resistencia de aislamiento, expresada en ohmios, por lo menos igual a  $1000 \times U$ , siendo U la tensión máxima de servicio expresada en voltios, con un mínimo de 250.000 ohmios.

El aislamiento de la instalación eléctrica se medirá con relación a tierra y entre conductores, mediante la aplicación de una tensión continua suministrada por un generador que proporcione en vacío una tensión comprendida entre 500 y 1000 V y, como mínimo, 250 V con una carga externa de 100.000 ohmios.

### 3.4 CONDICIONES DE USO, MANTENIMIENTO Y SEGURIDAD

La propiedad recibirá a la entrega de la instalación, planos definitivos del montaje de la instalación, valores de la resistencia a tierra obtenidos en las mediciones, y referencia del domicilio social de la empresa instaladora.

No se podrá modificar la instalación sin la intervención de un Instalador Autorizado o Técnico Competente, según corresponda.

Cada cinco años se comprobarán los dispositivos de protección contra cortocircuitos, contactos directos e indirectos, así como sus intensidades nominales en relación con la sección de los conductores que protegen.

Las instalaciones del garaje serán revisadas anualmente por instaladores autorizados libremente elegidos por los propietarios o usuarios de la instalación. El instalador extenderá un boletín de reconocimiento de la indicada revisión, que será entregado al propietario de la instalación, así como a la delegación correspondiente del Ministerio de Industria y Energía.

Personal técnicamente competente comprobará la instalación de toma de tierra en la época en que el terreno esté más seco, reparando inmediatamente los defectos que pudieran encontrarse.

### 3.5 CERTIFICADOS Y DOCUMENTACIÓN

Al finalizar la ejecución, se entregará en la Delegación del Ministerio de Industria correspondiente el Certificado de Fin de Obra firmado por un técnico competente y visado por el Colegio profesional correspondiente, acompañado del boletín o boletines de instalación firmados por un Instalador Autorizado.

### 3.6 LIBRO DE ÓRDENES

La dirección de la ejecución de los trabajos de instalación será llevada a cabo por un técnico competente, que deberá cumplimentar el Libro de Órdenes y Asistencia, en el que reseñará las incidencias, órdenes y asistencias que se produzcan en el desarrollo de la obra.

## ANEJO I: ILUMINACIÓN

A continuación se muestran los resultados obtenidos en la iluminación de las diferentes zonas de la nave industrial.

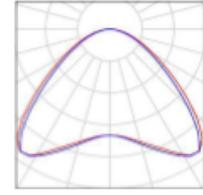
Como explica el punto 2.4 los cálculos de iluminación han sido calculados mediante la herramienta de cálculo DIALux, por lo que los resultados mostrados a continuación serán una imagen de la solución, un resumen con la disposición de las luminarias así como los valores necesarios de cálculo que se han comprobado, la escena de iluminación de emergencia, así como también las luminarias escogidas y la cantidad de estas en la zona.

i. Oficina



Para obtener los resultados finales de la zona de trabajo de la oficina, se han empleado 11 luminarias PHILIPS RC660 así como también 3 lámparas Zumtobel para alumbrado de emergencia, se adjuntan en la Imagen A.1

11 Pieza PHILIPS RC660B W60L60 1xLED36S/840 MO-PC  
 N° de artículo:  
 Flujo luminoso (Luminaria): 3600 lm  
 Flujo luminoso (Lámparas): 3600 lm  
 Potencia de las luminarias: 34.0 W  
 Clasificación luminarias según CIE: 100  
 Código CIE Flux: 53 86 98 100 100  
 Lámpara: 1 x LED36S/840/- (Factor de corrección 1.000).



3 Pieza Zumtobel 42182562 RESCLITE C ANTIPANIC HP ED NDA WH [STD]  
 N° de artículo: 42182562  
 Flujo luminoso (Luminaria): 0 lm  
 Flujo luminoso (Lámparas): 0 lm  
 Potencia de las luminarias: 0.0 W  
 Alumbrado de emergencia: 464 lm, 7.1 W  
 Clasificación luminarias según CIE: 100  
 Código CIE Flux: 19 47 84 100 100  
 Lámpara: 1 x LED-Z42182562 7C1W (Factor de corrección 1.000).

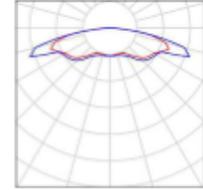
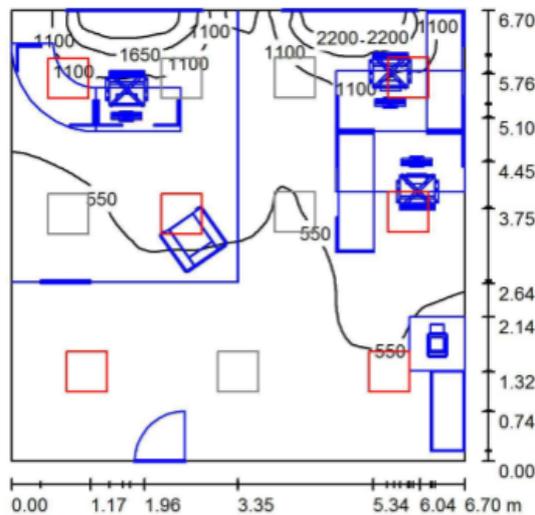


Imagen A. 1

Los valores obtenidos para los cálculos del alumbrado normal se muestran a continuación:

**Resumen**



**Lista de piezas - Luminarias**

N°	Pieza	Designación (Factor de corrección)
1	6	PHILIPS RC660B W60L60 1xLED36S/840 MO-PC (1.000)

Superficie	$\rho$ [%]	$E_m$ [lx]	$E_{min}$ [lx]	$E_{max}$ [lx]	$E_{min} / E_m$
Plano útil	/	686	98	2762	0.143
Suelo	59	458	46	1097	0.100
Techo	70	283	165	476	0.583
Paredes (4)	78	350	13	870	/

**superficie de trabajo 2**

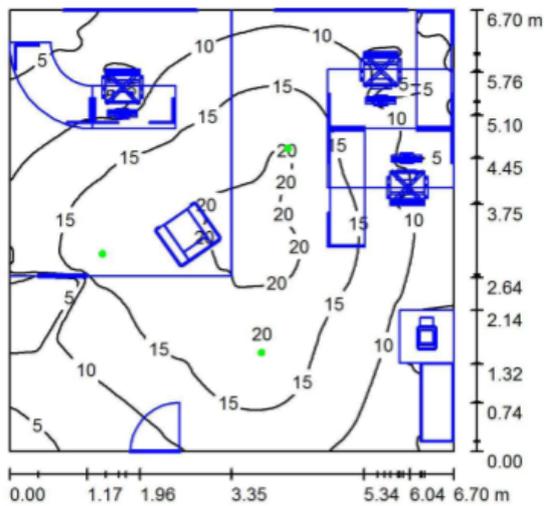
Nº	Designación	Trama	$E_m$ [lx]	$E_{min}$ [lx]	$E_{max}$ [lx]	$E_{min} / E_m$	$E_{min} / E_{max}$
	Área de tarea 1	4 x 2	916	882	954	0.963	0.924
	Área circundante	128 x 128	621	272	1874	0.438	0.145

**Observador UGR**

Nº	Designación	Posición [m]			Dirección visual [°]	Valor
		X	Y	Z		
1	Punto de cálculo UGR 1	1.707	5.800	1.200	-90.0	13
2	Punto de cálculo UGR 2	5.600	6.000	1.200	-90.0	13
3	Punto de cálculo UGR 3	6.000	3.783	1.200	90.0	13

Por último, los resultados para el alumbrado de emergencia son los siguientes:

**Resumen**



**Lista de piezas - Luminarias**

Nº	Pieza	Designación (Factor de corrección)
1	3	Zumtobel 42182562 RESCLITE C ANTIPANIC HP ED NDA WH [STD] (1.000)

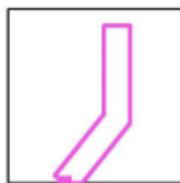
Superficie	$\rho$ [%]	$E_m$ [lx]	$E_{min}$ [lx]	$E_{max}$ [lx]	$E_{min} / E_m$
Plano útil	/	12	0.00	22	0.000
Suelo	59	6.49	0.00	13	0.000
Techo	70	0.01	0.00	1.35	0.010
Paredes (4)	78	8.45	0.00	46	/

### Via de evacuación 1

Situación de la superficie en el local:

Punto marcado:

(2.190 m, 0.000 m, 0.000 m)



$E_m$  [lx]  
10

$E_{min}$  [lx]  
6.56

$E_{max}$  [lx]  
13

$E_{min} / E_m$   
0.628

$E_{min} / E_{max}$   
0.511

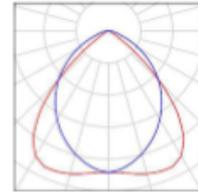
Línea media:  $E_{min}$ : 6.62 lx,  $E_{min} / E_{max}$ : 0.53 (1 : 1.87).

### ii. Recepción



Para obtener los resultados finales de la zona de trabajo de la oficina, se han empleado 4 luminarias PHILIPS TBS460 así como también 3 lámparas Zumtobel para alumbrado de emergencia, se adjuntan en la Imagen A.2.

4 Pieza PHILIPS TBS460 SQR 4xTL5-24W HFP M2  
 N° de artículo:  
 Flujo luminoso (Luminaria): 5180 lm  
 Flujo luminoso (Lámparas): 7000 lm  
 Potencia de las luminarias: 105.0 W  
 Clasificación luminarias según CIE: 100  
 Código CIE Flux: 64 93 99 100 74  
 Lámpara: 4 x TL5-24W/840 (Factor de corrección 1.000).



3 Pieza Zumtobel 42182562 RESCLITE C ANTIPANIC  
 HP ED NDA WH [STD]  
 N° de artículo: 42182562  
 Flujo luminoso (Luminaria): 0 lm  
 Flujo luminoso (Lámparas): 0 lm  
 Potencia de las luminarias: 0.0 W  
 Alumbrado de emergencia: 464 lm, 7.1 W  
 Clasificación luminarias según CIE: 100  
 Código CIE Flux: 19 47 84 100 100  
 Lámpara: 1 x LED-Z42182562 7C1W (Factor de corrección 1.000).

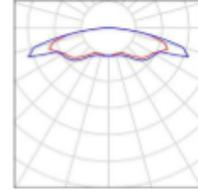
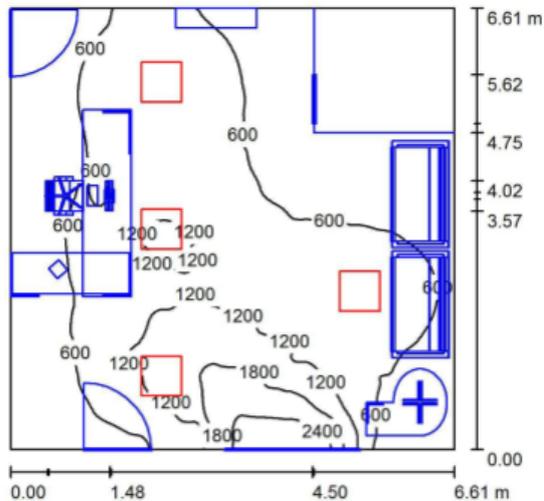


Imagen A. 2

Los valores obtenidos para los cálculos del alumbrado normal se muestran a continuación:

### Resumen



### Lista de piezas - Luminarias

N°	Pieza	Designación (Factor de corrección)
1	4	PHILIPS TBS460 SQR 4xTL5-24W HFP M2 (1.000)

Superficie	$\rho$ [%]	$E_m$ [lx]	$E_{min}$ [lx]	$E_{max}$ [lx]	$E_{min} / E_m$
Plano útil	/	802	192	2965	0.240
Suelo	59	533	10	1292	0.019
Techo	70	263	11	382	0.043
Paredes (4)	57	298	11	794	/

**superficie de trabajo**

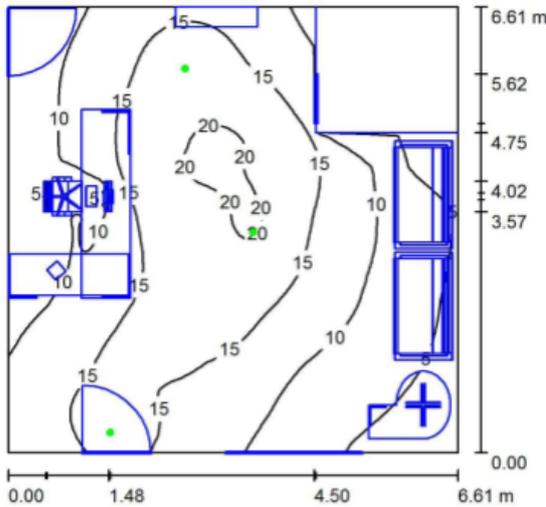
Nº	Designación	Trama	$E_m$ [lx]	$E_{min}$ [lx]	$E_{max}$ [lx]	$E_{min} / E_m$	$E_{min} / E_{max}$
	Área de tarea 1	4 x 4	627	460	709	0.734	0.649
	Área circundante	16 x 16	751	352	1117	0.469	0.315

**Observador UGR**

Nº	Designación	Posición [m]			Dirección visual [°]	Valor
		X	Y	Z		
1	Punto de cálculo UGR 1	0.700	3.800	1.200	0.0	15

Por último, los resultados para el alumbrado de emergencia son los siguientes:

**Resumen**



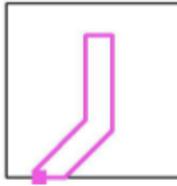
**Lista de piezas - Luminarias**

Nº	Pieza	Designación (Factor de corrección)
1	3	Zumtobel 42182562 RESCLITE C ANTIPANIC HP ED NDA WH [STD] (1.000)

Superficie	$\rho$ [%]	$E_m$ [lx]	$E_{min}$ [lx]	$E_{max}$ [lx]	$E_{min} / E_m$
Plano útil	/	12	1.66	21	0.135
Suelo	59	6.35	0.00	12	0.000
Techo	70	0.01	0.00	1.33	0.000
Paredes (4)	57	9.67	0.00	995	/

### Via de evacuación

Situación de la superficie en el local:  
Punto marcado:  
(1.261 m, 0.000 m, 0.000 m)



$E_m$  [lx]  
10

$E_{min}$  [lx]  
8.58

$E_{max}$  [lx]  
12

$E_{min} / E_m$   
0.838

$E_{min} / E_{max}$   
0.719

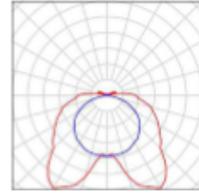
Línea media:  $E_{min}$ : 8.89 lx,  $E_{min} / E_{max}$ : 0.75 (1 : 1.34).

### iii. Taller



Para obtener los resultados finales de la zona de trabajo de la oficina, se han empleado 27 luminarias PHILIPS BY121P así como también 10 lámparas BEGHELLI para alumbrado de emergencia, se adjuntan en la Imagen A.3.

10 Pieza BEGHELLI 12102FM Logica  
 N° de artículo: 12102FM  
 Flujo luminoso (Luminaria): 0 lm  
 Flujo luminoso (Lámparas): 0 lm  
 Potencia de las luminarias: 0.0 W  
 Alumbrado de emergencia: 434 lm, 3.0 W  
 Clasificación luminarias según CIE: 94  
 Código CIE Flux: 40 71 90 94 113  
 Lámpara: 1 x T16 8W/640 (Factor de corrección 1.000).



27 Pieza PHILIPS BY121P G2 1xLED205S/840 WB  
 N° de artículo:  
 Flujo luminoso (Luminaria): 20500 lm  
 Flujo luminoso (Lámparas): 20500 lm  
 Potencia de las luminarias: 198.0 W  
 Clasificación luminarias según CIE: 100  
 Código CIE Flux: 63 95 100 100 100  
 Lámpara: 1 x LED205S/840/- (Factor de corrección 1.000).

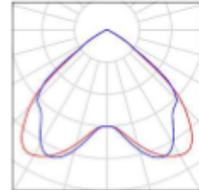
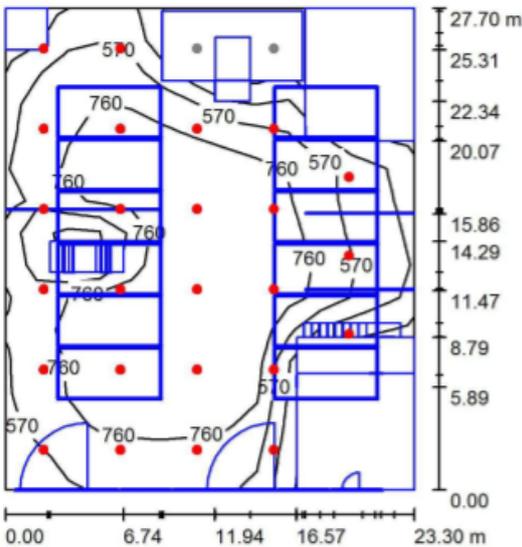


Imagen A. 3

Los valores obtenidos para los cálculos del alumbrado normal se muestran a continuación:

### Resumen



### Lista de piezas - Luminarias

N°	Pieza	Designación (Factor de corrección)
1	25	PHILIPS BY121P G2 1xLED205S/840 WB (1.000)

Superficie	$\rho$ [%]	$E_m$ [lx]	$E_{min}$ [lx]	$E_{max}$ [lx]	$E_{min} / E_m$
Plano útil	/	701	21	953	0.030
Suelo	49	504	2.79	927	0.006
Techo	68	191	171	210	0.899
Paredes (4)	50	213	13	621	/

### superficie de trabajo

#### Puesto de trabajo 1 y 2

Nº	Designación	Trama	$E_m$ [lx]	$E_{min}$ [lx]	$E_{max}$ [lx]	$E_{min} / E_m$	$E_{min} / E_{max}$
	Área de tarea 1	32 x 32	603	239	849	0.397	0.282
	Área circundante	64 x 64	591	248	879	0.419	0.282

#### Puesto de trabajo 3

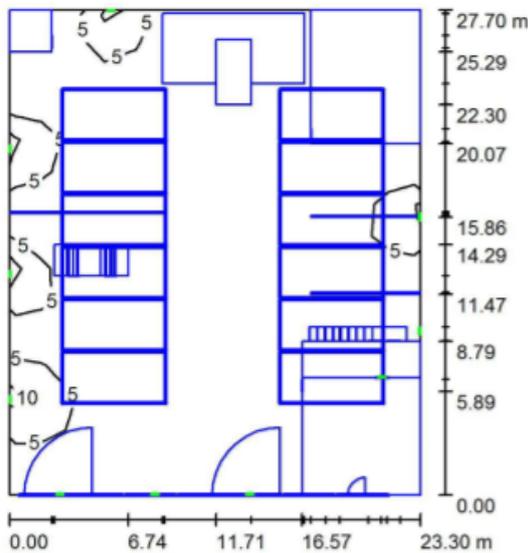
Nº	Designación	Trama	$E_m$ [lx]	$E_{min}$ [lx]	$E_{max}$ [lx]	$E_{min} / E_m$	$E_{min} / E_{max}$
	Área de tarea 1	32 x 32	804	492	934	0.612	0.526
	Área circundante	32 x 32	778	600	947	0.772	0.634

### Observador UGR

Nº	Designación	Posición [m]			Dirección visual [°]	Valor
		X	Y	Z		
1	Punto de cálculo UGR 7	7.700	10.352	1.700	-175.0	18
2	Punto de cálculo UGR 8	15.519	15.925	1.200	-15.0	18

Por último, los resultados para el alumbrado de emergencia son los siguientes:

### Resumen



#### Lista de piezas - Luminarias

Nº	Pieza	Designación (Factor de corrección)
1	10	BEGHELLI 12102FM Logica (1.000)

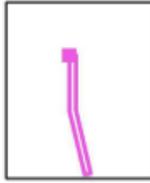
Superficie	$\rho$ [%]	$E_m$ [lx]	$E_{min}$ [lx]	$E_{max}$ [lx]	$E_{min} / E_m$
Plano útil	/	2.28	0.00	16	0.000
Suelo	49	1.52	0.00	7.61	0.000
Techo	68	1.82	1.22	3.42	0.671
Paredes (4)	50	0.88	0.00	52	/

### Via de evacuación

Situación de la superficie en el local:

Punto marcado:

(9.983 m, 19.302 m, 0.000 m)



$E_m$  [lx]  
1.42

$E_{min}$  [lx]  
0.75

$E_{max}$  [lx]  
2.23

$E_{min} / E_m$   
0.527

$E_{min} / E_{max}$   
0.335

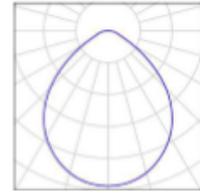
Línea media:  $E_{min}$ : 0.75 lx,  $E_{min} / E_{max}$ : 0.34 (1 : 2.93).

#### iv. Aseo 1



Para obtener los resultados finales de la zona de trabajo de la oficina, se han empleado 2 luminarias PHILIPS DN130B así como también 1 lámpara Zumtobel para alumbrado de emergencia, se adjuntan en la Imagen A.4.

2 Pieza PHILIPS DN130B D165 1xLED10S/840  
 N° de artículo:  
 Flujo luminoso (Luminaria): 1100 lm  
 Flujo luminoso (Lámparas): 1100 lm  
 Potencia de las luminarias: 11.0 W  
 Clasificación luminarias según CIE: 100  
 Código CIE Flux: 61 90 98 100 100  
 Lámpara: 1 x LED10S/840/- (Factor de corrección 1.000).



1 Pieza Zumtobel 42182562 RESCLITE C ANTIPANIC  
 HP ED NDA WH [STD]  
 N° de artículo: 42182562  
 Flujo luminoso (Luminaria): 0 lm  
 Flujo luminoso (Lámparas): 0 lm  
 Potencia de las luminarias: 0.0 W  
 Alumbrado de emergencia: 464 lm, 7.1 W  
 Clasificación luminarias según CIE: 100  
 Código CIE Flux: 19 47 84 100 100  
 Lámpara: 1 x LED-Z42182562 7C1W (Factor de corrección 1.000).

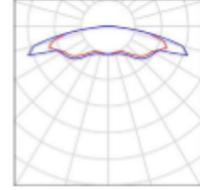
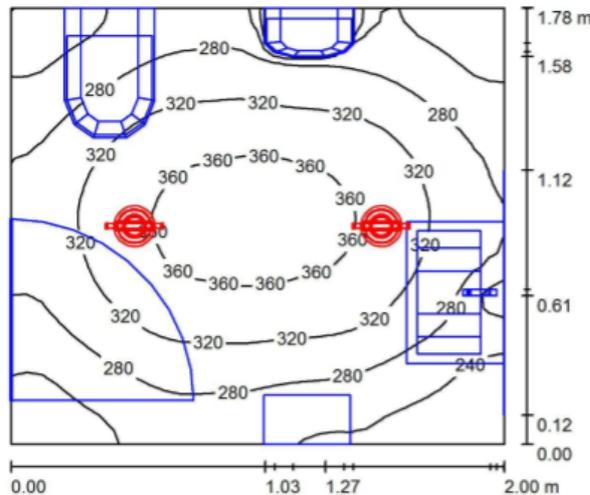


Imagen A. 4

Los valores obtenidos para los cálculos del alumbrado normal se muestran a continuación:

### Resumen



### Lista de piezas - Luminarias

N°	Pieza	Designación (Factor de corrección)
1	2	PHILIPS DN130B D165 1xLED10S/840 (1.000)

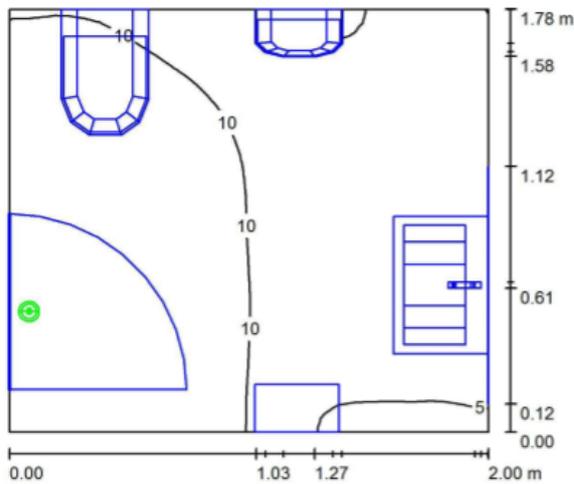
Superficie	$\rho$ [%]	$E_m$ [lx]	$E_{min}$ [lx]	$E_{max}$ [lx]	$E_{min} / E_m$
Plano útil	/	297	177	376	0.595
Suelo	39	180	49	221	0.274
Techo	70	90	67	104	0.746
Paredes (4)	61	144	14	412	/

### Observador UGR

N°	Designación	Posición [m]			Dirección visual [°]	Valor
		X	Y	Z		
1	Punto de cálculo UGR 2	1.300	1.316	1.700	-150.0	22

Por último, los resultados para el alumbrado de emergencia son los siguientes:

### Resumen



### Lista de piezas - Luminarias

N°	Pieza	Designación (Factor de corrección)
1	1	Zumtobel 42182562 RESCLITE C ANTIPANIC HP ED NDA WH [STD] (1.000)

Superficie	$\rho$ [%]	$E_m$ [lx]	$E_{min}$ [lx]	$E_{max}$ [lx]	$E_{min} / E_m$
Plano útil	/	9.67	0.00	14	0.000
Suelo	39	4.69	0.00	6.26	0.000
Techo	70	0.02	0.00	1.03	0.000
Paredes (4)	61	25	0.00	8612	/

### v. Aseo 2



Para obtener los resultados finales de la zona de trabajo de la oficina, se han empleado 2 luminarias PHILIPS DN130B así como también 1 lámpara Zumtobel para alumbrado de emergencia, se adjuntan en la Imagen A.5.

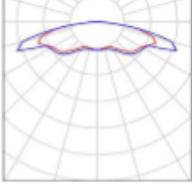
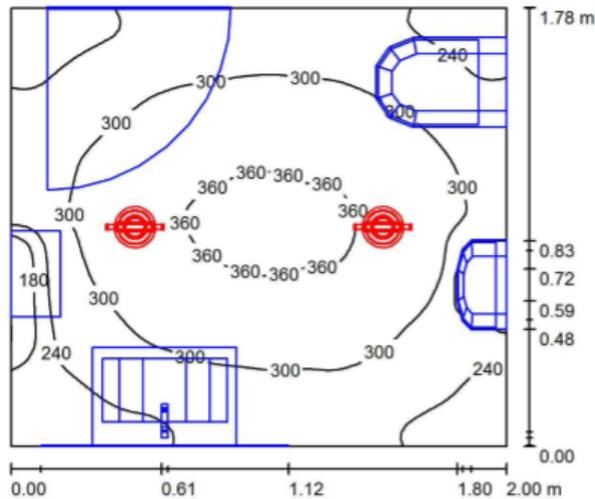
<p>2 Pieza PHILIPS DN130B D165 1xLED10S/840                  N° de artículo:                  Flujo luminoso (Luminaria): 1100 lm                  Flujo luminoso (Lámparas): 1100 lm                  Potencia de las luminarias: 11.0 W                  Clasificación luminarias según CIE: 100                  Código CIE Flux: 61 90 98 100 100                  Lámpara: 1 x LED10S/840/- (Factor de corrección 1.000).</p>		
<p>1 Pieza Zumtobel 42182562 RESCLITE C ANTIPANIC                  HP ED NDA WH [STD]                  N° de artículo: 42182562                  Flujo luminoso (Luminaria): 0 lm                  Flujo luminoso (Lámparas): 0 lm                  Potencia de las luminarias: 0.0 W                  Alumbrado de emergencia: 464 lm, 7.1 W                  Clasificación luminarias según CIE: 100                  Código CIE Flux: 19 47 84 100 100                  Lámpara: 1 x LED-Z42182562 7C1W (Factor de corrección 1.000).</p>		

Imagen A. 5

Los valores obtenidos para los cálculos del alumbrado normal se muestran a continuación:

**Resumen**



**Lista de piezas - Luminarias**

N°	Pieza	Designación (Factor de corrección)
1	2	PHILIPS DN130B D165 1xLED10S/840 (1.000)

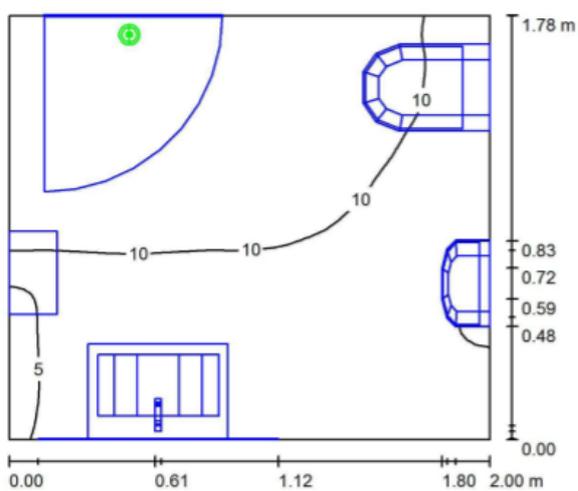
Superficie	$\rho$ [%]	$E_m$ [lx]	$E_{min}$ [lx]	$E_{max}$ [lx]	$E_{min} / E_m$
Plano útil	/	291	117	370	0.404
Suelo	39	178	47	215	0.263
Techo	70	92	66	108	0.713
Paredes (4)	61	145	16	410	/

## Observador UGR

N°	Designación	Posición [m]			Dirección visual [°]	Valor
		X	Y	Z		
1	Punto de cálculo UGR 1	1.500	0.200	1.200	120.0	22

Por último, los resultados para el alumbrado de emergencia son los siguientes:

## Resumen

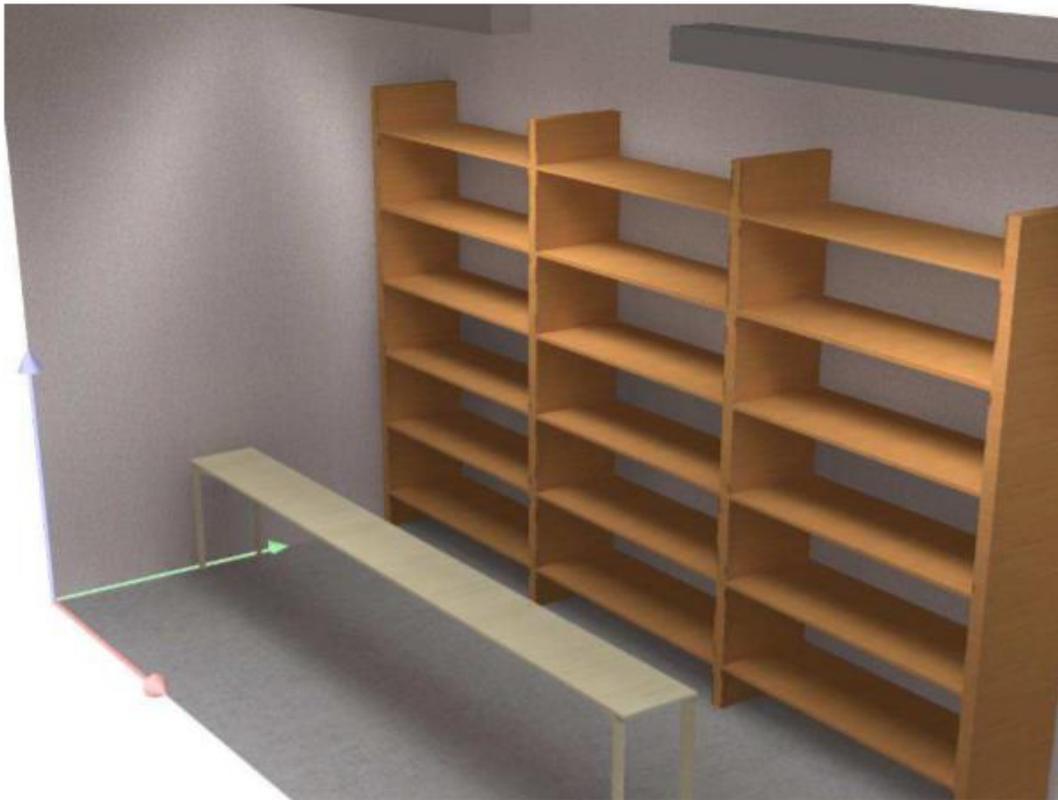


### Lista de piezas - Luminarias

N°	Pieza	Designación (Factor de corrección)
1	1	Zumtobel 42182562 RESCLITE C ANTIPANIC HP ED NDA WH [STD] (1.000)

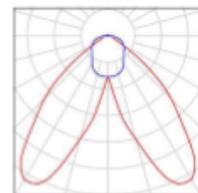
Superficie	$\rho$ [%]	$E_m$ [lx]	$E_{min}$ [lx]	$E_{max}$ [lx]	$E_{min} / E_m$
Plano útil	/	9.85	0.00	14	0.000
Suelo	39	4.78	0.00	6.27	0.000
Techo	70	0.02	0.00	1.28	0.000
Paredes (4)	61	21	0.00	7843	/

vi. Vestuario



Para obtener los resultados finales de la zona de trabajo de la oficina, se han empleado 2 luminarias 4MX800 así como también 2 lámparas Zumtobel para alumbrado de emergencia, se adjuntan en la Imagen A.6.

2 Pieza PHILIPS 4MX800 491 4xLED10-3000 P30  
 N° de artículo:  
 Flujo luminoso (Luminaria): 4500 lm  
 Flujo luminoso (Lámparas): 4500 lm  
 Potencia de las luminarias: 47.0 W  
 Clasificación luminarias según CIE: 99  
 Código CIE Flux: 59 91 98 99 100  
 Lámpara: 4 x LED10-3000 (Factor de corrección 1.000).



2 Pieza Zumtobel 42182562 RESCLITE C ANTIPANIC  
 HP ED NDA WH [STD]  
 N° de artículo: 42182562  
 Flujo luminoso (Luminaria): 0 lm  
 Flujo luminoso (Lámparas): 0 lm  
 Potencia de las luminarias: 0.0 W  
 Alumbrado de emergencia: 464 lm, 7.1 W  
 Clasificación luminarias según CIE: 100  
 Código CIE Flux: 19 47 84 100 100  
 Lámpara: 1 x LED-Z42182562 7C1W (Factor de corrección 1.000).

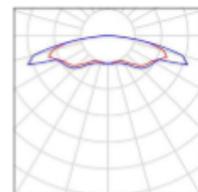
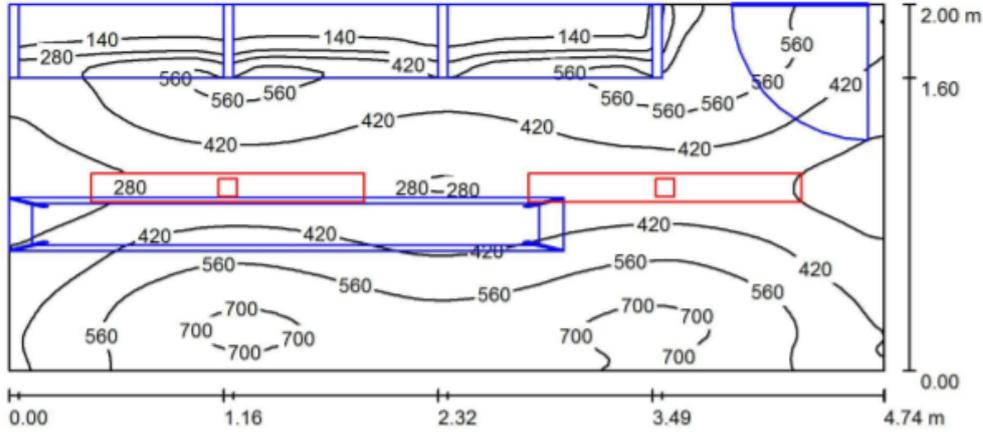


Imagen A. 6

Los valores obtenidos para los cálculos del alumbrado normal se muestran a continuación:

### Resumen



#### Lista de piezas - Luminarias

Nº	Pieza	Designación (Factor de corrección)
1	2	PHILIPS 4MX800 491 4xLED10-3000 P30 (1.000)

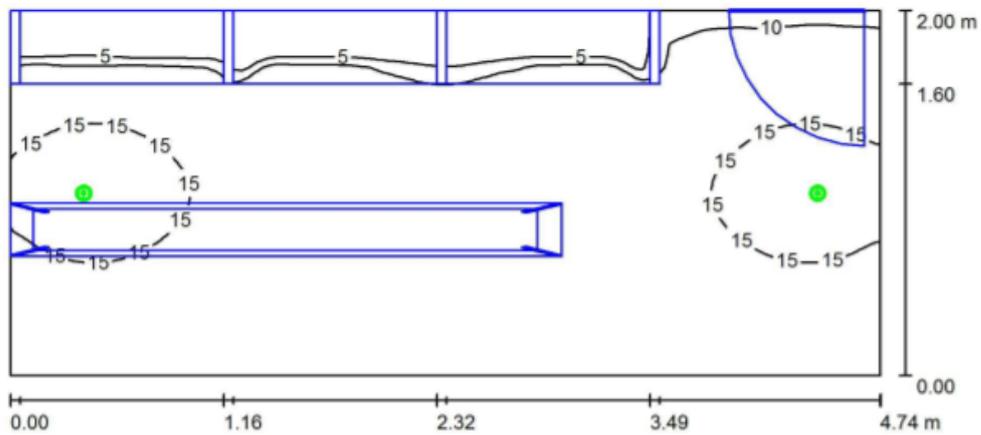
Superficie	$\rho$ [%]	$E_m$ [lx]	$E_{min}$ [lx]	$E_{max}$ [lx]	$E_{min} / E_m$
Plano útil	/	430	51	740	0.118
Suelo	49	229	25	471	0.108
Techo	70	122	86	161	0.705
Paredes (4)	56	203	17	487	/

### Observador UGR

Nº	Designación	Posición [m]			Dirección visual [°]	Valor
		X	Y	Z		
1	Punto de cálculo UGR 1	0.505	0.400	1.700	0.0	23

Por último, los resultados para el alumbrado de emergencia son los siguientes:

### Resumen



### Lista de piezas - Luminarias

Nº	Pieza	Designación (Factor de corrección)
1	2	Zumtobel 42182562 RESCLITE C ANTIPANIC HP ED NDA WH [STD] (1.000)

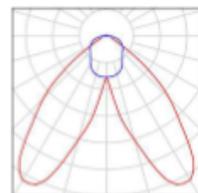
Superficie	$\rho$ [%]	$E_m$ [lx]	$E_{min}$ [lx]	$E_{max}$ [lx]	$E_{min} / E_m$
Plano útil	/	12	0.00	16	0.000
Suelo	49	5.75	0.00	8.49	0.000
Techo	70	0.02	0.00	1.12	0.001
Paredes (4)	56	17	0.00	826	/

vii. Almacén



Para obtener los resultados finales de la zona de trabajo de la oficina, se han empleado 6 luminarias PHILIPS 4MX800 así como también 3 lámparas Zumtobel para alumbrado de emergencia, se adjuntan en la Imagen A.7.

6 Pieza PHILIPS 4MX800 491 4xLED10-3000 P30  
N° de artículo:  
Flujo luminoso (Luminaria): 4500 lm  
Flujo luminoso (Lámparas): 4500 lm  
Potencia de las luminarias: 47.0 W  
Clasificación luminarias según CIE: 99  
Código CIE Flux: 59 91 98 99 100  
Lámpara: 4 x LED10-3000 (Factor de corrección 1.000).



3 Pieza Zumtobel 42182562 RESCLITE C ANTIPANIC  
HP ED NDA WH [STD]  
N° de artículo: 42182562  
Flujo luminoso (Luminaria): 0 lm  
Flujo luminoso (Lámparas): 0 lm  
Potencia de las luminarias: 0.0 W  
Alumbrado de emergencia: 464 lm, 7.1 W  
Clasificación luminarias según CIE: 100  
Código CIE Flux: 19 47 84 100 100  
Lámpara: 1 x LED-Z42182562 7C1W (Factor de corrección 1.000).

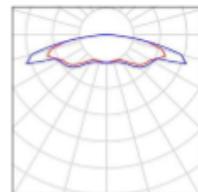
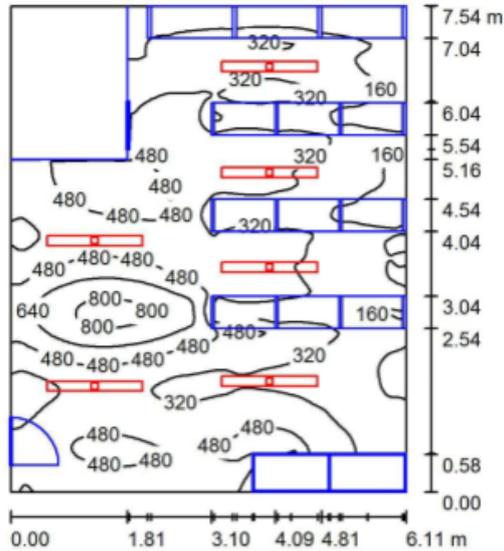


Imagen A. 7

Los valores obtenidos para los cálculos del alumbrado normal se muestran a continuación:

### Resumen



#### Lista de piezas - Luminarias

Nº	Pieza	Designación (Factor de corrección)
1	6	PHILIPS 4MX800 491 4xLED10-3000 P30 (1.000)

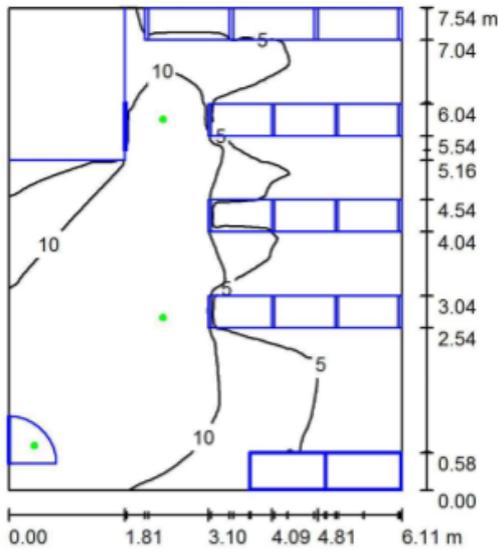
Superficie	$\rho$ [%]	$E_m$ [lx]	$E_{min}$ [lx]	$E_{max}$ [lx]	$E_{min} / E_m$
Plano útil	/	353	77	842	0.218
Suelo	49	242	16	579	0.064
Techo	49	221	17	573	0.076
Paredes (4)	61	161	9.82	580	/

### Observador UGR

Nº	Designación	Posición [m]			Dirección visual [°]	Valor
		X	Y	Z		
1	Punto de cálculo UGR 1	0.600	2.300	1.200	40.0	19
2	Punto de cálculo UGR 2	5.600	1.400	1.200	180.0	14

Por último, los resultados para el alumbrado de emergencia son los siguientes:

### Resumen



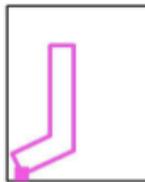
### Lista de piezas - Luminarias

Nº	Pieza	Designación (Factor de corrección)
1	3	Zumtobel 42182562 RESCLITE C ANTIPANIC HP ED NDA WH [STD] (1.000)

Superficie	$\rho$ [%]	$E_m$ [lx]	$E_{min}$ [lx]	$E_{max}$ [lx]	$E_{min} / E_m$
Plano útil	/	7.03	0.00	15	0.000
Suelo	49	3.99	0.00	9.50	0.000
Techo	49	0.01	0.00	1.25	0.000
Paredes (4)	61	6.24	0.00	447	/

### Via de evacuación

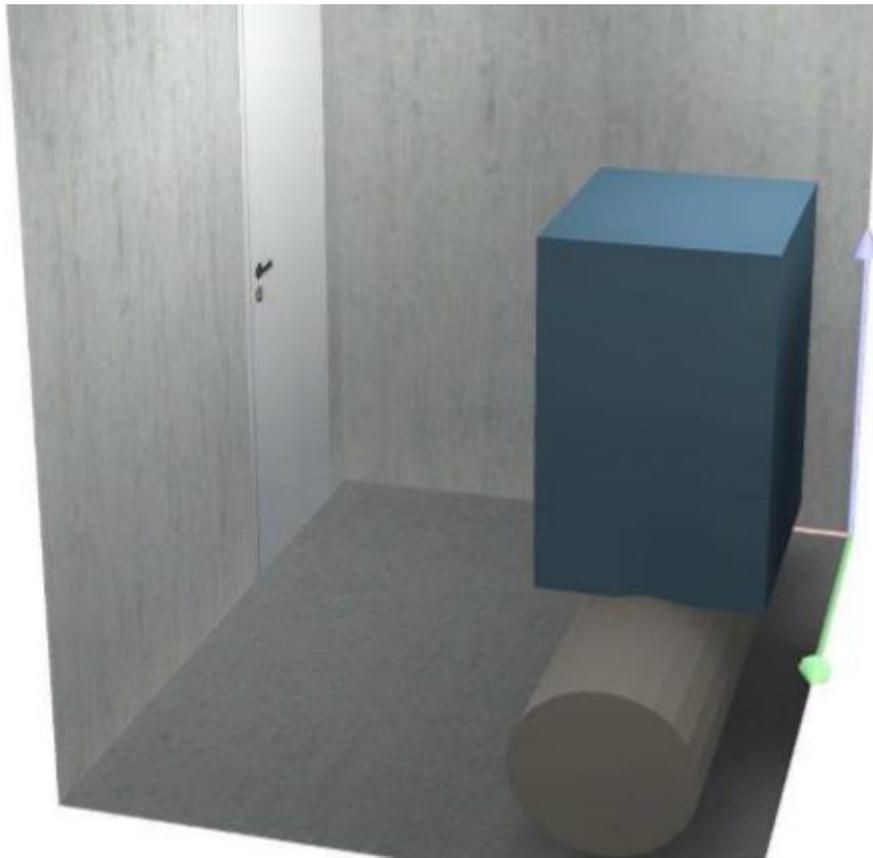
Situación de la superficie en el local:  
Punto marcado:  
(0.656 m, 0.290 m, 0.000 m)



$E_m$ [lx]	$E_{min}$ [lx]	$E_{max}$ [lx]	$E_{min} / E_m$	$E_{min} / E_{max}$
8.37	6.53	9.52	0.781	0.686

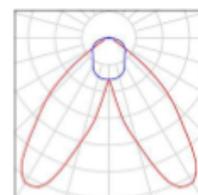
Línea media:  $E_{min}$ : 7.69 lx,  $E_{min} / E_{max}$ : 0.81 (1 : 1.23).

viii. Compresor



Para obtener los resultados finales de la zona de trabajo de la oficina, se han empleado 1 luminaria PHILIPS 4MX800 así como también 1 lámpara Zumtobel para alumbrado de emergencia, se adjuntan en la Imagen A.8.

1 Pieza PHILIPS 4MX800 491 4xLED10-3000 P30  
 N° de artículo:  
 Flujo luminoso (Luminaria): 4500 lm  
 Flujo luminoso (Lámparas): 4500 lm  
 Potencia de las luminarias: 47.0 W  
 Clasificación luminarias según CIE: 99  
 Código CIE Flux: 59 91 98 99 100  
 Lámpara: 4 x LED10-3000 (Factor de corrección 1.000).



1 Pieza Zumtobel 42182562 RESCLITE C ANTIPANIC  
 HP ED NDA WH [STD]  
 N° de artículo: 42182562  
 Flujo luminoso (Luminaria): 0 lm  
 Flujo luminoso (Lámparas): 0 lm  
 Potencia de las luminarias: 0.0 W  
 Alumbrado de emergencia: 464 lm, 7.1 W  
 Clasificación luminarias según CIE: 100  
 Código CIE Flux: 19 47 84 100 100  
 Lámpara: 1 x LED-Z42182562 7C1W (Factor de corrección 1.000).

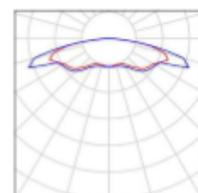
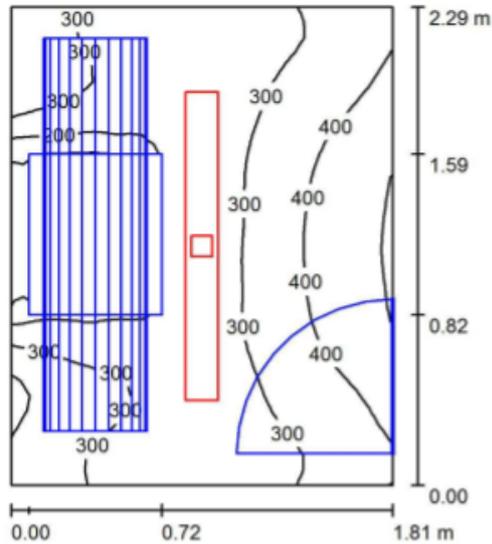


Imagen A. 8

Los valores obtenidos para los cálculos del alumbrado normal se muestran a continuación:

### Resumen



#### Lista de piezas - Luminarias

Nº	Pieza	Designación (Factor de corrección)
1	1	PHILIPS 4MX800 491 4xLED10-3000 P30 (1.000)

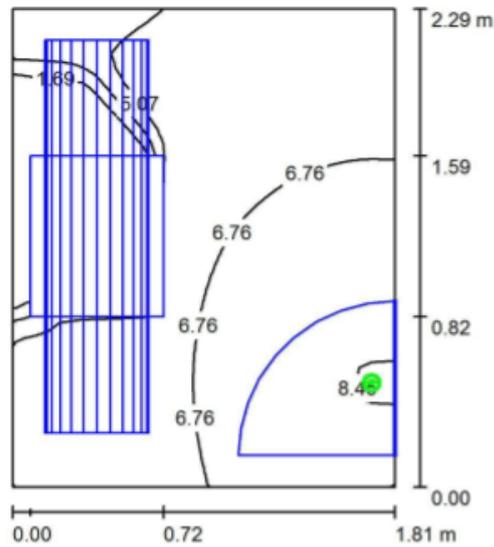
Superficie	$\rho$ [%]	$E_m$ [lx]	$E_{min}$ [lx]	$E_{max}$ [lx]	$E_{min} / E_m$
Plano útil	/	310	54	520	0.173
Suelo	49	141	13	269	0.089
Techo	61	157	108	188	0.687
Paredes (4)	61	246	13	597	/

### Observador UGR

Nº	Designación	Posición [m]			Dirección visual [°]	Valor
		X	Y	Z		
1	Punto de cálculo UGR 1	1.600	2.000	1.700	-145.0	22

Por último, los resultados para el alumbrado de emergencia son los siguientes:

### Resumen



### Lista de piezas - Luminarias

Nº	Pieza	Designación (Factor de corrección)
1	1	Zumtobel 42182562 RESCLITE C ANTIPANIC HP ED NDA WH [STD] (1.000)

Superficie	$\rho$ [%]	$E_m$ [lx]	$E_{min}$ [lx]	$E_{max}$ [lx]	$E_{min} / E_m$
Plano útil	/	5.99	0.00	8.47	0.000
Suelo	49	2.69	0.00	4.35	0.000
Techo	61	0.01	0.00	0.88	0.000
Paredes (4)	61	16	0.00	3962	/

## ANEJO II: PRESUPUESTO

A continuación se muestra el presupuesto de la instalación a realizar. Primeramente se muestran los precios descompuestos, por unidad o precios por metro para el caso de conductores y canalizaciones, para posteriormente calcular el importe total de la instalación. Los precios que se muestran son sin impuestos.

## Proyecto instalación eléctrica baja tensión taller chapa y pintura

### MEDICIONES

#### A. APARAMENTA

CÓDIGO	RESUMEN	CANTIDAD	
A.1	<b>Armario doble aislamiento 160A</b>		
	Ud Cuadro General	1	
	Ud CS1	1	
	Ud CS2	1	
		TOTAL	3
A.2	<b>MAGNET C 3P+N 125A 15kA</b>		
	Ud Cuadro General	1	
		TOTAL	1
A.3	<b>MAGNET C 3P+N 50A 15kA</b>		
	Ud Cuadro General	1	
	Ud CS1	1	
		TOTAL	2
A.4	<b>MAGNET C 3P+N 40A 15kA</b>		
	Ud Cuadro General	1	
	Ud CS2	1	
		TOTAL	2
A.5	<b>MAGNET C 3P+N 32A 15kA</b>		
	Ud Cuadro General	1	
		TOTAL	1
A.6	<b>MAGNET C 3P+N 20A 10kA</b>		
	Ud CS1	3	
		TOTAL	3
A.7	<b>MAGNET C 3P+N 16A 10kA</b>		
	Ud CS2	5	
		TOTAL	5
A.8	<b>MAGNET C 3P 10A 15kA</b>		
	Ud Cuadro General	6	
		TOTAL	6
A.9	<b>MAGENT C 3P 10A 10kA</b>		
	Ud CS2	4	
		TOTAL	4
A.10	<b>MAGNET C P+N 16A 10kA</b>		
	Ud Cuadro General	6	
	Ud CS1	1	
	Ud CS2	1	
		TOTAL	8
A.11	<b>MAGENT C P+N 10A 10kA</b>		
	Ud Cuadro General	7	
	Ud CS1	5	
	Ud CS2	2	
		TOTAL	14
A.12	<b>DIFERENCIAL 2/40/30mA</b>		
	Ud Cuadro General	4	
	Ud CS1	1	
		TOTAL	5
A.13	<b>DIFERENCIAL 2/25/30mA</b>		
	Ud CS2	2	
		TOTAL	2
A.14	<b>DIFERENCIAL 3/40/30mA</b>		
	Ud CS2	1	
		TOTAL	1
A.15	<b>DIFERENCIAL 3/25/30mA</b>		
	Ud Cuadro General	3	
	Ud CS2	1	
		TOTAL	4

## Proyecto instalación eléctrica baja tensión taller chapa y pintura

A.16	<b>DIFERENCIAL 4/40/30mA</b> Ud CS2	1	
		TOTAL	1
A.17	<b>DIFERENCIAL 4/25/30mA</b> Ud CS1 Ud CS2	3 1	
		TOTAL	4
A.18	<b>CONTAC 3P+N 32A</b> Ud Cuadro General	2	
		TOTAL	2
A.19	<b>CONTAC 3P 10A</b> Ud CS2	2	
		TOTAL	2

### B.CONDUCTORES

CÓDIGO	RESUMEN	CANTIDAD	
RZ1-K.70	<b>m RZ1-K (AS) 0,6/1kV 70mm2 Cu</b> m Cto Derivación individual	11,50	
		TOTAL	11,50
RZ1-K.50	<b>m RZ1-K (AS) 0,6/1kV 50mm2 Cu</b> m Cto LAS 1	30,50	
		TOTAL	30,50
RZ1-K.35	<b>m RZ1-K (AS) 0,6/1kV 35mm2 Cu</b> m Cto protección Derivación Individual	11,50	
		TOTAL	11,50
RZ1-K.25	<b>m RZ1-K (AS) 0,6/1kV 25mm2 Cu</b> m Cto protección LAS 1 m Cto LAS 2.1 m Cto LAS 2.2	30,50 40,50 40,50	
		TOTAL	111,50
RZ1-K.16	<b>m RZ1-K (AS) 0,6/1kV 16mm2 Cu</b> m Cto protección LAS 2.1 m Cto protección LAS 2.2	40,50 40,50	
		TOTAL	81,00
RZ1-K.6	<b>m RZ1-K (AS) 0,6/1kV 6mm2 Cu</b> m Cto GE	6,00	
		TOTAL	6,00
H07.4	<b>m H07V-K 4mm2 Cu</b> m Cto Compresor	13,50	
		TOTAL	13,50
H07.2,5	<b>m H07V-K 2,5mm2 Cu</b> m Cto TC1 m Cto TC2 m Cto TC3 m Cto TC4 m Cto TC5 m Cto TC6 m Cto TC7 m Cto TC8 m Cto TC9 m Cto TC10 m Cto TC11 m Cto TC12 m Cto Cabina de pintura m Cto Box de pintura m Cto Elevador m Cto Soldador m Cto Lámpara de secado	18,50 14,00 17,50 6,00 6,00 5,50 20,50 20,50 18,50 19,00 7,00 16,00 30,00 16,50 9,50 16,50 13,00	
		TOTAL	254,50

## Proyecto instalación eléctrica baja tensión taller chapa y pintura

H07.1,5	<b>m H07V-K 1,5mm2 Cu</b>			
	m Cto ALDO 1		19,50	
	m Cto ALDO 2		13,00	
	m Cto ALDO 3		25,50	
	m Cto ALDO 4		18,50	
	m Cto ALDO 5		37,50	
	m Cto ALDO 6		28,50	
	m Cto Em 1		17,50	
	m Cto Em 2		39,50	
	m Cto AA 1		5,00	
	m Cto AA 2		8,50	
	m Cto AA 3		8,00	
	m Cto Vent Aseo		17,00	
	m Cto Aireador 1		16,50	
	m Cto Aireador 2		16,50	
	m Cto Aireador 3		27,50	
	m Cto Aireador 4		27,50	
	m Cto Aireador 5		38,50	
	m Cto Aireador 6		38,50	
	m Cto Extractor 1		32,50	
	m Cto Extractor 2		13,00	
	m Cto Extractor 3		21,00	
	m Cto Extractor AUX		21,00	
		<b>TOTAL</b>		<b>490,50</b>
	DES.35	<b>m Conductor desnudo de 35mm2 de Cu</b>		
		Cto enlace picas pat		8,00
	<b>TOTAL</b>		<b>8,00</b>	

### C.CANALIZACIONES

CÓDIGO	RESUMEN	CANTIDAD	
TUB20SUP	<b>m Tubo PVC en superficie de 20mm</b>		
	m Cto TC1		18,50
	m Cto TC2		14,00
	m Cto TC3		17,50
	m Cto TC4		6,00
	m Cto TC5		6,00
	m Cto TC6		5,50
	m Cto TC7		20,50
	m Cto TC8		20,50
	m Cto TC9		18,50
	m Cto TC10		19,00
	m Cto TC11		7,00
	m Cto TC12		16,00
	m Cto Cabina de pintura		30,00
	m Cto Box de pintura		16,50
	m Cto Elevador		9,50
	m Cto Soldador		16,50
	m Cto Lámpara de secado		13,00
	m Cto Compresor		13,50
		<b>TOTAL</b>	
TUB16SUP	<b>m Tubo PVC en superficie de 16mm</b>		
	m Cto ALDO 1		19,50
	m Cto ALDO 2		13,00
	m Cto ALDO 3		25,50
	m Cto ALDO 4		18,50
	m Cto ALDO 5		37,50
	m Cto ALDO 6		28,50
	m Cto Em 1		17,50
m Cto Em 2		39,50	

## Proyecto instalación eléctrica baja tensión taller chapa y pintura

	m Cto AA 1	5,00	
	m Cto AA 2	8,50	
	m Cto AA 3	8,00	
	m Cto Vent Aseo	17,00	
	m Cto Aireador 1	16,50	
	m Cto Aireador 2	16,50	
	m Cto Aireador 3	27,50	
	m Cto Aireador 4	27,50	
	m Cto Aireador 5	38,50	
	m Cto Aireador 6	38,50	
	m Cto Extractor 1	32,50	
	m Cto Extractor 2	13,00	
	m Cto Extractor 3	21,00	
	m Cto Extractor AUX	21,00	
	<b>TOTAL</b>		<b>490,50</b>
<b>TUB125ENT</b>	<b>m Tubo PVC enterrado de 125mm</b>		
	m Cto Derivación individual	11,50	
	<b>TOTAL</b>		<b>11,50</b>
<b>TUB50ENT</b>	<b>m Tubo PVC enterrado de 50mm</b>		
	m Cto GE	6,00	
	<b>TOTAL</b>		<b>6,00</b>
<b>BANDPERF</b>	<b>m Bandeja perforada PVC 75x60</b>		
	m Cto LAS 1	30,50	
	m Cto LAS 2.1 y 2.2	40,50	
	<b>TOTAL</b>		<b>71,00</b>

### D. ILUMINACIÓN

CÓDIGO	RESUMEN	CANTIDAD	
<b>4MX800</b>	<b>Ud Luminaria tipo regleta LED 47 W</b>		
	Ud Vestuario	2	
	Ud Almacen	6	
	Ud Compresor	1	
	<b>TOTAL</b>		<b>9</b>
<b>TBS460</b>	<b>Ud Luminaria LED 4x24W</b>		
	Ud Recepción	4	
	<b>TOTAL</b>		<b>4</b>
<b>DN130B</b>	<b>Ud Downlight PHILIPS de 11W</b>		
	Ud Aseo 1	2	
	Ud Aseo 2	2	
	<b>TOTAL</b>		<b>4</b>
<b>RC660B</b>	<b>Ud Luminaria PHILIPS empotrada</b>		
	Ud Oficina	11	
	<b>TOTAL</b>		<b>11</b>
<b>BY121P</b>	<b>Ud Campana LED PHILIPS 198W</b>		
	Ud Taller	27	
	<b>TOTAL</b>		<b>27</b>
<b>BEGHFM</b>	<b>Ud Alumbrado emergencia BEGHELLI</b>		
	Ud Taller	10	
	<b>TOTAL</b>		<b>10</b>
<b>ZUMPANIC</b>	<b>Ud Alumbrado emergencia Zumtobel</b>		
	Ud Oficina	3	
	Ud Recepción	3	
	Ud Aseo 1	1	
	Ud Aseo 2	1	
	Ud Vestuario	2	
	Ud Almacen	3	
	Ud Compresor	1	
	<b>TOTAL</b>		<b>14</b>

## Proyecto instalación eléctrica baja tensión taller chapa y pintura

### PRECIOS UNITARIOS

#### A. APARAMENTA

CÓDIGO	RESUMEN	PRECIO
A.1	Ud Armario doble aislamiento 160A	100,52
A.2	Ud MAGNET C 3P+N 125A 15kA	208,92
A.3	Ud MAGNET C 3P+N 50A 15kA	117,39
A.4	Ud MAGNET C 3P+N 40A 15kA	80,72
A.5	Ud MAGNET C 3P+N 32A 15kA	76,43
A.6	Ud MAGNET C 3P+N 20A 10kA	32,57
A.7	Ud MAGNET C 3P+N 16A 10kA	30,57
A.8	Ud MAGNET C 3P 10A 15kA	68,43
A.9	Ud MAGNET C 3P 10A 10kA	45,67
A.10	Ud MAGNET C P+N 16A 10kA	10,37
A.11	Ud MAGNET C P+N 10A 10kA	9,68
A.12	Ud DIFERENCIAL 2/40/30mA	65,37
A.13	Ud DIFERENCIAL 2/25/30mA	63,84
A.14	Ud DIFERENCIAL 3/40/30mA	158,00
A.15	Ud DIFERENCIAL 3/25/30mA	114,55
A.16	Ud DIFERENCIAL 4/40/30mA	131,47
A.17	Ud DIFERENCIAL 4/25/30mA	120,87
A.18	Ud CONTAC 3P+N 32A	32,50
A.19	Ud CONTAC 3P 10A	19,75

#### B.CONDUCTORES

CÓDIGO	RESUMEN	PRECIO
RZ1-K.70	m RZ1-K (AS) 0,6/1kV 70mm <sup>2</sup> Cu	3,40
RZ1-K.50	m RZ1-K (AS) 0,6/1kV 50mm <sup>2</sup> Cu	2,60
RZ1-K.35	m RZ1-K (AS) 0,6/1kV 35mm <sup>2</sup> Cu	1,81
RZ1-K.25	m RZ1-K (AS) 0,6/1kV 25mm <sup>2</sup> Cu	1,34
RZ1-K.16	m RZ1-K (AS) 0,6/1kV 16mm <sup>2</sup> Cu	1,11
RZ1-K.6	m RZ1-K (AS) 0,6/1kV 6mm <sup>2</sup> Cu	0,91

## Proyecto instalación eléctrica baja tensión taller chapa y pintura

H07.4	m H07V-K 4mm <sup>2</sup> Cu	0,50
H07.2,5	m H07V-K 2,5mm <sup>2</sup> Cu	0,16
H07.1,5	m H07V-K 1,5mm <sup>2</sup> Cu	0,09
DES.35	m Conductor desnudo de 35mm <sup>2</sup> de Cu	2,81

### C. CANALIZACIONES

CÓDIGO	RESUMEN	PRECIO
TS20	m Tubo PVC en superficie de 20mm	0,71
TS16	m Tubo PVC en superficie de 16mm	0,55
TE-125	m Tubo PVC enterrado de 125mm	2,00
TE50	m Tubo PVC enterrado de 50mm	1,20
BAPER	m Bandeja perforada PVC 75x60	4,20

### D. ILUMINACIÓN

CÓDIGO	RESUMEN	PRECIO
4MX800	Ud Luminaria tipo regleta LED 47 W	31,60
TBS460	Ud Luminaria LED 4x24W	106,64
DN130B	Ud Downlight PHILIPS de 11W	15,80
RC660B	Ud Luminaria PHILIPS empotrada	23,70
BY121P	Ud Campana LED PHILIPS 198W	181,7
BEGHFM	Ud Alumbrado emergencia BEGHELLI	70,25
ZTPANIC	Ud Alumbrado emergencia Zumtobel	142,20

### E. OTROS COSTES

CÓDIGO	RESUMEN	PRECIO
MOR.OF	Hr Oficial de primera electricista	9,87
MOR.OB	Hr Oficial de primera construcción	9,87
MAT.BS	% Medios auxiliares montaje bandeja PVC	0,40
MAT.CA	% Medios auxiliares montaje canal PVC	0,07
CAM.CE	Hr Camión cisterna 8 m <sup>3</sup> de capacidad	35,42
DUMP	Hr Dumper descarga frontal de 2 t	7,31
ARQ.PT	Ud Arqueta con tapa de registro 300x300	34,70
PICPT	Ud Electrodo de acero cobreado, 15 mm Ø y 2 m long	15,00
MAT.CE	% Medios auxiliares canal enterrada	0,70
MAT.CD	% Medios auxiliares montaje cuadro electrico	1,20
MAT.PT	% Medios auxiliares instalación toma de tierra	0,90

## Proyecto instalación eléctrica baja tensión taller chapa y pintura

### CUADRO DE DESCOMPUESTOS

#### CAPÍTULO 1. CUADRO GENERAL

CÓDIGO	RESUMEN	PRECIO	SUBTOTAL	IMPORTE
A.1	1,000 <b>Ud Armario doble aislamiento 160A</b> Armario de PVC para 80 modulos. IP40 e IK07.Montado en superficie a 1,5m	100,52	100,52	
MOR.OF	2,500 Hr Oficial de primera electricista	9,87	24,68	
MAT.CD	1,300 % Medios auxiliares montaje cuadro electrico	1,20	1,56	
	<b>TOTAL PARTIDA</b>			<b>126,76</b>
A.2	<b>Ud MAGNET C 3P+N 125A 15kA</b>		Sin descomposición	
	<b>TOTAL PARTIDA</b>			<b>208,92</b>
A.3	<b>Ud MAGNET C 3P+N 50A 15kA</b>		Sin descomposición	
	<b>TOTAL PARTIDA</b>			<b>117,39</b>
A.4	<b>Ud MAGNET C 3P+N 40A 15kA</b>		Sin descomposición	
	<b>TOTAL PARTIDA</b>			<b>80,72</b>
A.5	<b>Ud MAGNET C 3P+N 32A 15kA</b>		Sin descomposición	
	<b>TOTAL PARTIDA</b>			<b>76,43</b>
A.10	<b>Ud MAGNET C P+N 16A 10kA</b>		Sin descomposición	
	<b>TOTAL PARTIDA</b>			<b>10,37</b>
A.11	<b>Ud MAGNET C P+N 10A 10kA</b>		Sin descomposición	
	<b>TOTAL PARTIDA</b>			<b>9,68</b>
A.8	<b>Ud MAGNET C 3P 10A 15kA</b>		Sin descomposición	
	<b>TOTAL PARTIDA</b>			<b>68,43</b>
A.12	<b>Ud DIFERENCIAL 2/40/30mA</b>		Sin descomposición	
	<b>TOTAL PARTIDA</b>			<b>65,37</b>
A.15	<b>Ud DIFERENCIAL 3/25/30mA</b>		Sin descomposición	
	<b>TOTAL PARTIDA</b>			<b>114,55</b>
A.18	<b>Ud CONTAC 3P+N 32A</b>		Sin descomposición	
	<b>TOTAL PARTIDA</b>			<b>32,50</b>

#### CAPITULO 2. CS1

CÓDIGO	RESUMEN	PRECIO	SUBTOTAL	IMPORTE
A.1	1,000 <b>Ud Armario doble aislamiento 160A</b> Armario de PVC para 80 modulos. IP40 e IK07.Montado en superficie a 1,5m	100,52	100,52	
MOR.OF	2,500 Hr Oficial de primera electricista	9,87	24,68	
MAT.CD	1,300 % Medios auxiliares montaje cuadro electrico	1,20	1,56	
	<b>TOTAL PARTIDA</b>			<b>126,76</b>
A.3	<b>Ud MAGNET C 3P+N 50A 15kA</b>		Sin descomposición	
	<b>TOTAL PARTIDA</b>			<b>117,39</b>
A.10	<b>Ud MAGNET C P+N 16A 10kA</b>		Sin descomposición	
	<b>TOTAL PARTIDA</b>			<b>10,37</b>
A.11	<b>Ud MAGNET C P+N 10A 10kA</b>		Sin descomposición	
	<b>TOTAL PARTIDA</b>			<b>9,68</b>

## Proyecto instalación eléctrica baja tensión taller chapa y pintura

A.6	<b>Ud MAGNET C 3P+N 20A 10kA</b>	Sin descomposición
	TOTAL PARTIDA	32,57
A.12	<b>Ud DIFERENCIAL 2/40/30mA</b>	Sin descomposición
	TOTAL PARTIDA	65,37
A.17	<b>Ud DIFERENCIAL 4/25/30mA</b>	Sin descomposición
	TOTAL PARTIDA	120,87

### CAPITULO 3. CS2

CÓDIGO	RESUMEN	PRECIO	SUBTOTAL	IMPORTE
A.1	1,000 <b>Ud Armario doble aislamiento 160A</b> Armario de PVC para 80 modulos. IP40 e IK07.Montado en superficie a 1,5m	100,52	100,52	
MOR.OF	2,500 Hr Oficial de primera electricista	9,87	24,68	
MAT.CD	1,300 % Medios auxiliares montaje cuadro electrico	1,20	1,56	
	TOTAL PARTIDA			126,76
A.4	<b>Ud MAGNET C 3P+N 40A 15kA</b>	Sin descomposición		
	TOTAL PARTIDA			80,72
A.7	<b>Ud MAGNET C 3P+N 16A 10kA</b>	Sin descomposición		
	TOTAL PARTIDA			30,57
A.11	<b>Ud MAGNET C P+N 10A 10kA</b>	Sin descomposición		
	TOTAL PARTIDA			9,68
A.10	<b>Ud MAGNET C P+N 16A 10kA</b>	Sin descomposición		
	TOTAL PARTIDA			10,37
A.9	<b>Ud MAGNET C 3P 10A 10kA</b>	Sin descomposición		
	TOTAL PARTIDA			45,67
A.13	<b>Ud DIFERENCIAL 2/25/30mA</b>	Sin descomposición		
	TOTAL PARTIDA			63,84
A.15	<b>Ud DIFERENCIAL 3/25/30mA</b>	Sin descomposición		
	TOTAL PARTIDA			114,55
A.14	<b>Ud DIFERENCIAL 3/40/30mA</b>	Sin descomposición		
	TOTAL PARTIDA			158,00
A.16	<b>Ud DIFERENCIAL 4/40/30mA</b>	Sin descomposición		
	TOTAL PARTIDA			131,47
A.17	<b>Ud DIFERENCIAL 4/25/30mA</b>	Sin descomposición		
	TOTAL PARTIDA			120,87
A.19	<b>Ud CONTAC 3P 10A</b>	Sin descomposición		
	TOTAL PARTIDA			19,75

### CAPITULO 4. CIRCUITOS

CÓDIGO	RESUMEN	PRECIO	SUBTOTAL	IMPORTE
CTODI	<b>m Circuito 0,6/1kV 4X70+TT35</b>			
RZ1-K.70	4,000 Ud RZ1-K (AS) 0,6/1kV 70mm2 Cu	3,40	13,60	
RZ1-K.35	1,000 Ud RZ1-K (AS) 0,6/1kV 35mm2 Cu	1,81	1,81	
MOR.OF	0,050 Hr Oficial primera electricista	9,87	0,49	
	TOTAL PARTIDA			15,90

## Proyecto instalación eléctrica baja tensión taller chapa y pintura

<b>CTOLAS1</b>	<b>m Circuito 0,6/1kV 4x50+TT25</b>				
RZ1-K.50	4,000	Ud RZ1-K (AS) 0,6/1kV 50mm2 Cu	2,60	10,40	
RZ1-K.25	1,000	Ud RZ1-K (AS) 0,6/1kV 25mm2 Cu	1,34	1,34	
MOR.OF	0,050	Hr Oficial primera electricista	9,87	0,49	
			<b>TOTAL PARTIDA</b>		<b>12,23</b>
<b>CTOLAS2</b>	<b>m Circuito 0,6/1kV 4x25+TT16</b>				
RZ1-K.25	4,000	Ud RZ1-K (AS) 0,6/1kV 25mm2 Cu	1,34	5,36	
RZ1-K.16	1,000	Ud RZ1-K (AS) 0,6/1kV 16mm2 Cu	1,11	1,11	
MOR.OF	0,050	Hr Oficial primera electricista	9,87	0,49	
			<b>TOTAL PARTIDA</b>		<b>6,96</b>
<b>CTO4x6RZ1</b>	<b>m Circuito 0,6/1kV 4x6+TT6</b>				
RZ1-K.6	5,000	Ud RZ1-K (AS) 0,6/1kV 6mm2 Cu	0,91	4,55	
MOR.OF	0,050	Hr Oficial primera electricista	9,87	0,49	
			<b>TOTAL PARTIDA</b>		<b>5,04</b>
<b>CTO3x1,5</b>	<b>m Circuito 450/750 3x1,5+TT1,5</b>				
H07.1,5	4,000	Ud H07V-K 1,5mm2 Cu	0,09	0,36	
MOR.OF	0,050	Hr Oficial primera electricista	9,87	0,49	
			<b>TOTAL PARTIDA</b>		<b>0,85</b>
<b>CTO2x2,5</b>	<b>m Circuito 450/750 2x2,5+TT2,5</b>				
H07.2,5	3,000	Ud H07V-K 2,5mm2 Cu	0,16	0,48	
MOR.OF	0,050	Hr Oficial primera electricista	9,87	0,49	
			<b>TOTAL PARTIDA</b>		<b>0,97</b>
<b>CTO2x1,5</b>	<b>m Circuito 450/750 2x1,5+TT1,5</b>				
H07.1,5	3,000	Ud H07V-K 1,5mm2 Cu	0,09	0,27	
MOR.OF	0,050	Hr Oficial primera electricista	9,87	0,49	
			<b>TOTAL PARTIDA</b>		<b>0,76</b>
<b>CTO4x4</b>	<b>m Circuito 450/750 4x4+TT4</b>				
H07.4	5,000	Ud H07V-K 4mm2 Cu	0,50	2,50	
MOR.OF	0,050	Hr Oficial primera electricista	9,87	0,49	
			<b>TOTAL PARTIDA</b>		<b>2,99</b>
<b>CTO4x2,5</b>	<b>m Circuito 450/750 4x2,5+TT2,5</b>				
H07.2,5	5,000	Ud H07V-K 2,5mm2 Cu	0,16	0,80	
MOR.OF	0,050	Hr Oficial primera electricista	9,87	0,49	
			<b>TOTAL PARTIDA</b>		<b>1,29</b>
<b>PAT</b>	<b>m Circuito puesta a tierra</b>				
DES.35	2,500	m Conductor desnudo de 35mm2 de Cu	2,81	7,03	
PICPT	2,000	Ud Electrodo de acero cobreado, 15 mm Ø y 2 m long	15,00	30,00	
ARQ.PT	1,000	Ud Arqueta con tapa de registro 300x300	34,70	34,70	
MAT.PT	1,000	% Medios auxiliares instalación toma de tierra	0,90	0,90	
MOR.OF	0,050	Hr Oficial primera electricista	9,87	0,49	
			<b>TOTAL PARTIDA</b>		<b>73,12</b>

### CAPITULO 5. CANALIZACIONES

CÓDIGO	RESUMEN	PRECIO SUBTOTAL	IMPORTE
<b>TS20</b>	1,000 <b>m Tubo PVC en superficie de 20mm</b>	0,71	0,71
	Tubo de PVC montado con bridas cada 1m		
MOR.OF	0,050 Hr Oficial primera electricista	9,87	0,49
MAT.CA	1,000 % Medios auxiliares montaje canal PVC	0,07	0,07
		<b>TOTAL PARTIDA</b>	<b>1,27</b>
<b>TE50</b>	1,000 <b>m Tubo PVC enterrado de 50mm</b>	1,20	1,20
	Tubo de PVC enterrado en zanja a 50cm		
MOR.OF	0,025 Hr Oficial primera electricista	9,87	0,25
MOR.OB	0,047 Hr Oficial de primera contrucción	9,87	0,46
CAM.CE	0,001 Hr Camión cisterna 8 m3 de capacidad	35,42	0,04
DUMP	0,006 Hr Dumper descarga frontal de 2 t	7,31	0,04
MAT.CE	0,025 % Medios auxiliares canal enterrada	0,70	0,02
		<b>TOTAL PARTIDA</b>	<b>2,01</b>
<b>TS16</b>	1,000 <b>m Tubo PVC en superficie de 16mm</b>	0,55	
	Tubo de PVC montado con bridas cada 1m		
MOR.OF	0,050 Hr Oficial primera electricista	9,87	0,49
MAT.CA	1,000 Ud Medios auxiliares montaje canal PVC	0,07	0,07
		<b>TOTAL PARTIDA</b>	<b>0,56</b>

## Proyecto instalación eléctrica baja tensión taller chapa y pintura

BAPER	1,000	<b>m Bandeja perforada PVC 75x60</b> Bandeja de PVC perforada suspendida sobre guía anclada a la pared cada 50 cm	4,20		
MOR.OF	0,050	Hr Oficial primera electricista	9,87	0,49	
MAT.BS	1,000	Ud Medios auxiliares montaje bandeja PVC	0,40	3,17	
			TOTAL PARTIDA		3,66
TE-125	1,000	<b>m Tubo PVC enterrado de 125mm</b> Tubo de PVC enterrado en zanja a 50cm	2,00	2,00	
MOR.OF	0,025	Hr Oficial primera electricista	9,87	0,25	
MOR.OB	0,047	Hr Oficial de primera construcción	9,87	0,46	
CAM.CE	0,001	Hr Camión cisterna 8 m3 de capacidad	35,42	0,04	
DUMP	0,006	Hr Dumper descarga frontal de 2 t	7,31	0,04	
MAT.CE	0,025	% Medios auxiliares canal enterrada	0,70	0,02	
			TOTAL PARTIDA		2,81

### CAPITULO6. ILUMINACIÓN

CÓDIGO	RESUMEN	PRECIO SUBTOTAL	IMPORTE
BY121P	<b>Ud Campana LED PHILIPS 198W</b>		Sin descomposición
		TOTAL PARTIDA	181,70
DN130B	<b>Ud Downlight PHILIPS de 11W</b>		Sin descomposición
		TOTAL PARTIDA	15,80
TBS460	<b>Ud Luminaria PHILIPS 4x24W</b>		Sin descomposición
		TOTAL PARTIDA	106,64
4MX800	<b>Ud Luminaria regleta PHILIPS 47W</b>		Sin descomposición
		TOTAL PARTIDA	31,60
RC660B	<b>Ud Luminaria PHILIPS empotrada</b>		Sin descomposición
		TOTAL PARTIDA	23,70
ZUMPANIC	<b>Ud Alumbrado emergencia Zumtobel</b>		Sin descomposición
		TOTAL PARTIDA	142,20
BEGHFM	<b>Ud Alumbrado emergencia BEGHELLI</b>		Sin descomposición
		TOTAL PARTIDA	70,25

### CAPITULO7. ALIMENTACIÓN AUX

CÓDIGO	RESUMEN	PRECIO SUBTOTAL	IMPORTE
GE15KVA	<b>Ud Grupo Electrogenerador KAISER 15kVA</b>		Sin descomposición
		TOTAL PARTIDA	4229,02

## Proyecto instalación eléctrica baja tensión taller chapa y pintura

### PRESUPUESTO

#### CAPÍTULO 1. CUADRO GENERAL

CÓDIGO	RESUMEN	CANTIDAD	PRECIO	IMPORTE
A.1	Ud Armario doble aislamiento 160A	1,00	126,76	126,76
A.2	Ud MAGNET C 3P+N 125A 15kA	1,00	208,92	208,92
A.3	Ud MAGNET C 3P+N 50A 15kA	1,00	117,39	117,39
A.4	Ud MAGNET C 3P+N 40A 15kA	1,00	80,72	80,72
A.5	Ud MAGNET C 3P+N 32A 15kA	1,00	76,43	76,43
A.7	Ud MAGNET C 3P+N 16A 10kA	1,00	30,57	30,57
A.10	Ud MAGNET C P+N 16A 10kA	6,00	10,37	62,22
A.11	Ud MAGNET C P+N 10A 10kA	7,00	9,68	67,76
A.8	Ud MAGNET C 3P 10A 15kA	6,00	68,43	410,58
A.12	Ud DIFERENCIAL 2/40/30mA	4,00	65,37	261,48
A.15	Ud DIFERENCIAL 3/25/30mA	3,00	114,55	343,65
A.18	Ud CONTAC 3P+N 32A	2,00	32,50	65,00

<b>TOTALCAPÍTULO 1. CUADRO GENERAL</b>	<b>1851,48</b>
--	----------------

#### CAPITULO 2. CS1

CÓDIGO	RESUMEN	CANTIDAD	PRECIO	IMPORTE
A.1	Ud Armario doble aislamiento 160A	1,00	126,76	126,76
A.3	Ud MAGNET C 3P+N 50A 15kA	1,00	117,39	117,39
A.10	Ud MAGNET C P+N 16A 10kA	1,00	10,37	10,37
A.11	Ud MAGNET C P+N 10A 10kA	5,00	9,68	48,40
A.6	Ud MAGNET C 3P+N 20A 10kA	3,00	32,57	97,71
A.12	Ud DIFERENCIAL 2/40/30mA	1,00	65,37	65,37
A.17	Ud DIFERENCIAL 4/25/30mA	3,00	120,87	362,61

<b>TOTALCAPITULO 2. CS1</b>	<b>828,61</b>
-----------------------------	---------------

#### CAPITULO 3. CS2

CÓDIGO	RESUMEN	CANTIDAD	PRECIO	IMPORTE
A.1	Ud Armario doble aislamiento 160A	1,00	126,76	126,76
A.4	Ud MAGNET C 3P+N 40A 15kA	1,00	80,72	80,72
A.7	Ud MAGNET C 3P+N 16A 10kA	5,00	30,57	152,85
A.11	Ud MAGNET C P+N 10A 10kA	2,00	9,68	19,36

## Proyecto instalación eléctrica baja tensión taller chapa y pintura

A.10	Ud MAGNET C P+N 16A 10kA	1,00	10,37	10,37
A.9	Ud MAGENT C 3P 10A 10kA	4,00	45,67	182,68
A.13	Ud DIFERENCIAL 2/25/30mA	2,00	63,84	127,68
A.15	Ud DIFERENCIAL 3/25/30mA	1,00	114,55	114,55
A.14	Ud DIFERENCIAL 3/40/30mA	1,00	158,00	158,00
A.16	Ud DIFERENCIAL 4/40/30mA	1,00	131,47	131,47
A.17	Ud DIFERENCIAL 4/25/30mA	1,00	120,87	120,87
A.19	Ud CONTAC 3P 10A	2,00	19,75	39,50

<b>TOTALCAPITULO 3. CS2</b>	<b>1264,81</b>
-----------------------------	----------------

### CAPITULO 4. CIRCUITOS

CÓDIGO	RESUMEN	CANTIDAD	PRECIO	IMPORTE
CTODI	<b>m Circuito 0,6/1kV 4X70+TT35</b> m Cto Derivación individual	11,50	15,90	182,89 182,89
CTOLAS1	<b>m Circuito 0,6/1kV 4x50+TT25</b> m Cto LAS 1	30,50	12,23	373,12 373,12
CTOLAS2	<b>m Circuito 0,6/1kV 4x25+TT16</b> m Cto LAS 2.1 m Cto LAS 2.2	40,50 40,50	6,96 6,96	282,02 282,02 564,04
CTO4x6RZ1	<b>m Circuito 0,6/1kV 4x6+TT6</b> m Cto GE	6,00	5,04	30,26 30,26
CTO3x1,5	<b>m Circuito 450/750 3x1,5+TT1,5</b> m Cto Aireador 1 m Cto Aireador 2 m Cto Aireador 3 m Cto Aireador 4 m Cto Aireador 5 m Cto Aireador 6 m Cto Extractor 1 m Cto Extractor 2 m Cto Extractor 3 m Cto Extractor AUX	16,50 16,50 27,50 27,50 38,50 38,50 32,50 13,00 21,00 21,00	0,85 0,85 0,85 0,85 0,85 0,85 0,85 0,85 0,85 0,85	14,08 14,08 23,47 23,47 32,86 32,86 27,74 11,10 17,92 17,92 215,51
CTO2x2,5	<b>m Circuito 450/750 2x2,5+TT2,5</b> m Cto TC1 m Cto TC2 m Cto TC3 m Cto TC4 m Cto TC5 m Cto TC6 m Cto TC7 m Cto TC8 m Cto TC9 m Cto TC10 m Cto TC11 m Cto TC12	18,50 14,00 17,50 6,00 6,00 5,50 20,50 20,50 18,50 19,00 7,00 16,00	0,97 0,97 0,97 0,97 0,97 0,97 0,97 0,97 0,97 0,97 0,97 0,97	18,01 13,63 17,04 5,84 5,84 5,35 19,96 19,96 18,01 18,50 6,81 15,58 164,52

## Proyecto instalación eléctrica baja tensión taller chapa y pintura

CTO2x1,5	<b>m Circuito 450/750 2x1,5+TT1,5</b>			
	m Cto ALDO 1	19,50	0,76	14,89
	m Cto ALDO 2	13,00	0,76	9,93
	m Cto ALDO 3	25,50	0,76	19,47
	m Cto ALDO 4	18,50	0,76	14,12
	m Cto ALDO 5	37,50	0,76	28,63
	m Cto ALDO 6	28,50	0,76	21,76
	m Cto Em 1	17,50	0,76	13,36
	m Cto Em 2	39,50	0,76	30,16
	m Cto AA 1	5,00	0,76	3,82
	m Cto AA 2	8,50	0,76	6,49
	m Cto AA 3	8,00	0,76	6,11
	m Cto Vent Aseo	17,00	0,76	12,98
				181,71
	CTO4x4	<b>m Circuito 450/750 4x4+TT4</b>		
m Cto Compresor		13,50	2,99	40,41
				40,41
CTO4x2,5	<b>m Circuito 450/750 4x2,5+TT2,5</b>			
	m Cto Cabina de pintura	30,00	1,29	38,81
	m Cto Box de pintura	16,50	1,29	21,34
	m Cto Elevador	9,50	1,29	12,29
	m Cto Soldador	16,50	1,29	21,34
	m Cto Lámpara de secado	13,00	1,29	16,82
				110,59
PAT	<b>Ud Circuito puesta a tierra</b>	3	73,12	219,36
				219,36

<b>TOTALCAPITULO 4. CIRCUITOS</b>	<b>1971,83</b>
-----------------------------------	----------------

### CAPITULO 5. CANALIZACIONES

CÓDIGO	RESUMEN	CANTIDAD	PRECIO	IMPORTE
TS20	m Tubo PVC en superficie de 20mm	268,00	1,27	341,30
TE-125	m Tubo PVC enterrado de 125mm	11,5	2,81	32,29
TE50	m Tubo PVC enterrado de 50mm	6,00	2,01	12,04
TS16	m Tubo PVC en superficie de 16mm	490,50	0,56	276,40
BAPER	m Bandeja perforada PVC 75x60	71	3,66	260,11

<b>TOTALCAPITULO 5. CANALIZACIONES</b>	<b>922,13</b>
--	---------------

### CAPITULO6. ILUMINACIÓN

CÓDIGO	RESUMEN	CANTIDAD	PRECIO	IMPORTE
BY121P	Ud Campana LED PHILIPS 198W	27	181,70	4905,90
DN130B	Ud Downlight PHILIPS de 11W	4	15,80	63,20
TBS460	Ud Luminaria PHILIPS 4x24W	4	106,64	426,56
4MX800	Ud Luminaria regleta PHILIPS 47W	9	31,60	284,40
RC660B	Ud Luminaria PHILIPS empotrada	11	23,70	260,70
ZUMPANIC	Ud Alumbrado emergencia Zumtobel	14	142,20	1990,80
BEGHFM	Ud Alumbrado emergencia BEGHELLI	10	70,25	702,50

<b>TOTALCAPITULO6. ILUMINACIÓN</b>	<b>8634,06</b>
------------------------------------	----------------

Proyecto instalación eléctrica baja tensión taller chapa y pintura

**CAPITULO7. ALIMENTACIÓN AUX**

CÓDIGO	RESUMEN	CANTIDAD	PRECIO	IMPORTE
GE15KVA	Ud Grupo Electrogeno KAISER 15kVA	1,00	4229,02	4229,02
<b>TOTALCAPITULO7. ALIMENTACIÓN AUX</b>				<b>4229,02</b>

**RESUMEN**

	IMPORTE
<u>CAPÍTULO 1. CUADRO GENERAL</u>	1851,48
<u>CAPITULO 2. CS1</u>	828,61
<u>CAPITULO 3. CS2</u>	1264,81
<u>CAPITULO 4. CIRCUITOS</u>	1971,83
<u>CAPITULO 5. CANALIZACIONES</u>	922,13
<u>CAPITULO6. ILUMINACIÓN</u>	8634,06
<u>CAPITULO7. ALIMENTACIÓN AUX</u>	4229,02
<b>TOTAL INSTALACION TALLER CHAPA Y PINTURA</b>	<b>19701,93</b>

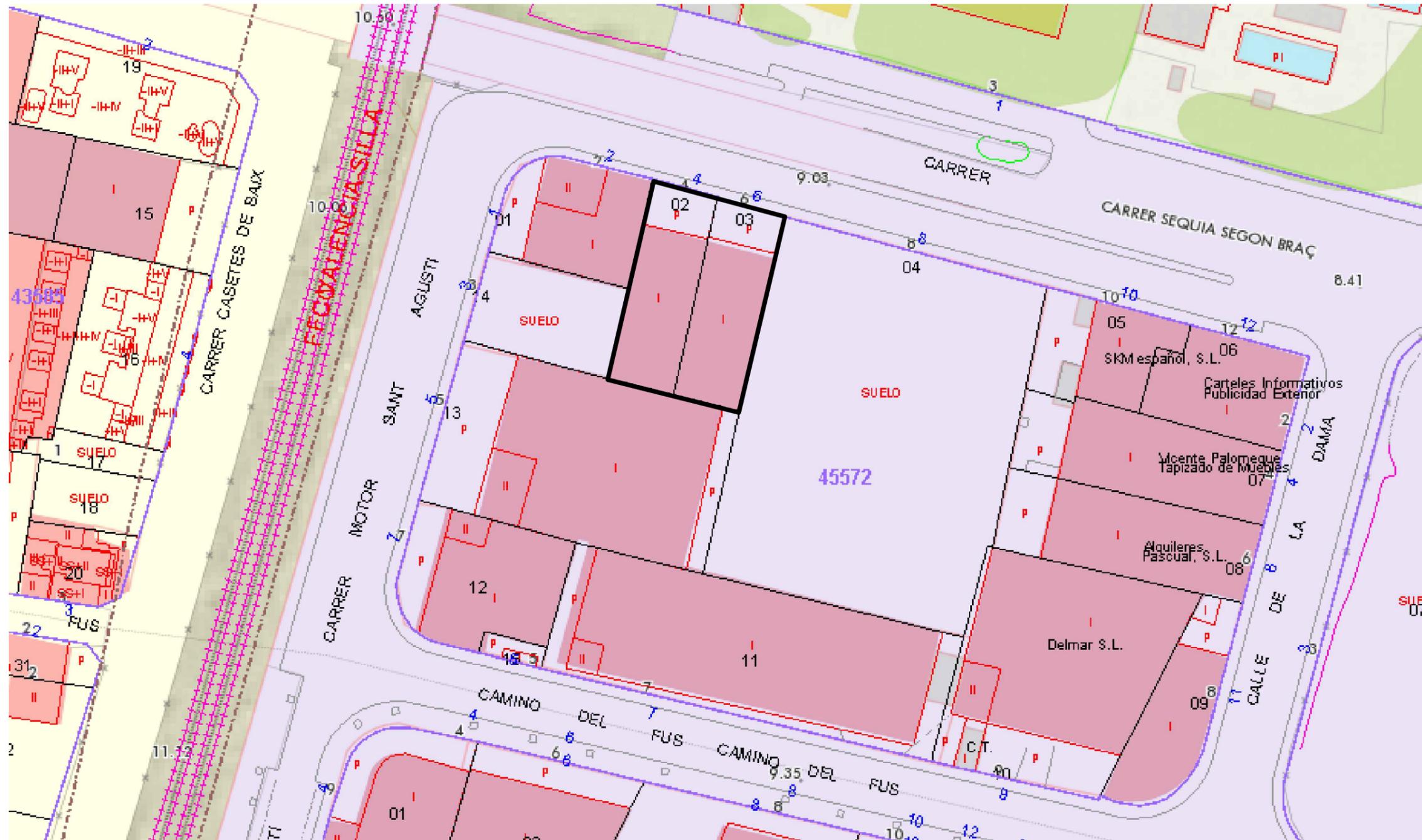
El importe final sin impuestos aplicados para la instalación eléctrica del Taller de chapa y pintura en Massanassa, asciende a diecinueve mil setecientos un euros con noventa y tres centimos (19.701,93 €).

## ANEJO III: PLANOS

1. Plano de situación
2. Plano de ubicación
3. Alzado y planta
4. Plano zonas taller
5. Instalación eléctrica
6. Receptores eléctricos
  - 6.1. Receptores eléctricos: fuerza
  - 6.2. Receptores eléctricos: alumbrado
  - 6.3. Receptores eléctricos: emergencia
7. Esquema unifilar
  - 7.1. Esquema unifilar cuadro general
  - 7.2. Esquema unifilar CS1
  - 7.3. Esquema unifilar CS2

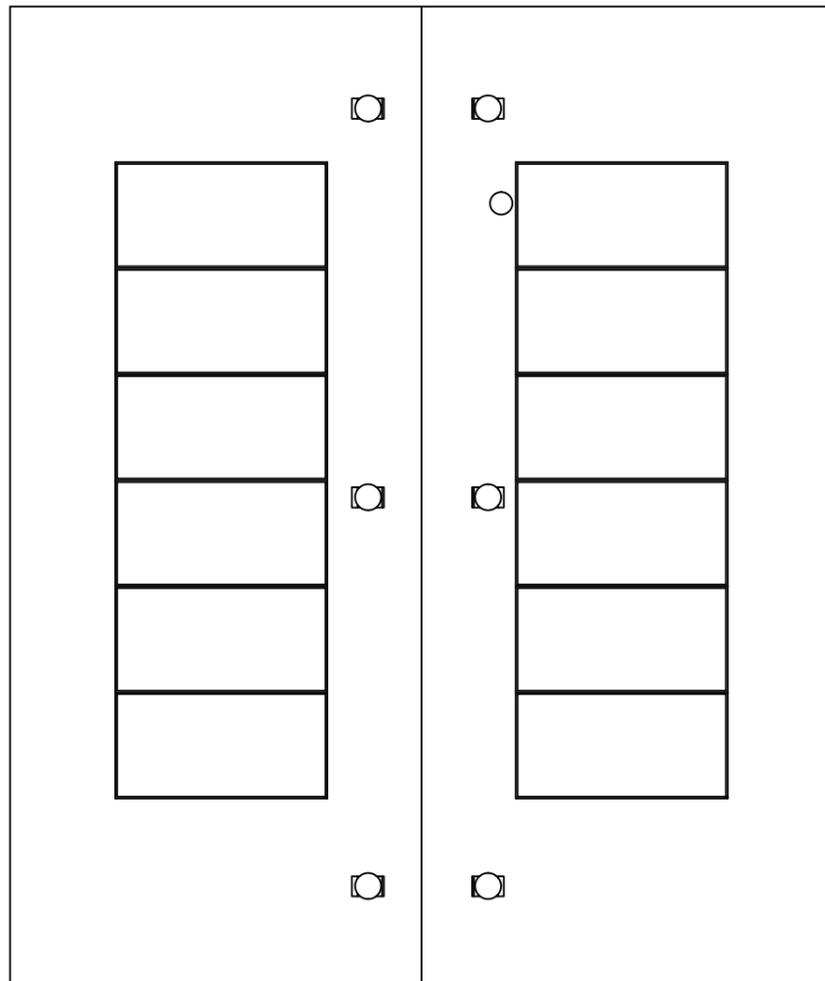
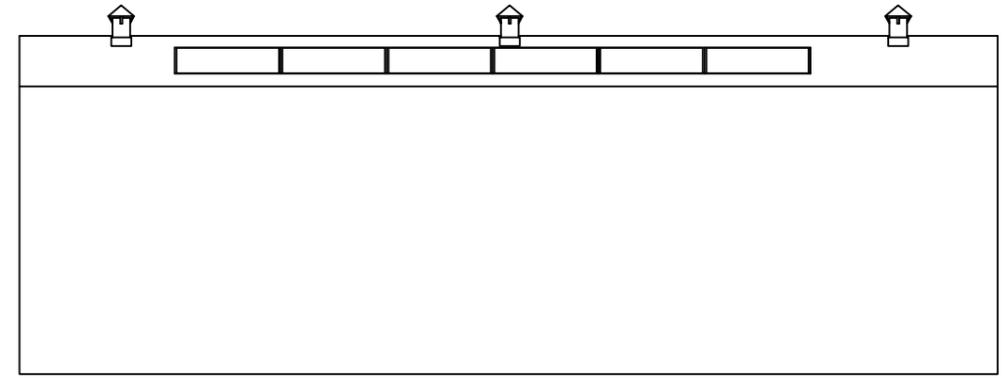
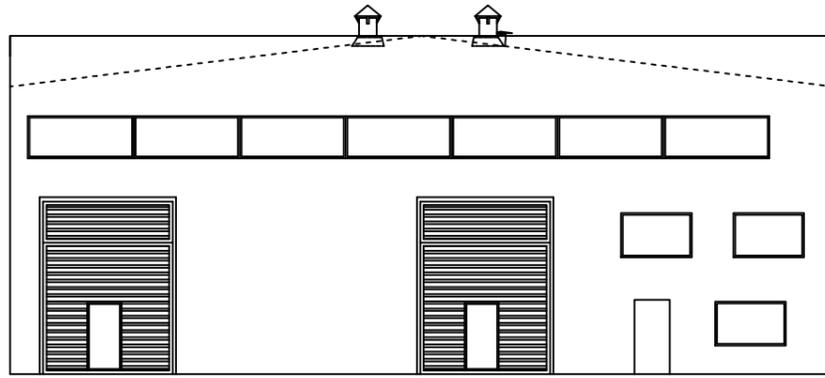


 <b>UNIVERSITAT POLITECNICA DE VALENCIA</b>		Fecha	Nombre	PROYECTO INSTALACIÓN ELÉCTRICA EN BT PARA TALLER DE CHAPA Y PINTURA	
	Dibujado	01/12/2015	VICTOR SIMO LOZANO		
	Comprobado	01/12/2015	Fco. RODRIGUEZ BENITO		
<b>PLANO DE SITUACIÓN</b>				PLANO N. 01	ESCALA 1:15000

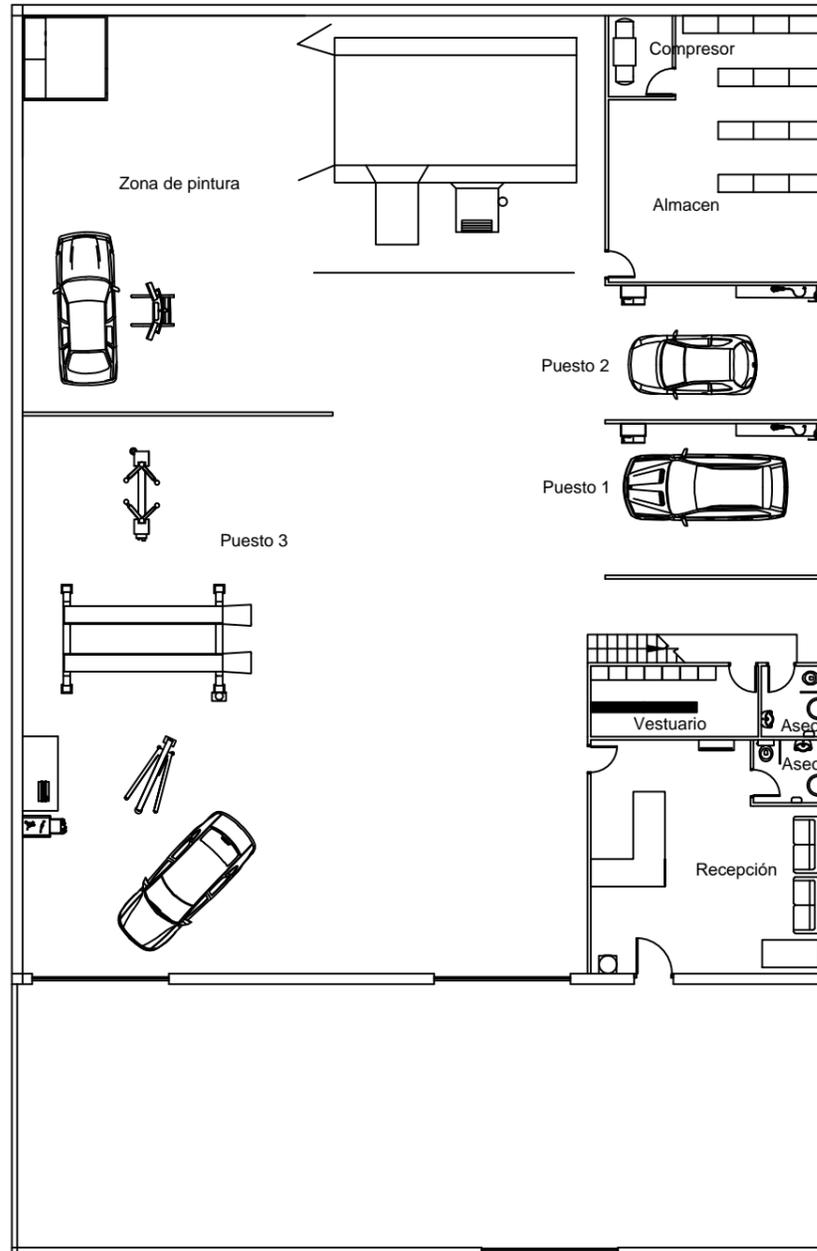


UNIVERSITAT  
POLITECNICA  
DE VALÈNCIA

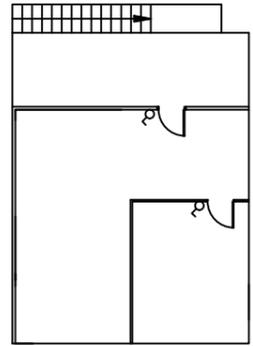
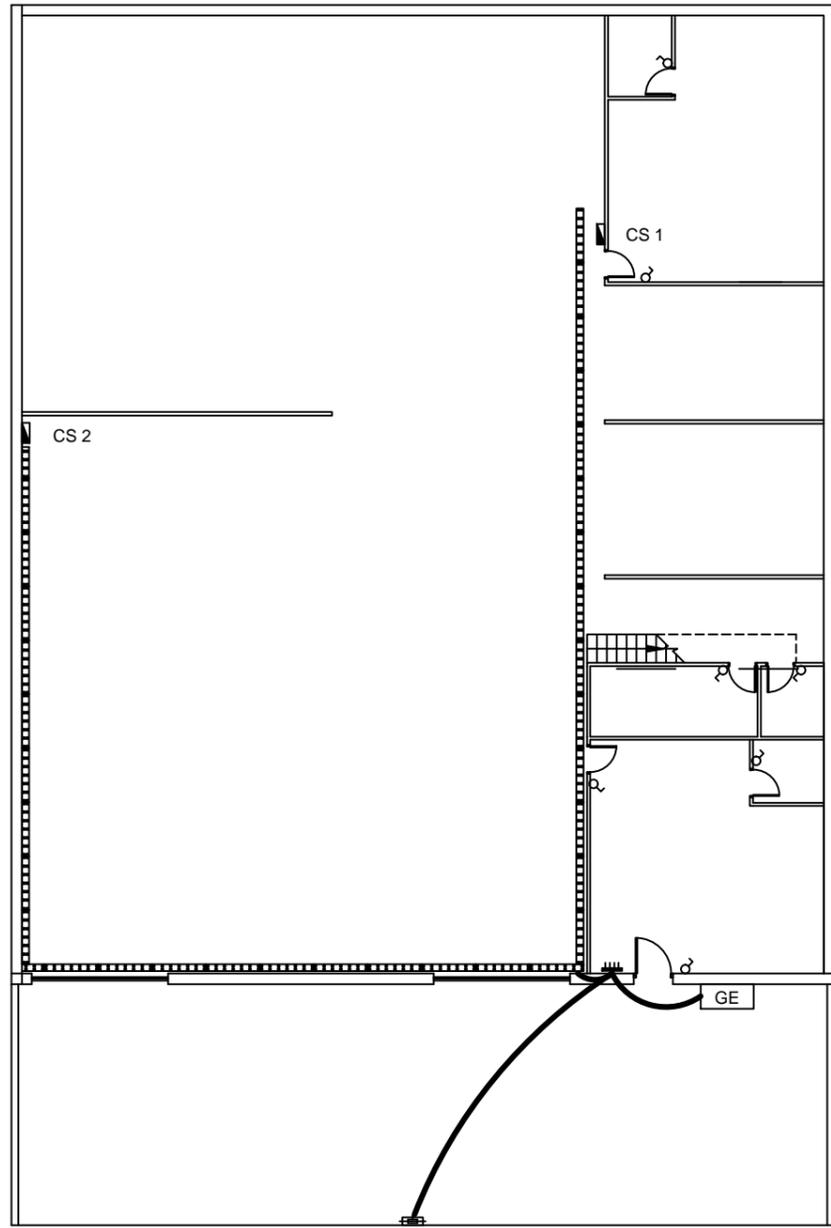
	Fecha	Nombre	PROYECTO INSTALACIÓN ELÉCTRICA EN BT PARA TALLER DE CHAPA Y PINTURA	
Dibujado	Junio 2016	VICTOR SIMO LOZANO		
Comprobado	Junio 2016	Fco. RODRIGUEZ BENITO		
PLANO DE UBICACIÓN			PLANO N. 02	ESCALA 1:1000



 <b>UNIVERSITAT POLITÈCNICA DE VALÈNCIA</b>		Fecha	Nombre	PROYECTO INSTALACIÓN ELÉCTRICA EN BT PARA TALLER DE CHAPA Y PINTURA
	Dibujado	01/12/2015	VICTOR SIMO LOZANO	
	Comprobado	01/12/2015	Fco. RODRIGUEZ BENITO	
ALZADO Y PLANTA				PLANO N. 03 ESCALA 1:200

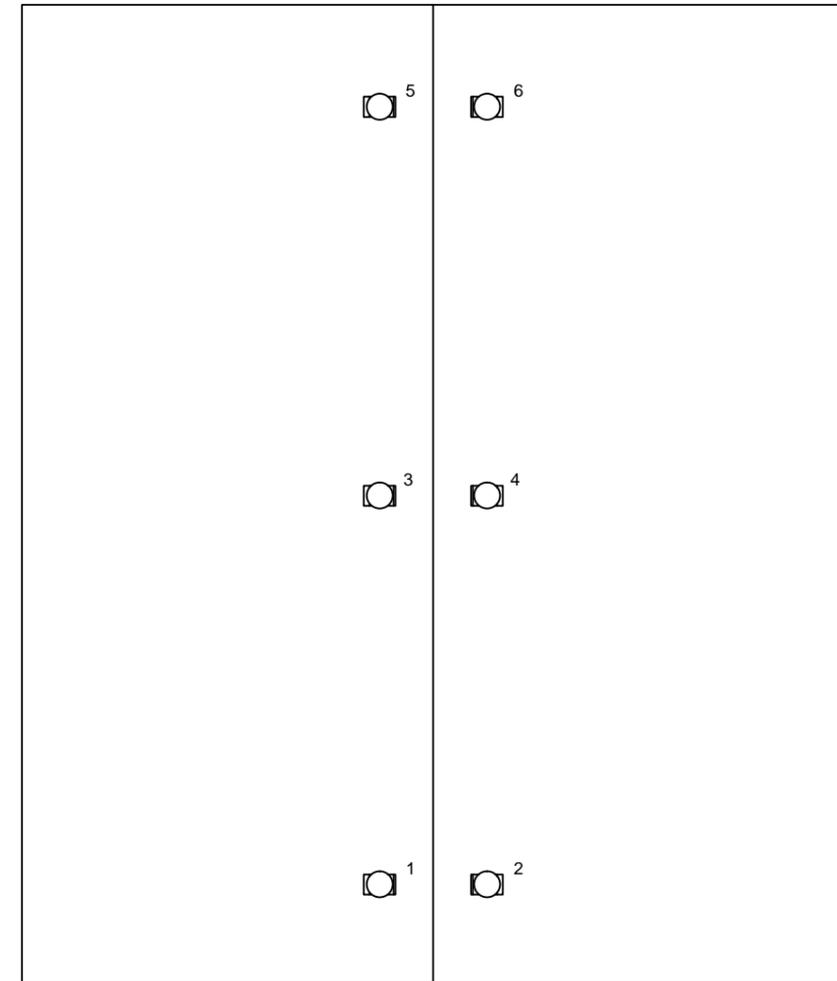
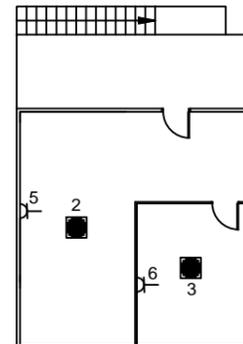
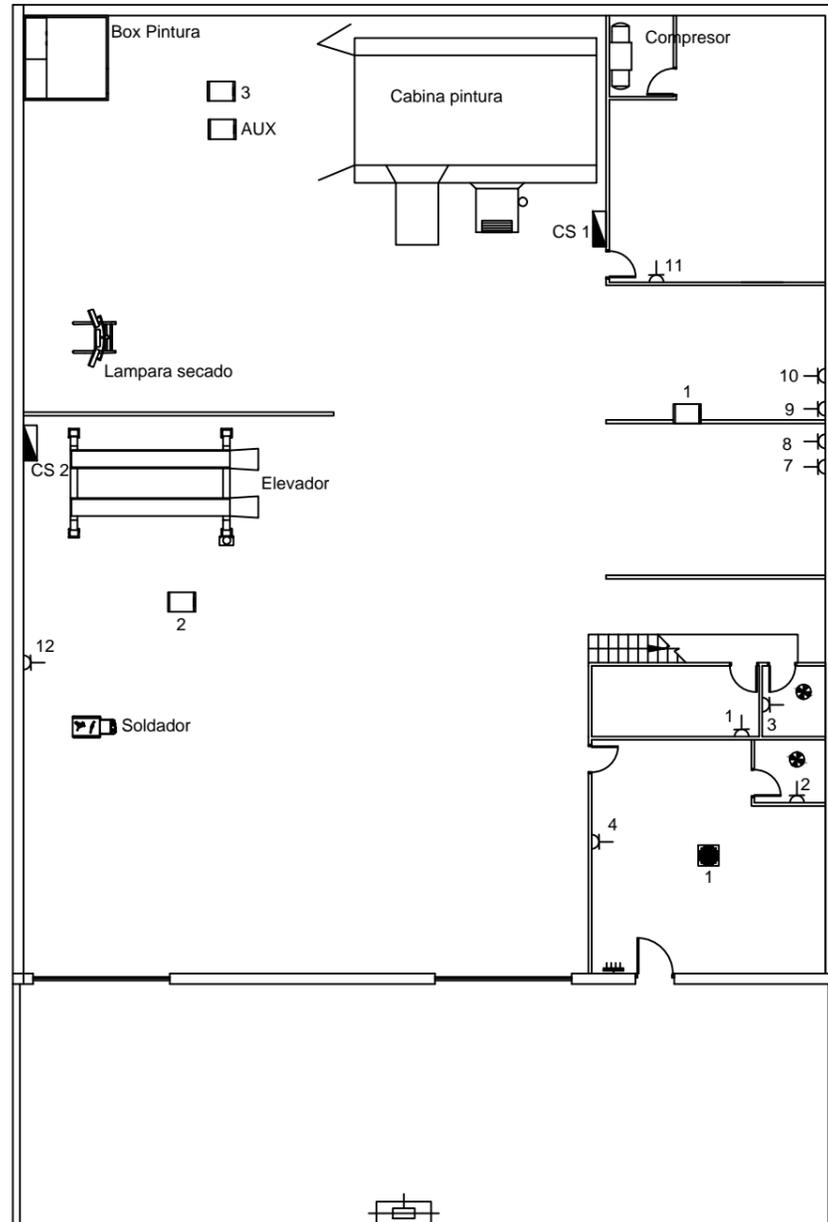


 <b>UNIVERSITAT POLITECNICA DE VALENCIA</b>		Fecha	Nombre	PROYECTO INSTALACIÓN ELÉCTRICA EN BT PARA TALLER DE CHAPA Y PINTURA	
	Dibujado	Junio 2016	VICTOR SIMO LOZANO		
	Comprobado	Junio 2016	Fco. RODRIGUEZ BENITO		
<b>PLANO ZONAS TALLER</b>				PLANO N. 04	ESCALA 1:200



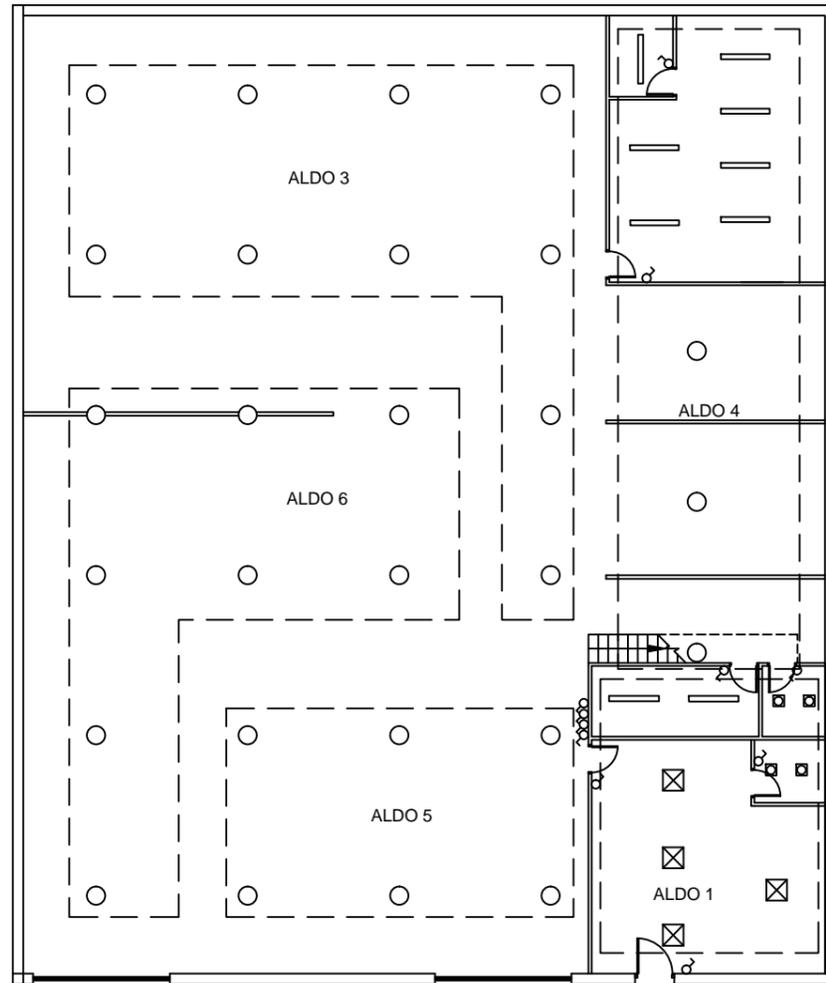
LEYENDA	
	CAJA GENERAL DE PROTECCIÓN
	CUADRO GENERAL DE MANDO Y PROTECCIÓN
	CUADRO SECUNDARIO
	INTERRUPTOR UNIPOLAR
	CANALIZACIÓN BANDEJA
	RZ1-K (AS)

		Fecha	Nombre	PROYECTO INSTALACIÓN ELÉCTRICA EN BT PARA TALLER DE CHAPA Y PINTURA	
	Dibujado	Junio 2016	VICTOR SIMO LOZANO		
	Comprobado	Junio 2016	Fco. RODRIGUEZ BENITO		
UNIVERSITAT POLITÈCNICA DE VALÈNCIA	INSTALACIÓN ELÉCTRICA			PLANO N. 05	ESCALA 1:200

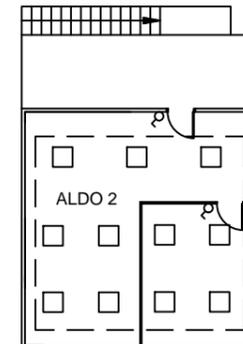


LEYENDA	
	CAJA GENERAL DE PROTECCIÓN
	CUADRO GENERAL DE MANDO Y PROTECCIÓN
	CUADRO SECUNDARIO
	TOMA DE CORRIENTE MONOFÁSICA
	VENT ASEO
	AIREADOR
	EXTRACTOR
	AA

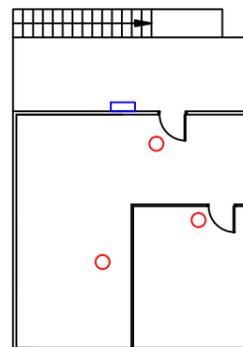
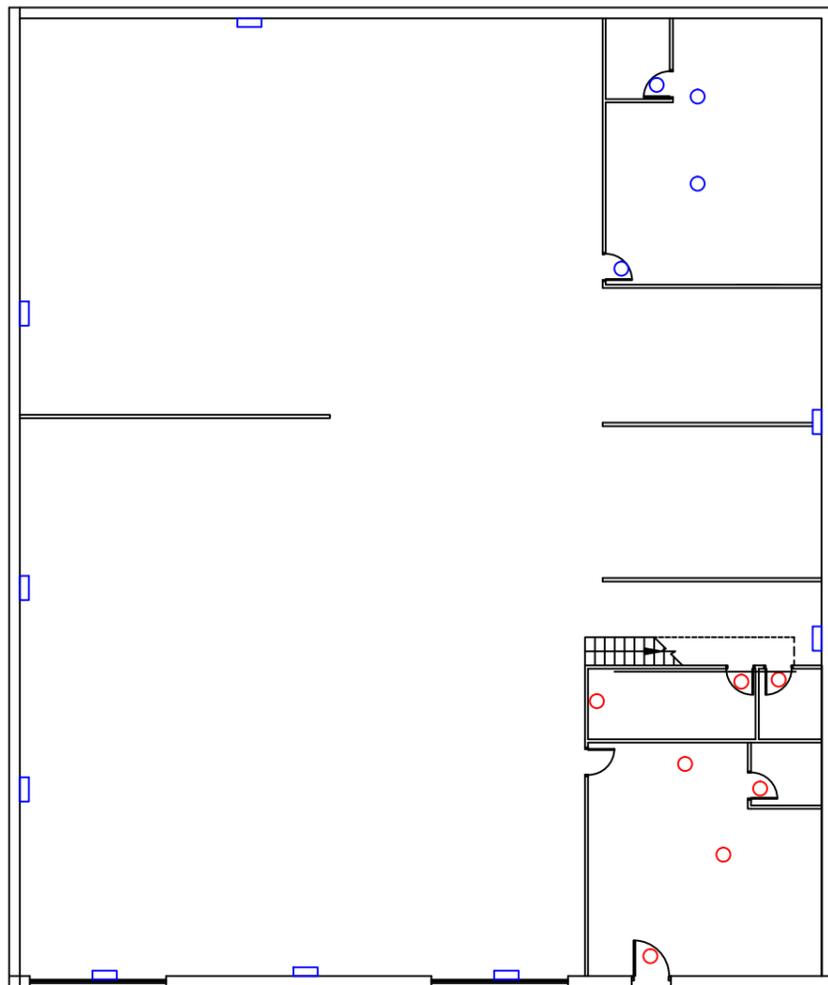
		Fecha	Nombre	PROYECTO INSTALACIÓN ELÉCTRICA EN BT PARA TALLER DE CHAPA Y PINTURA	
	Dibujado	Junio 2016	VICTOR SIMO LOZANO		
	Comprobado	Junio 2016	Fco. RODRIGUEZ BENITO		
UNIVERSITAT POLITÈCNICA DE VALÈNCIA	RECEPTORES ELÉCTRICOS: FUERZA			PLANO N. 6.1	ESCALA 1:200



LEYENDA	
—	PHILIPS 4MX800 491 4XLED10-P3000 P30
○	PHILIPS BY121P G2 1XLED205S/840 WB
⊗	PHILIPS TBS460 SQR 4XTL5-24W HFP M2
□	PHILIPS RC660B W60L60 1XLED36S/840
▣	PHILIPS DN130B D165 1XLED10S/840
∂	INTERRUPTOR UNIPOLAR



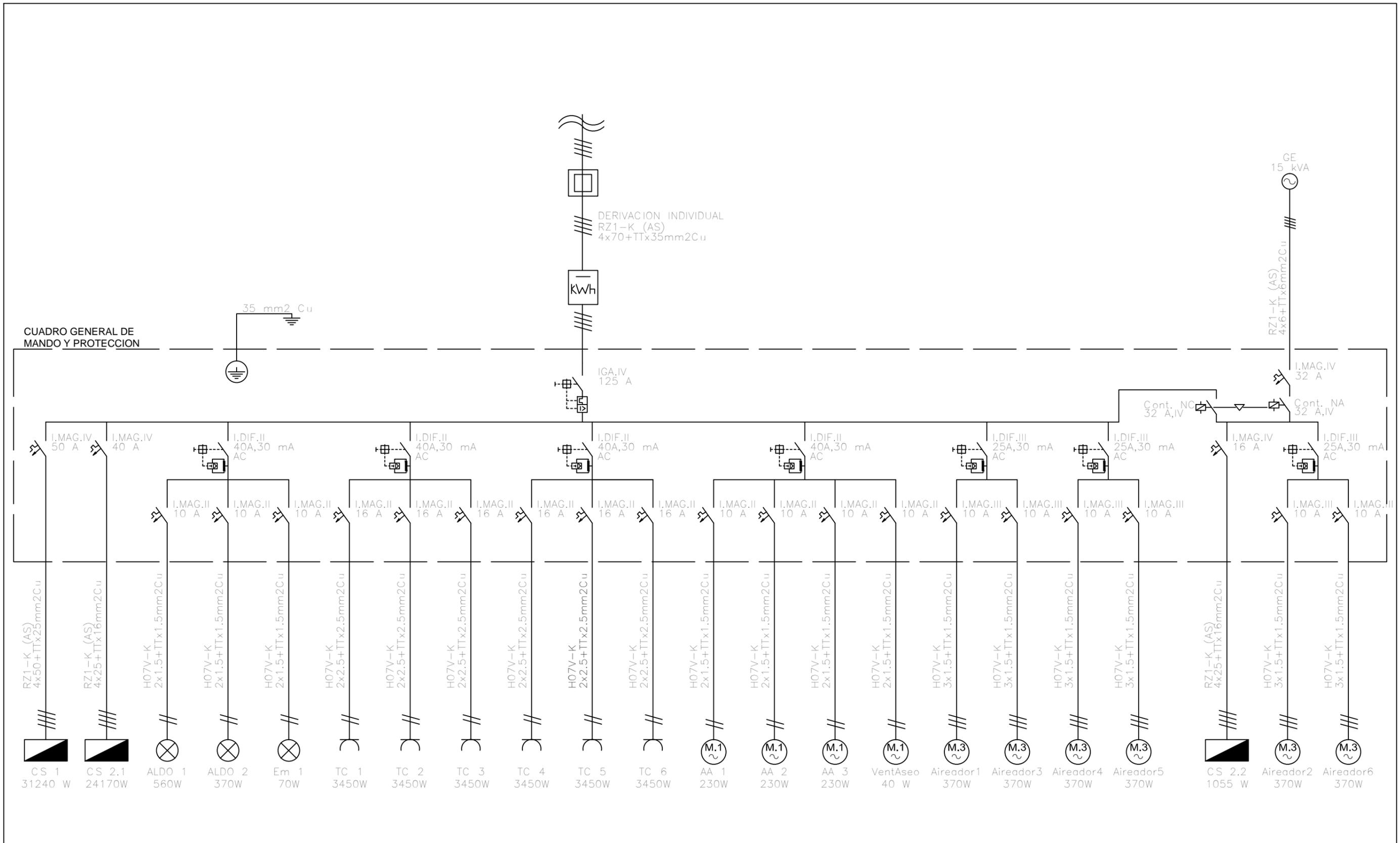
 <b>UNIVERSITAT POLITECNICA DE VALENCIA</b>		Fecha	Nombre	PROYECTO INSTALACIÓN ELÉCTRICA EN BT PARA TALLER DE CHAPA Y PINTURA
	Dibujado	Junio 2016	VICTOR SIMO LOZANO	
	Comprobado	Junio 2016	Fco. RODRIGUEZ BENITO	
<b>RECEPTORES ELÉCTRICOS: ALUMBRADO</b>				PLANO N. 6.2 ESCALA 1:200



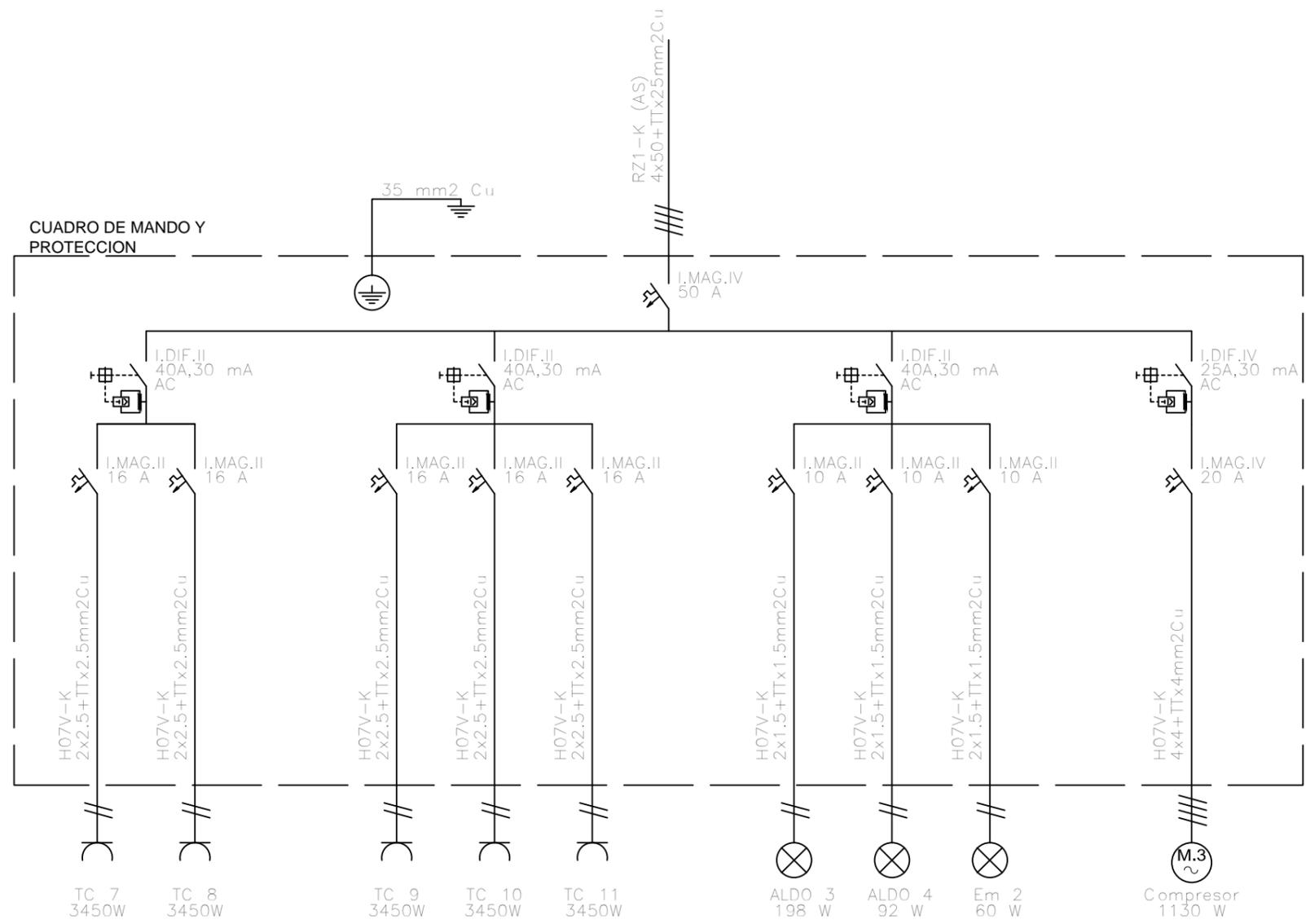
LEYENDA	
○	ZUMTOBEL RESCLITE C ANTIPANIC 42-182562
□	BEGHELLI 12102FM LOGICA

CONTROL	
■	EM 1
■	EM 2

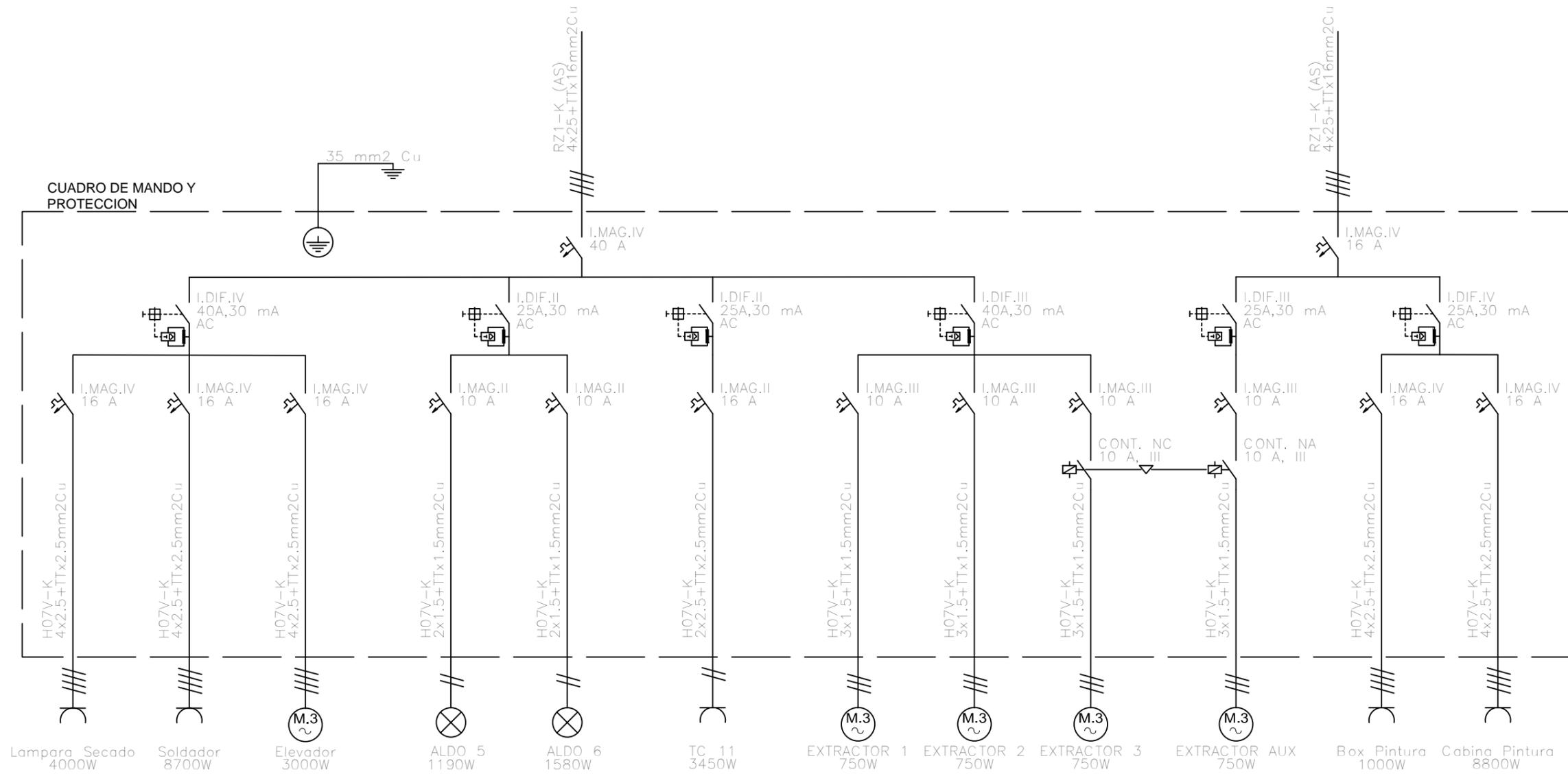
 <b>UNIVERSITAT POLITÈCNICA DE VALÈNCIA</b>		Fecha	Nombre	PROYECTO INSTALACIÓN ELÉCTRICA EN BT PARA TALLER DE CHAPA Y PINTURA
	Dibujado	Junio 2016	VICTOR SIMO LOZANO	
	Comprobado	Junio 2016	Fco. RODRIGUEZ BENITO	
<b>RECEPTORES ELÉCTRICOS: EMERGENCIA</b>				PLANO N. 6.3 ESCALA 1:200



 <b>UNIVERSITAT POLITÈCNICA DE VALÈNCIA</b>	Fecha	Nombre	PROYECTO INSTALACIÓN ELÉCTRICA EN BT PARA TALLER DE CHAPA Y PINTURA	
	Dibujado	Junio 2016		VICTOR SIMO LOZANO
	Comprobado	Junio 2016		Fco. RODRIGUEZ BENITO
<b>ESQUEMA UNIFILAR CUADRO GENERAL</b>			PLANO N. 7.1 ESCALA S/E	



 <b>UNIVERSITAT POLITÈCNICA DE VALÈNCIA</b>		Fecha	Nombre	PROYECTO INSTALACIÓN ELÉCTRICA EN BT PARA TALLER DE CHAPA Y PINTURA
	Dibujado	Junio 2016	VICTOR SIMO LOZANO	
	Comprobado	Junio 2016	Fco. RODRIGUEZ BENITO	
<b>ESQUEMA UNIFILAR CS1</b>				PLANO N. 7.2 ESCALA S/E



 <b>UNIVERSITAT POLITÈCNICA DE VALÈNCIA</b>		Fecha	Nombre	PROYECTO INSTALACIÓN ELÉCTRICA EN BT PARA TALLER DE CHAPA Y PINTURA
	Dibujado	Junio 2016	VICTOR SIMO LOZANO	
	Comprobado	Junio 2016	Fco. RODRIGUEZ BENITO	
<b>ESQUEMA UNIFILAR CS2</b>				PLANO N. 7.3 ESCALA S/E