

**MÁSTER UNIVERSITARIO EN  
INGNIERÍA INDUSTRIAL**

**TRABAJO FIN DE MÁSTER**

***INSTALACIÓN ELÉCTRICA DE UN TALLER DE  
CARPINTERÍA METÁLICA***

<b>Estudiante</b>	<i>Díaz, Helguera, Xabier</i>
<b>Director/Directora</b>	<i>Buigues, Beraza, Garikoitz</i>
<b>Departamento</b>	<b>Ingeniería eléctrica</b>
<b>Curso académico</b>	<i>2021/2022</i>

*Bilbao, septiembre 2022*

# Índice General

**Documento 1: Memoria**

**Documento 2: Cálculos**

**Documento 3: Planos**

**Documento 4: Presupuesto**

**Documento 5: Pliego de condiciones**

**Documento 6: Estudio de salud y seguridad**

**Anexo 1: Estudio de iluminación**

## Resumen

El presente proyecto tiene como finalidad la realización y justificación del diseño y cálculo de la instalación de baja tensión de una nave industrial de carpintería metálica.

Para dicho fin se ha procedido a estimar la potencia necesaria para desarrollar la actividad, a partir de ello se han calculado las secciones de los conductores de los diferentes circuitos que alimentan a las cargas, así como las canalizaciones que alojan dichos conductores.

Para proteger la instalación se han calculado las corrientes de circuitos de los conductores y se han dimensionado las protecciones para garantizar la seguridad de los usuarios.

Finalmente se ha realizado un estudio luminotécnico en función de las necesidades de cada estancia.

Las condiciones técnicas de la instalación se han diseñado conforma a las normativas y a las disposiciones técnicas y legales vigentes, para así preservar la seguridad de las personas y bienes así como el asegurar el normal funcionamiento de la instalación.

## Laburpena

Proiektu honen helburua metalezko arrotzeriako industria-nabe baten behetentsioko instalazioaren diseinua eta kalkulua egitea eta justifikatzea da

Horretarako, jarduetarako behar den potentzia kalkulatu da, eta, hori esker, kargak elikatzen dituzten zirkuituetako eroaleen sekzioak kalkulatu dira. Eroale hauek kanalizaio espezifikoetan kokatzen direnez, era berean kanalizaio hauen ezaugarriak zehaztu dira.

Instalazioa babesteko, eroaleen zirkuitu-korronteak kalkulatu dira, eta babesak dimentsionatu dira, erabiltzaileen segurtasuna ziurtatzeko.

Azkenik, azterketa luminoteknikoa egin da, gela bakoitzaren beharren arabera.

Instalazioaren baldintza teknikoak indarreko legearen, araudien eta xedapen tekniko eta legalen arabera diseinatu dira, pertsonen eta ondasunen segurtasuna zaintzeko eta instalazioaren funtzionamendu normala bermatzeko.

## Abstract

The main purpose of the current project is to carry out the design and calculation of a the low voltage electrical installation of a metal workshop

Thus, in first place the needed power to carry out the activity has been estimated so that the wire sizes of each circuit can be calculated.

Next the conduits that carry the conductors have been designed and laid out.

In order to protect the installation, short circuit currents have been worked out for all of the conductors and consequently, the electrical protections have been dimensioned.

Eventually, a lighting studio has been carried out regarding each room necessities.

Technical conditions of the installation have been designed according to current norms and technical and legal provisions to preserve users' and goods' safety as well as to ensure normal operation of itself.

## Lista de abreviaturas

- AT: Alta tensión
- MT: Media tensión
- BT: Baja tensión
- CT: Centro de transformación
- CGBT: Cuadro general de baja tensión
- CS: Cuadro secundario
- PdC: Poder de corte
- PaT: Puesta a tierra
- REBT: Reglamento electrotécnico de baja tensión
- ITC-BT: Instrucción técnica complementaria de baja tensión
- XLPE: Polietileno reticulado

**MÁSTER UNIVERSITARIO EN  
INGNIERÍA INDUSTRIAL**

## **DOCUMENTO 1: MEMORIA**

### ***INSTALACIÓN ELÉCTRICA DE UN TALLER DE CARPINTERÍA METÁLICA***

<b>Estudiante</b>	<i>Díaz, Helguera, Xabier</i>
<b>Director/Directora</b>	<i>Buigues, Beraza, Garikoitz</i>
<b>Departamento</b>	<b>Ingeniería eléctrica</b>
<b>Curso académico</b>	<i>2021/2022</i>

*Bilbao, septiembre 2022*

# Índice

1.	Introducción .....	1
2.	Alcance del proyecto .....	1
3.	Contexto .....	2
4.	Beneficios del proyecto .....	3
4.1.	Beneficios económicos .....	3
4.2.	Beneficios de una correcta instalación eléctrica .....	3
5.	Requisitos de diseño .....	4
5.1.	Emplazamiento .....	4
5.2.	Distribución de la nave .....	4
5.3.	Programa de necesidades .....	6
5.3.1.	Potencia eléctrica instalada para diferentes usos .....	6
5.3.2.	Potencia eléctrica simultánea necesaria para el normal desarrollo de la actividad industrial 8	
6.	Clasificación de la instalación .....	9
6.1.	ITC-BT-30.1. Locales húmedos .....	9
6.1.1.	Canalizaciones eléctricas .....	9
6.1.2.	Aparamenta .....	10
6.1.3.	Receptores de alumbrado y aparatos portátiles de alumbrado .....	10
7.	Descripción general de la instalación eléctrica .....	11
7.1.	Suministro de energía eléctrica .....	11
7.2.	Centro de transformación .....	11
7.3.	Esquema de distribución .....	11
7.4.	Distribución eléctrica en el edificio .....	12
8.	Características descriptivas de la aparamenta MT y transformador .....	13
8.1.	Tipo de CT .....	13
8.2.	Generalidades .....	13
8.3.	Obra civil .....	13
8.3.1.	Envolvente del CT: PFU-4/20 .....	13
8.3.2.	Características detalladas .....	17
8.4.	Características de la red de alimentación .....	17
8.5.	Características de la Aparamenta de Media Tensión .....	18
8.5.1.	Celdas .....	18
8.6.	Características descriptivas de la aparamenta MT y transformador .....	20
8.6.1.	Celda de servicios auxiliares .....	20

## MEMORIA: INSTALACIÓN ELÉCTRICA DE UN TALLER DE CARPINTERÍA METÁLICA

8.6.2.	Celda de entrada .....	22
8.6.3.	Celda de salida.....	23
8.6.4.	Celda de remonte.....	23
8.6.5.	Celda de seccionamiento de la compañía.....	24
8.6.6.	Celda de protección .....	26
8.6.7.	Celda de medida.....	28
8.6.8.	Transformador.....	29
8.7.	Características del material vario de MT.....	30
8.8.	Medida de la energía eléctrica .....	30
8.9.	Instalaciones secundarias.....	31
8.9.1.	Alumbrado.....	31
8.9.2.	Protección contra incendios.....	31
8.9.3.	Armario de primeros auxilios .....	31
8.9.4.	Medidas de seguridad .....	31
9.	Instalación eléctrica de BT.....	32
9.1.	Cuadro General de Baja Tensión .....	32
9.2.	Cuadros Secundarios.....	34
9.2.1.	CS1.....	34
9.2.2.	CS2.....	36
9.2.3.	CS3.....	37
9.2.4.	CS4.....	38
9.2.5.	CS5.....	39
9.2.6.	CS6.....	40
9.3.	Conductores .....	41
9.4.	Canalizaciones eléctricas.....	42
9.4.1.	Línea de alimentación CT – CGBT.....	42
9.4.2.	Línea de alimentación CGBT - Cuadros Secundarios.....	43
9.4.3.	Líneas de alimentación Cuadros Secundarios – Receptores.....	43
10.	Tomas de corriente .....	44
11.	Alumbrado.....	45
11.1.	Taller.....	46
11.2.	Aseo Taller.....	46
11.3.	Sala CGBT.....	47
11.4.	Pasillo oficina.....	47
11.5.	Oficina .....	47
11.6.	Despachos .....	48

## MEMORIA: INSTALACIÓN ELÉCTRICA DE UN TALLER DE CARPINTERÍA METÁLICA

11.6.1.	Despacho 1 .....	48
11.6.2.	Despacho 2 .....	48
11.6.3.	Despacho 3 .....	48
11.7.	Sala de reuniones .....	49
11.8.	Vestuarios.....	49
12.	Sistemas de protección .....	50
12.1.	Protección frente a sobrecargas .....	50
12.2.	Protección frente a sobretensiones .....	50
12.3.	Protección frente a contactos directos .....	50
12.4.	Protección frente a contactos indirectos .....	51
12.5.	Protecciones seleccionadas.....	52
13.	Sistema de puesta a tierra.....	61
14.	Compensación de la energía reactiva .....	61
15.	Planificación .....	62
16.	Programas utilizados .....	64
17.	Normativa aplicada .....	65
18.	Bibliografía .....	65

## Índice de tablas

Tabla 1. Programa de necesidades fuerza planta baja.....	6
Tabla 2. Programa de necesidades fuerza planta superior .....	7
Tabla 3. Programa de necesidades iluminación planta baja .....	7
Tabla 4. Programa de necesidades iluminación planta superior .....	8
Tabla 5. Sección mínima conductores de protección REBT .....	42
Tabla 6. Código de colores de conductores REBT .....	42
Tabla 7. Condiciones de iluminación de las diferentes estancias .....	45
Tabla 8. Luminancia Taller.....	46
Tabla 9. Luminancia Aseo Taller .....	46
Tabla 10. Luminancia Sala CGBT .....	47
Tabla 11. Luminancia Pasillo Oficina .....	47
Tabla 12. Luminancia Oficina .....	48
Tabla 13. Luminancia Despacho 1 .....	48
Tabla 14. Luminancia Despacho 2 .....	48
Tabla 15. Luminancia Despacho 3 .....	48
Tabla 16. Luminancia Sala de reuniones .....	49
Tabla 17. Luminancia Vestuarios.....	49
Tabla 18. Protecciones CGBT.....	52
Tabla 19. Protecciones CS1 .....	53
Tabla 20. Protecciones CS2 .....	55
Tabla 21. Protecciones CS3 .....	56
Tabla 22. Protecciones CS4 .....	57
Tabla 23. Protecciones CS5 .....	59
Tabla 24. Protecciones CS6 .....	60
Tabla 25. Valores obtenidos PaT .....	61

## Índice de figuras

Figura 1. Emplazamiento de la nave .....	4
Figura 2. Esquema de distribución TN-S.....	12
Figura 3. Alzado CGBT .....	34
Figura 4. Alzado CS1 .....	35
Figura 5. Alzado CS2 .....	36
Figura 6. Alzado CS3 .....	37
Figura 7. Alzado CS4 .....	38
Figura 8. Alzado CS5 .....	39
Figura 9. Alzado CS6 .....	40
Ilustración 10. Diagrama de Gantt .....	63

# 1. Introducción

El objeto del presente proyecto es el diseño y cálculo de los elementos que componen la instalación eléctrica de acuerdo con las necesidades de la instalación, las normas, reglamentación y disposiciones oficiales y particulares establecidas por la compañía suministradora.

## 2. Alcance del proyecto

La aplicación del proyecto recoge la totalidad de la instalación eléctrica de un taller de carpintería metálica. Para ello se tendrá en cuenta la normativa eléctrica vigente.

Para la realización de dicha instalación, se incluye el cálculo y diseño de las siguientes instalaciones:

- Determinación de la potencia instalada.
- Cálculo, selección y distribución de los conductores eléctricos utilizados.
- Cálculo, selección y distribución de los cuadros eléctricos.
- Cálculo y selección de las protecciones contra contactos, sobrecargas y cortocircuitos.
- Estudio de selectividad de las protecciones
- Diseño y cálculo de puestas a tierra.
- Diseño y cálculo del centro de transformación.
- Diseño y cálculo de la iluminación interior.
- Diseño y cálculo de las tomas de corriente.
- Cálculo y diseño de batería de condensadores para compensación de energía reactiva.

### 3. Contexto

El taller de carpintería metálica del que trata el proyecto se va a ubicar en una nave del polígono industrial de Santelices, en la localidad vizcaína de Muskiz.

La principal actividad de dicha empresa es la confección e instalación de puertas y ventanas metálicas, así como soluciones a medida para diferentes clientes. Para ello utilizan diferentes herramientas de corte de metal, así como máquinas de soldadura de diversas técnicas.

Para el garantizar el buen funcionamiento de la planta se precisa de un esquema eléctrico que responda a las necesidades de la misma, transportando la energía desde un centro de transformación propio que alimenta un proceso de tales dimensiones, así como elementos de protección y maniobra que cumplan con la normativa eléctrica vigente.

A fecha de proyecto, la normativa a seguir es el Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión e ITC actualizado a fecha 9 de agosto de 2021.

## 4. Beneficios del proyecto

La ejecución del siguiente proyecto aporta una serie de virtudes de diferente naturaleza.

### 4.1. Beneficios económicos

El desarrollo de la empresa proporciona puestos de trabajo a largo plazo y fortalece el tejido industrial, lo que repercute en un beneficio económico para toda la sociedad.

### 4.2. Beneficios de una correcta instalación eléctrica

Además de cumplir con la normativa, un diseño óptimo de la instalación eléctrica brindará a los usuarios de la misma de mayor seguridad en el espacio laboral.

Para ello se estudian las protecciones y detalles de cada aspecto de la instalación en el presente proyecto.

## 5. Requisitos de diseño

### 5.1. Emplazamiento

La parcela donde se ubicará la nave, en el polígono de Santelices de Muskiz, cuenta con un terreno edificable de 2000 m<sup>2</sup>. La nave tendrá dos plantas siendo la baja el emplazamiento donde se realice la actividad principal, con 1800 m<sup>2</sup>, y la planta superior de oficinas, vestuarios y baños con 500 m<sup>2</sup>. Además, se ha ubicado contigua a la nave una caseta para el Centro de Transformación.



Figura 1. Emplazamiento de la nave

### 5.2. Distribución de la nave

Como ya se ha definido en el punto previo, la actividad principal tendrá lugar en la planta baja. Se precisan diferentes funcionalidades en este espacio. Pese a ser principalmente un espacio diáfano, exceptuando aseos y la sala del CGBT, se definen diferentes zonas las cuales son, zona de carga y descarga de material, con una puerta que permita el acceso a grandes vehículos y será utilizado única y exclusivamente para dicha tarea; zona

## MEMORIA: INSTALACIÓN ELÉCTRICA DE UN TALLER DE CARPINTERÍA METÁLICA

de corte, con diez puntos de trabajo de sierra circular para metal; zona de soldadura, con hasta cinco puntos de trabajo con diferentes equipos de soldadura; el taller manual, donde se efectuarán tareas de ensamblaje, labores artesanales de reparación, y preparación y embalaje para la carga y por último, se ubicará un pequeño aseo en el taller para evitar a los empleados tener que subir a los vestuarios del piso superior. Por último, se destinará un cuarto para el CGBT.

En la planta superior tendrán lugar las tareas puramente burocráticas. En la oficina se dispondrán de veinte puntos de trabajo. Además de la sala de reuniones y tres despachos personales. Los baños y vestuarios, se ubicarán también en esta planta.

## 5.3. Programa de necesidades

### 5.3.1. Potencia eléctrica instalada para diferentes usos

Planta baja						
Nombre	Tensión	Potencia (W)	Ctdad.	Potencia total (W)	FdP	Potencia total activa (VA)
Puerta seccional	400	3200	1	3200	0,80	4000,00
Puente grúa GH 15 Tn	400	30000	1	30000	0,84	35714,29
Sierra circular	400	1500	5	7500	0,75	10000,00
Sierra cinta	400	900	5	4500	0,80	5625,00
Equipo TIG	400	9000	2	18000	0,80	22500,00
Equipo MIG	400	11000	3	33000	0,78	42307,69
Taladro columna	400	2000	3	6000	0,75	8000,00
CNC	400	12000	1	12000	0,8	15000,00
Schuko	230	3680	20	73600	1,00	73600,00
<b>Total</b>				187800		216746,98

Tabla 1. Programa de necesidades fuerza planta baja

Planta superior						
Nombre	Tensión	Potencia (W)	Ctdad.	Potencia total (W)	FdP	Potencia total activa (VA)
Schuko	230	3680	25	92000	1,00	92000,00
Climatización	400	20000	1	20000	0,90	22222,22
<b>Total</b>				112000		114222,22

Tabla 2. Programa de necesidades fuerza planta superior

En cuanto a las potencias destinadas a iluminación, se resumen en las siguientes tablas, más adelante se detallará en el estudio de iluminación.

Planta baja						
Nombre	Tensión	Potencia (W)	Ctdad.	Potencia total (W)	FdP	Potencia total activa (VA)
SIMON. SLIM suspendida de 1,2m, 3000K con óptica simétrica con difusor opal.	230	22	350	7700	0,90	8555,56
SIMON. Luminaria estanca 780 600 IP65 4000K On-Off	230	20	12	240	0,90	266,67
<b>Total</b>				7940		8822,23

Tabla 3. Programa de necesidades iluminación planta baja

Planta superior						
Nombre	Tensión	Potencia (W)	Ctdad.	Potencia total (W)	FdP	Potencia total activa (VA)
SIMON. Luminaria Advance M4 60x60 NW CLC DALI	230	28	42	1176	0,90	1306,67
SIMON. Luminaria Advance M4 120x30 NW CLC DALI	230	28	26	728	0,90	808,89
<b>Total</b>				1904		24337,78

Tabla 4. Programa de necesidades iluminación planta superior

### 5.3.2. Potencia eléctrica simultánea necesaria para el normal desarrollo de la actividad industrial

Para los cálculos de dimensionamiento de conductores y protecciones se utilizará el factor de simultaneidad, que establece la relación entre la potencia total que se estima que se esté demandando al mismo tiempo por la instalación y la potencia total que pueda llegar a demandar. Se aplicará un factor diferente en cada cuadro.

La demanda total de potencia activa aplicando los factores de utilización y simultaneidad resulta de 348,27 kVA. De acuerdo con la normativa UNESA (ahora Asociación de Empresas de la Energía Eléctrica) 5201 D, se ha elegido un Centro de Transformación de 400 kVA.

En el documento "Cálculos" del presente proyecto se detallan los cálculos eléctricos de la instalación.

## 6. Clasificación de la instalación

El REBT establece diferentes tipos de locales en función de la actividad realizada y con unas pautas a seguir en su diseño e instalación eléctrica. Dado que el edificio proyectado es una fábrica en cuyas oficinas no habrá presencia al público mayor de 50 personas, por lo tanto, no constituye un local de pública concurrencia y no procede aplicar la norma ITC-BT-28.

Sin embargo, en el caso de los vestuarios y baños de la oficina se aplicará la norma ITC-BT-30.1, referente a locales húmedos. A continuación, se detallan las implicaciones de dicha norma.

### 6.1. ITC-BT-30.1. Locales húmedos

Los locales que presenten momentánea o permanentemente condensación en techo y paredes, manchas salinas o moho, sin la necesidad de aparecer gotas en el techo o paredes impregnadas en agua se consideran locales húmedos.

#### 6.1.1. Canalizaciones eléctricas

Las canalizaciones serán estancas, utilizándose para terminales, empalmes y conexiones, sistemas y dispositivos con grado de protección IPX1, frente a la caída vertical de gotas de agua para canalizaciones prefabricadas.

Para canalizaciones con conductores y cables aislados en el interior de tubos, los conductores tendrán una tensión asignada de 450/750 V. Discurrirán por tubos:

- Empotrados: ITC-BT-21
- En superficie: ITC-BT-21, grado de resistencia a la corrosión 3.

En el caso de cables aislados con cubierta en el interior de canales aislantes, serán instalados en superficie, y las conexiones, empalmes y derivaciones se realizarán en el interior de cajas.

En el caso de cables aislados y armados con alambres galvanizados sin tubo protector, los conductores tendrán una tensión asignada de 0,6/1 kV y discurrirán

en el interior de huecos de la construcción o fijados en superficie mediante dispositivos hidrófugos y aislantes.

### 6.1.2. Aparamenta

Los aparatos de mando y protección y tomas de corriente deberán presentar el grado de protección IPX1 frente a la caída vertical de gotas de agua. Asimismo, sus cubiertas y las partes accesibles de los órganos de accionamiento no serán metálicos.

### 6.1.3. Receptores de alumbrado y aparatos portátiles de alumbrado

Los receptores de alumbrado estarán protegidos contra la caída vertical de agua, IPX1 y no serán de clase 0.

Los aparatos de alumbrado serán de la Clase II, según la instrucción ITC-BT-43.

## 7. Descripción general de la instalación eléctrica

### 7.1. Suministro de energía eléctrica

El suministro de energía eléctrica será proporcionado por Iberdrola Distribución Eléctrica, como corresponde en la ubicación del edificio.

La tensión de la electricidad proporcionado será en MT, a 20 kV, y se emplazará por tanto un Centro de Transformación de abonado con un transformador reductor AT/BT.

### 7.2. Centro de transformación

Al haber elegido tener la empresa contratar la electricidad directamente en media tensión, debe contar con su propio Centro de Transformación. Este contrato resulta óptimo para el proyecto puesto que el coste de la electricidad es menor, aún con los costes fijos del CT y su mantenimiento.

Su ubicación se ha emplazado en una caseta prefabricada a 7 metros del edificio. Las características del CT han sido calculadas mediante el software "Amikit", en el apartado 8 se detallan las características.

El CT cuenta con un único transformador, alimentado en este caso a 20 kV y con una potencia de 400 kVA.

### 7.3. Esquema de distribución

El esquema de distribución elegido es el TN-S. En un sistema TN-S, existe una única puesta a tierra, la cual estará ubicada en el circuito secundario del transformador. Se utilizan circuitos diferentes para protección y para neutro.

Pese a que no es necesario por normativa utilizar un TN-S, se ha elegido por los beneficios que conlleva: no se precisa de protección diferencial, mantiene equipotencialidad entre masas accesibles

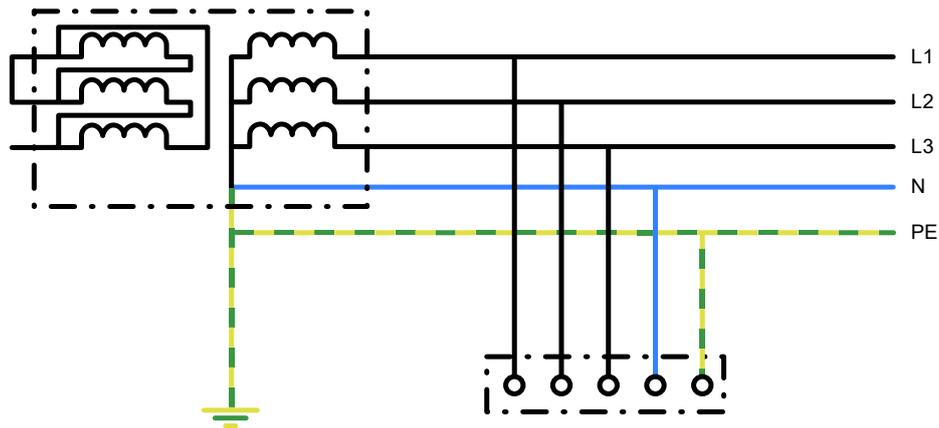


Figura 2. Esquema de distribución TN-S

Se ha contemplado utilizar un esquema TT por su simplicidad, sin embargo, teniendo en cuenta la cantidad de equipos electrónicos que se prevén, se ha elegido el TN-S por su cumplimiento con la normativa CEM, la cual asegura que no haya incompatibilidades electromagnéticas que provoquen falsos disparos de las protecciones.

## 7.4. Distribución eléctrica en el edificio

El CGBT está situado en la Sala CGBT destinada a dicho menester.

Desde el CGBT se alimenta a todos los circuitos del edificio, divididos en 6 cuadros secundarios.

CS1: Cuadro iluminación planta baja.

CS2: Cuadro fuerza zona de corte, puerta seccional y puente grúa.

CS3: Cuadro fuerza zona de soldadura.

CS4: Cuadro fuerza zona de taller manual.

CS5: Cuadro fuerza e iluminación planta superior.

CS6: Climatización.

## 8. Características descriptivas de la aparamenta MT y transformador

El CT es la frontera entre la Media Tensión y Baja Tensión, con el objeto de suministrar energía al edificio. Estará ubicado en un local exclusivamente diseñado para su alojamiento y con fácil acceso para el personal instalador y de mantenimiento.

El CT recibe la electricidad en MT a 20 kV, con una capacidad de 400 kVA. Para su diseño se ha utilizado el software propio de Ormazabal "Amikit".

### 8.1. Tipo de CT

El CT utilizado en el presente proyecto, es un CT de abonado. A partir de cierta potencia existe la opción de contratar la energía directamente en MT, lo cual supone un ahorro para el cliente a pesar de asumir los gastos de mantenimiento del CT.

Además, implica una serie de beneficios para el cliente, como son la independización del resto de abonados de baja tensión y libertad para elegir el régimen de neutro.

### 8.2. Generalidades

El CT objeto del presente proyecto, tiene como objetivo suministrar energía a la empresa ubicada en la nave, realizándose la medición en MT.

La energía es suministrada por Iberdrola Distribución a 20 kV de tensión trifásica y frecuencia de 50 Hz, siendo acometida la energía por vía subterránea.

La potencia total instalada es de 400 kVA.

### 8.3. Obra civil

El CT consta de una única envolvente prefabricada de Ormazabal, que aloja la aparamenta eléctrica y transformador. La envolvente elegida es "PFU-4/20".

#### 8.3.1. Envolvente del CT: PFU-4/20

##### **Descripción**

Los edificios pfu para Centros de Transformación, de superficie y maniobra interior (tipo caseta), constan de una envolvente de hormigón, de estructura monobloque, en cuyo interior se incorporan todos los componentes eléctricos, desde la aparamenta de MT, hasta los cuadros de BT, incluyendo los transformadores, dispositivos de control e interconexiones entre los diversos elementos.

La principal ventaja que presentan estos edificios prefabricados es que tanto la construcción como el montaje y equipamiento interior pueden ser realizados íntegramente en fábrica, garantizando con ello una calidad uniforme y reduciendo considerablemente los trabajos de obra civil y montaje en el punto de instalación. Además, su cuidado diseño permite su instalación tanto en zonas de carácter industrial como en entornos urbanos.

### **Envolvente**

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

Las piezas construidas en hormigón ofrecen una resistencia característica de 300 kg/cm<sup>2</sup>. Además, disponen de una armadura metálica, que permite la interconexión entre sí y al colector de tierras. Esta unión se realiza mediante latiguillos de cobre, dando lugar a una superficie equipotencial que envuelve completamente al centro. Las puertas y rejillas están aisladas eléctricamente, presentando una resistencia de 10 kOhm respecto de la tierra de la envolvente.

Las cubiertas están formadas por piezas de hormigón con inserciones en la parte superior para su manipulación.

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

El espacio para el transformador, diseñado para alojar el volumen de líquido refrigerante de un eventual derrame, dispone de dos perfiles en forma de "U", que se pueden deslizar en función de la distancia entre las ruedas del transformador.

### **Placa piso**

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

### **Accesos**

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

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

### **Ventilación**

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

### **Acabado**

El acabado de las superficies exteriores se efectúa con pintura acrílica rugosa de color blanco en las paredes y marrón en el perímetro de la cubierta o techo, puertas y rejillas de ventilación.

Las piezas metálicas expuestas al exterior están tratadas adecuadamente contra la corrosión.

### **Calidad**

Estos edificios prefabricados han sido acreditados con el Certificado de Calidad ISO 9001.

### **Alumbrado**

El equipo va provisto de alumbrado conectado y gobernado desde el cuadro de BT, el cual dispone de un interruptor para realizar dicho cometido.

### **Varios**

Sobrecargas admisibles y condiciones ambientales de funcionamiento según normativa vigente.

### **Cimentación**

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

### 8.3.2. Características detalladas

Nº de transformadores:	1
Tipo de ventilación:	Normal
Puertas de acceso peatón:	1 puerta de acceso

#### Dimensiones exteriores

Longitud:	4460 mm
Fondo:	2380 mm
Altura:	3045 mm
Altura vista:	2585 mm
Peso:	13465 kg

#### Dimensiones interiores

Longitud:	4280 mm
Fondo:	2200 mm
Altura:	2355 mm

#### Dimensiones de la excavación

Longitud:	5260 mm
Fondo:	3180 mm
Profundidad:	560 mm

## 8.4. Características de la red de alimentación

La red de la cual se alimenta el Centro de Transformación es del tipo subterráneo, con una tensión de 20 kV, nivel de aislamiento según la MIE-RAT 12, y una frecuencia de 50 Hz.

La potencia de cortocircuito en el punto de acometida, según los datos suministrados por la compañía eléctrica, es de 831 MVA, lo que equivale a una corriente de cortocircuito de 20 kA eficaces.

## 8.5. Características de la Aparamenta de Media Tensión

### 8.5.1. Celdas

Se utiliza un sistema de celdas de Media Tensión modulares bajo envolvente metálica de aislamiento integral en gas SF6 de acuerdo a la normativa UNE-EN 62271-200 para instalación interior, clase -5 °C según IEC 62271-1, hasta una altitud de 2000 m sobre el nivel del mar sin mantenimiento con las siguientes características generales estándar:

#### **Construcción**

Cuba de acero inoxidable de sistema de presión sellado, según IEC 62271-1, conteniendo los elementos del circuito principal sin necesidad de reposición de gas durante 30 años.

3 divisores capacitivos de 20 kV.

Bridas de sujeción de cables de Media Tensión diseñadas para sujeción de cables unipolares de hasta 630 mm<sup>2</sup> y para soportar los esfuerzos electrodinámicos en caso de cortocircuito.

Alta resistencia a la corrosión, soportando 150 h de niebla salina en el mecanismo de maniobra según norma ISO 7253.

#### **Seguridad**

Enclavamientos propios que no permiten acceder al compartimento de cables hasta haber conectado la puesta de tierra, ni maniobrar el equipo con la tapa del compartimento de cables retirada. Del mismo modo, el interruptor y el seccionador de puesta a tierra no pueden estar conectados simultáneamente.

Enclavamientos por candado independientes para los ejes de maniobra del interruptor y de seccionador de puesta a tierra, no pudiéndose retirar la tapa del compartimento de mecanismo de maniobras con los candados colocados.

## MEMORIA: INSTALACIÓN ELÉCTRICA DE UN TALLER DE CARPINTERÍA METÁLICA

Posibilidad de instalación de enclavamientos por cerradura independientes en los ejes de interruptor y de seccionador de puesta a tierra.

Inundabilidad: equipo preparado para mantener servicio en el bucle de Media Tensión en caso de una eventual inundación de la instalación soportando ensayo de 3 m de columna de agua durante 24 h.

### Grados de Protección:

- Celda / Mecanismos de Maniobra: IP 2XD según EN 60529
- Cuba: IP X7 según EN 60529
- Protección a impactos en:
  - Cubiertas metálicas: IK 08 según EN 5010
  - Cuba: IK 09 según EN 5010

### **Conexión de cables**

La conexión de cables se realiza desde la parte frontal mediante unos pasatapas estándar.

### **Enclavamientos**

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

- No se pueda conectar el seccionador de puesta a tierra con el aparato principal cerrado, y recíprocamente, no se pueda cerrar el aparato principal si el seccionador de puesta a tierra está conectado.

- No se pueda quitar la tapa frontal si el seccionador de puesta a tierra está abierto, y a la inversa, no se pueda abrir el seccionador de puesta a tierra cuando la tapa frontal ha sido extraída.

### **Características eléctricas**

Tensión nominal 20 kV

Nivel de aislamiento

Frecuencia industrial (1 min)

a tierra y entre fases 50 kV

a la distancia de seccionamiento 60 kV

Impulso tipo rayo

a tierra y entre fases 125 kV

a la distancia de seccionamiento 145 kV

En la descripción de cada celda se incluyen los valores propios correspondientes a las intensidades nominales, térmica y dinámica, etc.

## **8.6. Características descriptivas de la aparamenta MT y transformador**

### **8.6.1. Celda de servicios auxiliares**

Celda con envolvente metálica, fabricada por Ormazabal, formada por un módulo con las siguientes características:

La celda cgmcosmos-a de alimentación de servicios auxiliares, está constituida por un módulo metálico con aislamiento y corte en gas, que incorpora en su interior un embarrado superior de cobre, y una derivación con un interruptor-seccionador rotativo, con capacidad de corte y aislamiento, y posición de puesta a tierra de los cables de

conexión al transformador de tensión dispuesto en la base, y en serie con él, un conjunto de fusibles fríos, combinados o asociados a ese interruptor.

**Características eléctricas:**

Tensión asignada: 20 kV

Intensidad asignada: 400 A

Intensidad asignada en el embarrado: 400 A

Intensidad asignada en la derivación: 200 A

Intensidades fusibles: 3x2 A

Intensidad de corta duración (1 s), eficaz: 21 kA

Intensidad de corta duración (1 s), eficaz: 52,5 kA

Nivel de aislamiento

Frecuencia industrial (1 min) entre fases: 50 kV

Impulso tipo rayo a tierra y entre fases (cresta): 125 kV

Capacidad de cierre (cresta): 52,5 kA

Capacidad de corte

Corriente principalmente activa: 400 A

Clasificación IAC: AFL

Potencia Transformador SS.AA: 600 VA

**Características físicas:**

Ancho: 470 mm

Fondo: 875 mm

Alto: 1740 mm

Peso: 237 kg

### 8.6.2. Celda de entrada

Celda con envolvente metálica, fabricada por Ormazabal, formada por un módulo con las siguientes características:

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

#### **Características eléctricas:**

Tensión asignada: 20 kV

Intensidad asignada: 630 A

Intensidad de corta duración (1 s), eficaz: 21 kA

Intensidad de corta duración (1 s), cresta: 52,5 kA

Nivel de aislamiento

Frecuencia industrial (1 min) a tierra y entre fases: 50 kV

Impulso tipo rayo a tierra y entre fases (cresta): 125 kV

Capacidad de cierre (cresta): 52,5 kA

Capacidad de corte

Corriente principalmente activa: 630 A

Clasificación IAC: AFL

**Características físicas:**

Ancho:	365 mm
Fondo:	735 mm
Alto:	1740 mm
Peso:	95 kg

**Otras características constructivas:**

Mecanismo de maniobra interruptor: motorizado tipo BM

### 8.6.3. Celda de salida

La celda de salida es igual a la celda de entrada.

### 8.6.4. Celda de remonte

Celda con envolvente metálica, fabricada por Ormazabal, formada por un módulo con las siguientes características:

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

**Características eléctricas:**

Tensión asignada:	20 kV
Intensidad asignada:	630 A
Intensidad de corta duración (1 s), eficaz:	21 kA
Intensidad de corta duración (1 s), cresta:	52,5 kA
Nivel de aislamiento	
Frecuencia industrial (1 min) a tierra y entre fases:	50 kV
Impulso tipo rayo a tierra y entre fases (cresta):	125 kV
Capacidad de cierre (cresta):	52,5 kA
Capacidad de corte	
Corriente principalmente activa:	630 A
Clasificación IAC:	AFL

**Características físicas:**

Ancho:	365 mm
Fondo:	735 mm
Alto:	1740 mm
Peso:	95 kg

**8.6.5. Celda de seccionamiento de la compañía**

Celda con envolvente metálica, fabricada por Ormazabal, formada por un módulo con las siguientes características:

La celda cgmcosmos-p de protección con fusibles, está constituida por un módulo metálico con aislamiento y corte en gas, que incorpora en su interior un embarrado superior de cobre, y una derivación con un interruptor-seccionador rotativo, con capacidad de corte y aislamiento, y posición de puesta a tierra de los cables de

acometida inferior-frontal mediante bornas enchufables, y en serie con él, un conjunto de fusibles fríos, combinados o asociados a ese interruptor. Presenta también captadores capacitivos para la detección de tensión en los cables de acometida y puede llevar una de alarma sonora de prevención de puesta a tierra ekor.sas, que suena cuando habiendo tensión en la línea se introduce la palanca en el eje del seccionador de puesta a tierra. Al introducir la palanca en esta posición, un sonido indica que puede realizarse un cortocircuito o un cero en la red si se efectúa la maniobra.

**Características eléctricas:**

Tensión asignada: 20 kV

Intensidad asignada en el embarrado: 400 A

Intensidad asignada en la derivación: 200 A

Intensidades fusibles:

Intensidad de corta duración (1 s), eficaz: 21 kA

Intensidad de corta duración (1 s), cresta: 52,5 kA

**Nivel de aislamiento**

Frecuencia industrial (1 min) a tierra y entre fases: 50 kV

Impulso tipo rayo a tierra y entre fases (cresta): 125 kV

Capacidad de cierre (cresta): 52,5 kA

Capacidad de corte

Corriente principalmente activa: 400 A

Clasificación IAC: AFL

**Características físicas:**

Ancho:	470 mm
Fondo:	735 mm
Alto:	1740 mm
Peso:	140 kg

**Otras características constructivas:**

Mecanismo de maniobra posición con fusibles:	manual tipo BR
Combinación interruptor-fusibles:	combinados

### 8.6.6. Celda de protección

Celda con envolvente metálica, fabricada por Ormazabal, formada por un módulo con las siguientes características:

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

**Características eléctricas:**

Tensión asignada:	20 kV
-------------------	-------

## MEMORIA: INSTALACIÓN ELÉCTRICA DE UN TALLER DE CARPINTERÍA METÁLICA

Intensidad asignada en el embarrado: 400 A

Intensidad asignada en la derivación: 200 A

Intensidades fusibles:

Intensidad de corta duración (1 s), eficaz: 21 kA

Intensidad de corta duración (1 s), cresta: 52,5 kA

Nivel de aislamiento

Frecuencia industrial (1 min) a tierra y entre fases: 50 kV

Impulso tipo rayo a tierra y entre fases (cresta): 125 kV

Capacidad de cierre (cresta): 52,5 kA

Capacidad de corte

Corriente principalmente activa: 400 A

Clasificación IAC: AFL

### **Características físicas:**

Ancho: 470 mm

Fondo: 735 mm

Alto: 1740 mm

Peso: 140 kg

### **Otras características constructivas:**

Mando posición con fusibles: manual tipo BR

Combinación interruptor-fusibles: combinados

Relé de protección: ekor.rpt-2001B

### 8.6.7. Celda de medida

Celda con envolvente metálica, fabricada por ORMAZABAL, formada por un módulo con las siguientes características:

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

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

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

#### **Características eléctricas:**

Tensión asignada:	20 kV
Clasificación IAC:	AFL

#### **Características físicas:**

Ancho:	800 mm
Fondo:	1025 mm
Alto:	1740 mm
Peso:	165 kg

#### **Otras características constructivas:**

Transformadores de medida: 3 TT y 3 TI

De aislamiento seco y contruidos atendiendo a las correspondientes normas UNE y CEI, con las siguientes características:

- Transformadores de tensión

Relación de transformación: 27500/V3-110/V3 V

Sobretensión admisible en permanencia:

1,2 Un en permanencia

1,9 Un durante 8 horas

Medida

Potencia: 15 VA

Clase de precisión: 0,2

- Transformadores de intensidad

Relación de transformación: 5 - 10/5 A

Intensidad térmica: 80 In (mín. 5 kA)

Sobreint. admisible en permanencia:  $F_s \leq 5$

Medida

Potencia: 15 VA

Clase de precisión: 0,2 s

### 8.6.8. Transformador

Transformador trifásico reductor de tensión, de marca Ormazabal, con neutro accesible en el secundario, de potencia 400 kVA y refrigeración natural éster biodegradable, de tensión primaria 20 kV y tensión secundaria 420 V en vacío.

**Otras características constructivas:**

Regulación en el primario: +2.5%,+5%,+7.5%,+10%

Tensión de cortocircuito (Ecc): 4%

Grupo de conexión: DYN11

Protección incorporada al transformador: Termómetro

## 8.7. Características del material vario de MT

El material vario de MT es el conjunto de aparata que no ha sido citado en la descripción de celdas y transformadores.

**Puentes MT transformador**

Cables MT 12/20 kV del tipo HEPRZ1, unipolares, con conductores de sección y material 1x50 Al.

La terminación al transformador es EUROMOLD de 20 kV del tipo enchufable acodada y modelo K158LR.

En el otro extremo, en la celda, es EUROMOLD de 20 kV del tipo cono difusor y modelo OTK 224.

## 8.8. Medida de la energía eléctrica

El conjunto consta de un contador tarificador electrónico multifunción, un registrador electrónico y una regleta de verificación. Todo ello va en el interior de un armario homologado para contener estos equipos.

## 8.9. Instalaciones secundarias

### 8.9.1. Alumbrado

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

El interruptor accionará los puntos de luz necesarios para la suficiente y uniforme iluminación de todo el recinto del centro.

### 8.9.2. Protección contra incendios

Si va a existir personal itinerante de mantenimiento no se exige que en el Centro de Transformación haya un extintor. En caso contrario, se incluirá un extintor de eficacia 89B. Este extintor deberá colocarse siempre que sea posible en el exterior de la instalación para facilitar su accesibilidad y, en cualquier caso, a una distancia no superior a 15 metros de la misma.

Si existe un personal itinerante de mantenimiento con la misión de vigilancia y control de varias instalaciones que no dispongan de personal fijo, este personal itinerante deberá llevar, como mínimo, en sus vehículos dos extintores de eficacia 89 B, no siendo preciso en este caso la existencia de extintores en los recintos que estén bajo su vigilancia y control.

### 8.9.3. Armario de primeros auxilios

El Centro de Transformación cuenta con un armario de primeros auxilios.

### 8.9.4. Medidas de seguridad

Para la protección del personal y equipos, se debe garantizar que:

1. No será posible acceder a las zonas normalmente en tensión, si éstas no han sido puestas a tierra. Por ello, el sistema de enclavamientos interno de las celdas debe

afectar al mando del aparato principal, del seccionador de puesta a tierra y a las tapas de acceso a los cables.

2. Las celdas de entrada y salida serán con aislamiento integral y corte en gas, y las conexiones entre sus embarrados deberán ser apantalladas, consiguiendo con ello la insensibilidad a los agentes externos, y evitando de esta forma la pérdida del suministro en los Centros de Transformación interconectados con éste, incluso en el eventual caso de inundación del Centro de Transformación.
3. Las bornas de conexión de cables y fusibles serán fácilmente accesibles a los operarios de forma que, en las operaciones de mantenimiento, la posición de trabajo normal no carezca de visibilidad sobre estas zonas.
4. Los mandos de la aparamenta estarán situados frente al operario en el momento de realizar la operación, y el diseño de la aparamenta protegerá al operario de la salida de gases en caso de un eventual arco interno.

## 9. Instalación eléctrica de BT

La instalación de baja tensión comienza aguas abajo del CT, pasando por el CGBT, de ahí a los cuadros auxiliares y por último a los receptores.

Las características que definen la instalación de baja tensión y con las cuales se llevarán a cabo posteriormente los cálculos son las siguientes:

- Corriente alterna trifásica
- Frecuencia: 50 Hz
- Tensión nominal entre fases 400 V
- Tensión nominal entre fase y tierra 230 V

### 9.1. Cuadro General de Baja Tensión

El CGBT se situará en la Sala CGBT, la cual está dentro de la nave y a una distancia de 10 metros del CT, de acceso exclusivo al personal autorizado. El CGBT es alimentado desde el CT por vía subterránea, y siguiendo la instrucción técnica ITC-BT-17 del REBT, los dispositivos de mando y protección se situarán lo más cerca posible de la alimentación.

El cuadro CGBT se ha diseñado con la envolvente System Pro E Power de ABB, con un grado de protección IP65, que además cuenta con una columna vertical de 200 mm de ancho para el embarrado.

A la entrada de este cuadro se ha dispuesto un interruptor seccionador y después los dispositivos de protección de los circuitos que alimentan a los cuadros secundarios.

#### **Dimensiones**

- Ancho 900 mm
- Alto 1913 mm
- Fondo 400 mm

#### **Características Técnicas**

- Tensión nominal 400 V
- Intensidad nominal 630 A

### Vista en alzado

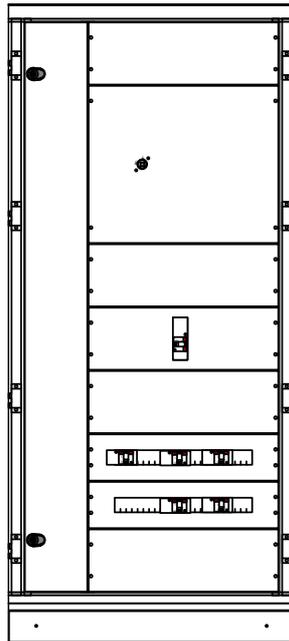


Figura 3. Alzado CGBT

## 9.2. Cuadros Secundarios

### 9.2.1. CS1

Envolvente System Pro Energy L, seccionador a la entrada e interruptores magnetotérmicos modulares.

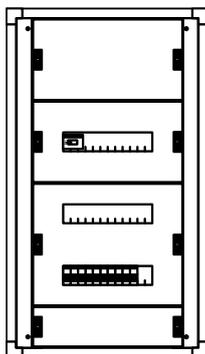
#### Dimensiones

- Ancho 350 mm
- Alto 850 mm
- Fondo 250 mm

#### Características Técnicas

- Tensión nominal 400 V
- Intensidad nominal 25 A

**Vista en alzado**



**Figura 4. Alzado CS1**

### 9.2.2. CS2

Envolvente System Pro Energy L, seccionador a la entrada e interruptores magnetotérmicos modulares.

#### Dimensiones

- Ancho 816 mm
- Alto 1250 mm
- Fondo 250 mm

#### Características Técnicas

- Tensión nominal 400 V
- Intensidad nominal 80 A

#### Vista en alzado

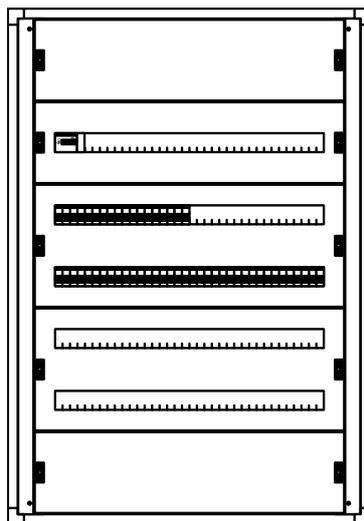


Figura 5. Alzado CS2

### 9.2.3. CS3

Envolvente System Pro Energy L, seccionador a la entrada e interruptores magnetotérmicos modulares.

#### Dimensiones

- Ancho 600 mm
- Alto 850 mm
- Fondo 250 mm

#### Características Técnicas

- Tensión nominal 400 V
- Intensidad nominal 100 A

#### Vista en alzado

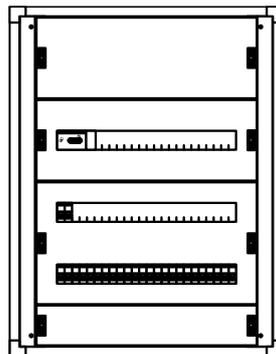


Figura 6. Alzado CS3

### 9.2.4. CS4

Envolvente System Pro Energy L, seccionador a la entrada e interruptores magnetotérmicos modulares.

#### Dimensiones

- Ancho 600 mm
- Alto 1049 mm
- Fondo 250 mm

#### Características Técnicas

- Tensión nominal 400 V
- Intensidad nominal 200 A

#### Vista en alzado

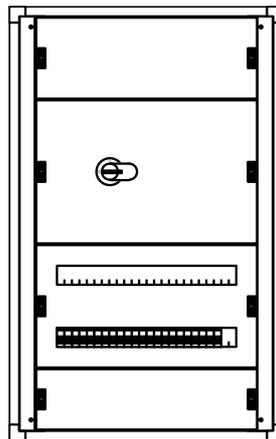


Figura 7. Alzado CS4

### 9.2.5. CS5

Envolvente System Pro Energy L, seccionador a la entrada e interruptores magnetotérmicos modulares.

#### Dimensiones

- Ancho 600 mm
- Alto 850 mm
- Fondo 250 mm

#### Características Técnicas

- Tensión nominal 400 V
- Intensidad nominal 125 A

#### Vista en alzado

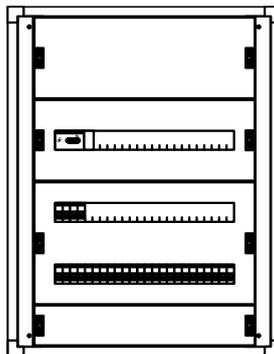


Figura 8. Alzado CS5

### 9.2.6. CS6

Envolvente MISTRAL41F empotrada con interruptor magnetotérmico modular.

#### Dimensiones

- Ancho 250 mm
- Alto 232 mm
- Fondo 108 mm

#### Características Técnicas

- Tensión nominal 400 V
- Intensidad nominal 25 A

#### Vista en alzado

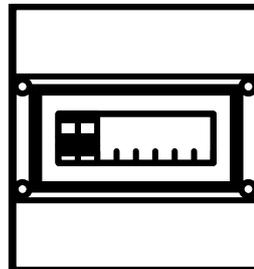


Figura 9. Alzado CS6

## 9.3. Conductores

Los conductores utilizados para alimentar del CT al CGBT y del CGBT a los Cuadros Secundarios se utilizarán conductores unipolares aislados de cobre RZ1-K (AS) 0,6/1kV.

Este tipo de conductor cuenta con las siguientes características:

- Conductor de cobre electrolítico flexible (Clase V) según UNE-EN 60228, EN 60228 e IEC 60228.
- Aislamiento en polietileno reticulado (XLPE) tipo DIX 3 según UNE 21123, HD 603 S1 e IEC 60502-1.
- Cubierta de poliolefina termoplástica tipo DMZ-E según UNE 21123 y UNE-HD 603-1 y ST8 según IEC 60502-1.
- Tensión nominal 1000 V.
- Temperatura máxima de 90 °C en régimen permanente.

Por otra parte, para alimentar las cargas desde los cuadros secundarios, se utilizarán conductores aislados unipolares H07V-K:

- Conductor de cobre electrolítico flexible (Clase V) según UNE-EN 60228, EN 60228 e IEC 60228,
- Aislamiento de PVC tipo TI-1 según UNE-EN 50363-3 y EN 50363-3.
- Tensión nominal 450/750 V
- Temperatura máxima 60 °C

Las secciones mínimas de los conductores serán de 1,5 mm<sup>2</sup> para alumbrado y 2,5 mm<sup>2</sup> en circuitos de fuerza.

A la hora de calcular la sección de los conductores, se calculará por criterio térmico y por caída de tensión, escogiéndose el criterio más restrictivo.

Para el dimensionamiento de los conductores de protección, se seguirá la instrucción técnica ITC-BT-18 la cual establece las pautas presentadas en la siguiente tabla.

Sección de los conductores de fase de la instalación $S$ (mm <sup>2</sup> )	Sección mínima de los conductores de protección $S_p$ (mm <sup>2</sup> )
$S \leq 16$	$S_p = S$
$16 < S \leq 35$	$S_p = 16$
$S > 35$	$S_p = S/2$

Tabla 5. Sección mínima conductores de protección REBT

Con objeto de identificar fácilmente cada conductor, se sigue el siguiente código de colores:

Conductor	Color
Fase	Marrón/Negro/Gris
Neutro	Azul claro
Protección	Verde-amarillo

Tabla 6. Código de colores de conductores REBT

## 9.4. Canalizaciones eléctricas

Las diferentes naturalezas de las dos plantas que componen la nave llevan a plantear diferentes canalizaciones. La planta baja, siendo un espacio industrial y diáfano, se llevará a cabo por canalizaciones en el falso suelo para las tomas de fuerza y bajo tubo para el alumbrado. En la planta superior existe un falso techo con canalizaciones por donde transcurrirán los conductores.

### 9.4.1. Línea de alimentación CT – CGBT

La alimentación desde el CT al CGBT se define lleva a cabo siguiendo la norma ITC-BT-07. Se lleva a cabo por terreno público y se ejecutará mediante conductores aislados directamente enterrados.

#### 9.4.2. Línea de alimentación CGBT - Cuadros Secundarios

Para las canalizaciones del CGBT a los demás cuadros aguas abajo, se utilizarán conductores aislados en bandejas no perforadas, siguiendo la instrucción técnica ITC-BT-20. La norma estipula que sólo se podrán utilizar conductores aislados con cubierta.

#### 9.4.3. Líneas de alimentación Cuadros Secundarios – Receptores

Para el alumbrado de la planta baja se utilizarán conductores aislados bajo tubos protectores en montaje superficial, bajo la prescripción de la instrucción técnica ITC-BT-21.

Para las tomas de fuerza de la planta baja, se enterrarán bajo tubo los conductores.

En la planta superior se utilizarán conductores aislados en tubo circular en huecos de la construcción de nuevo supeditado a la instrucción ITC-BT-21.

## 10. Tomas de corriente

Se utilizarán tanto tomas de corriente monofásicas como trifásicas según la naturaleza de la carga a alimentar.

- **Tomas monofásicas:**

Schuko, 16 A 230 V (2P+T). Presentes tanto en el taller como en la oficina. En el taller serán instaladas en la pared a una altura de 1,5 m del suelo y dispondrán de tapa para cuando no estén siendo utilizadas. En la primera planta en cambio, se situarán en cada puesto de trabajo, así como en paredes a 30 cm del suelo.

- **Tomas trifásicas**

16 A 400 V (3P+T). Estas tomas sólo se instalarán en el taller, y al igual que las monofásicas, dispondrán de tapa y se instalarán a una altura de 1,5 m del suelo o a una altura suficiente como para alimentar a la carga en cuestión en el caso de cargas como el motor de la puerta o el puente grúa.

## 11. Alumbrado

El cálculo del alumbrado se ha llevado a cabo teniendo en cuenta la Norma Europea Sobre la Iluminación para Interiores UNE 12464.1. En la siguiente tabla se disponen las condiciones de iluminación de las diferentes salas del presente proyecto.

Habitación	Emlux	UGR <sub>L</sub>	Ra
Taller	300	22	60
Sala CGBT	200	25	60
Aseo taller	200	25	80
Pasillo oficina	100	28	40
Oficina	500	19	80
Despacho	500	19	80
Sala de reuniones	500	19	80
Vestuario y aseos oficina	200	25	80

Tabla 7. Condiciones de iluminación de las diferentes estancias

Posteriormente se ha realizado un estudio de iluminación mediante el software “Dialux” en conjunto con el plug in de productos de Simon, mediante el cual se ha llegado a las siguientes necesidades en las diferentes estancias de la nave.

En el documento Anexo 1, se detalla mediante el estudio de luminancia realizado las características del alumbrado.

## 11.1. Taller

En la zona del taller se ha utilizado las siguientes luminarias:

- SLIM suspendida de 1'2m, 3000K con simétrica con difusor opal de 22 W.

Los valores de luminancia obtenidos en la estancia son los siguientes:

Luminancia media $\bar{E}$ (lx)	Luminancia mínima $E_{\text{mín}}$ (lx)	Luminancia máxima $E_{\text{máx}}$ (lx)
320	126	359

Tabla 8. Luminancia Taller

## 11.2. Aseo Taller

Se han elegido las luminarias:

- Luminaria estanca 780 600 IP65 4000K On-Off de 20 W.

Valores de luminancia obtenidos:

Luminancia media $\bar{E}$ (lx)	Luminancia mínima $E_{\text{mín}}$ (lx)	Luminancia máxima $E_{\text{máx}}$ (lx)
233	115	332

Tabla 9. Luminancia Aseo Taller

### 11.3. Sala CGBT

Se han elegido las luminarias:

- Luminaria estanca 780 600 IP65 4000K On-Off de 20 W.

Valores de luminancia obtenidos:

Luminancia media $\bar{E}$ (lx)	Luminancia mínima $E_{\text{mín}}$ (lx)	Luminancia máxima $E_{\text{máx}}$ (lx)
257	159	311

Tabla 10. Luminancia Sala CGBT

### 11.4. Pasillo oficina

Se han elegido las luminarias:

- Luminaria 720 Advance M4 60x60 NW CLC DALI de 28 W.

Valores de luminancia obtenidos:

Luminancia media $\bar{E}$ (lx)	Luminancia mínima $E_{\text{mín}}$ (lx)	Luminancia máxima $E_{\text{máx}}$ (lx)
278	34	884

Tabla 11. Luminancia Pasillo Oficina

### 11.5. Oficina

Se han elegido las luminarias:

- Luminaria 720 Advance M4 60x60 NW CLC DALI de 28 W.

Valores de luminancia obtenidos:

Luminancia media $\bar{E}$ (lx)	Luminancia mínima $E_{\text{mín}}$ (lx)	Luminancia máxima $E_{\text{máx}}$ (lx)
502	126	1030

Tabla 12. Luminancia Oficina

## 11.6. Despachos

Se han elegido las luminarias:

- Luminaria 720 Advance M4 120x30 NW CLC DALI de 28 W.

En los siguientes subapartados se detallan los valores de luminancia obtenidos en cada despacho.

### 11.6.1. Despacho 1

Luminancia media $\bar{E}$ (lx)	Luminancia mínima $E_{\text{mín}}$ (lx)	Luminancia máxima $E_{\text{máx}}$ (lx)
560	200	1004

Tabla 13. Luminancia Despacho 1

### 11.6.2. Despacho 2

Luminancia media $\bar{E}$ (lx)	Luminancia mínima $E_{\text{mín}}$ (lx)	Luminancia máxima $E_{\text{máx}}$ (lx)
560	198	1007

Tabla 14. Luminancia Despacho 2

### 11.6.3. Despacho 3

Luminancia media $\bar{E}$ (lx)	Luminancia mínima $E_{\text{mín}}$ (lx)	Luminancia máxima $E_{\text{máx}}$ (lx)
565	175	1009

Tabla 15. Luminancia Despacho 3

## 11.7. Sala de reuniones

Se han elegido las luminarias:

- Luminaria 720 Advance M4 120x30 NW CLC DALI de 28 W.

Valores de luminancia obtenidos:

Luminancia media $\bar{E}$ (lx)	Luminancia mínima $E_{\text{mín}}$ (lx)	Luminancia máxima $E_{\text{máx}}$ (lx)
549	185	950

Tabla 16. Luminancia Sala de reuniones

## 11.8. Vestuarios

Se han elegido las luminarias:

- Luminaria 720 Advance M4 120x30 NW CLC DALI de 28 W.

Valores de luminancia obtenidos:

Luminancia media $\bar{E}$ (lx)	Luminancia mínima $E_{\text{mín}}$ (lx)	Luminancia máxima $E_{\text{máx}}$ (lx)
387	85,5	890

Tabla 17. Luminancia Vestuarios

## 12. Sistemas de protección

Las protecciones del sistema eléctrico dependen de la naturaleza de la instalación y principalmente en el esquema de distribución elegido. Para ello se seguirán las instrucciones técnicas ITC-BT-22, ITC-BT-23 e ITC-BT-24.

Como se ha establecido previamente, el esquema de distribución del presente proyecto es el TN-S, con lo que sólo existe una única puesta a tierra.

El bucle de defecto en este tipo de esquemas tiene unas intensidades del orden de cientos o miles de amperios y a diferencia de un esquema TT, no es obligatorio el uso de protecciones diferenciales.

Los circuitos más alejados del CT, a mayor longitud de cable, mayor impedancia y menor corriente de falta.

### 12.1. Protección frente a sobreintensidades

Las sobreintensidades pueden ser de tres tipos:

- Sobrecargas. Por anomalía en las cargas o defectos de aislamiento.
- Cortocircuitos. De valor mucho mayor que una sobrecarga.
- Descargas eléctricas atmosféricas.

Siguiendo la norma ITC-BT-22, la protección frente a sobreintensidades se llevará a cabo mediante interruptores automáticos de corte omnipolar, sin interrumpir el conductor neutro.

### 12.2. Protección frente a sobretensiones

Siguiendo la norma ITC-BT-23, se dispondrán descargadores de sobretensión para sobretensiones de origen atmosférico conectados entre fase y conductor de protección.

### 12.3. Protección frente a contactos directos

Los contactos directos son aquellos que ocurren cuando una persona entra contacto con alguna de las partes activas de los materiales eléctricos.

La protección frente a este tipo de contactos está prescrita en la ITC-BT-24. Los medios a utilizar están expuestos y definidos en la norma UNE-20460-4-41. Estos son:

- Protección por aislamiento de las partes activas
- Protección con barreras o envolventes, como mínimo con grado de protección IP XXB según la norma UNE-20324. Las superficies de las barreras o envolventes horizontales fácilmente accesibles deberán tener un grado de protección IP4X o IPXDD. La única posibilidad de suprimir las barreras o abrir envolventes es con llave o herramienta, teniendo que quitar la tensión de las partes activas previamente o con una segunda barrera IP2X o IP XXB que solo se pueda quitar con llave o herramienta y que impida el contacto con las partes activas.
- Protección por medio de obstáculos. Deben impedir un acercamiento físico no intencionado a las partes activas o contactos no intencionados con las partes activas en intervenciones en equipos bajo tensión durante el servicio. Deben estar fijados de manera que impida un desmontaje involuntario.
- Protección por puesta fuera de alcance por alejamiento.
- Protección complementaria por dispositivos de corriente diferencial-residual. Es un complemento al resto de medidas.

## 12.4. Protección frente a contactos indirectos

Por último, los contactos indirectos son también expuestos en la ITC-BT-24. Como se ha explicado previamente, por ser un esquema TN-S, se utilizará interruptores automáticos apoyado por dispositivos de corriente diferencial-residual en circuitos terminales. Se estudiará la selectividad del circuito para evitar disparos innecesarios.

El corte de la alimentación está prescrito cuando se produzca un efecto en las personas en caso de defecto, como se expone en la norma UNE-20572-1. Los valores de tensión límite son de 50 V en condiciones normales y 24 V en lugares húmedos como baños y vestuarios de la planta superior.

## 12.5. Protecciones seleccionadas

CGBT						
	Intensidad prevista (A)	$I_{kmax}$ (kA)	Interruptor	Tipo de interruptor	$I_u$ (A)	PdC (kA)
<b>C 1</b>	23,47	11,57	XT1B160 TMD R25 4P	Caja moldeada	25	18
<b>C 2</b>	69,72	11,57	XT1B160 TMD R80 4P	Caja moldeada	80	18
<b>C 3</b>	86,02	11,57	XT1B160 TMD R100 4P	Caja moldeada	100	18
<b>C 4</b>	104,15	11,57	XT1B160 TMD R125 4P	Caja moldeada	125	18
<b>C 5</b>	196,22	11,57	XT3N250 TMD R200 4P	Caja moldeada	200	36
<b>C 6</b>	23,09	11,57	XT1B160 TMD R25 4P	Caja moldeada	25	18

Tabla 18. Protecciones CGBT

MEMORIA: INSTALACIÓN ELÉCTRICA DE UN TALLER DE CARPINTERÍA METÁLICA

CS1								
	Intensidad prevista (A)	$I_{kmax}$ (kA)	Interruptor	Tipo de interruptor	$I_u$ (A)	PdC (kA)	Curva de disparo	Selectividad
C 1.1	9,51	6,58	S201-C10NA 1p+N	Automático Magnetotérmico DIN	10	10	C	Total
C 1.2	9,51	6,58	S201-C10NA 1p+N	Automático Magnetotérmico DIN	10	10	C	Total
C 1.3	9,43	6,58	S201-C10NA 1p+N	Automático Magnetotérmico DIN	10	10	C	Total
C 1.4	0,44	6,58	S201-C1NA 1p+N	Automático Magnetotérmico DIN	1	10	C	Total
C 1.5	0,44	6,58	S201-C1NA 1p+N	Automático Magnetotérmico DIN	1	10	C	Total

Tabla 19. Protecciones CS1

MEMORIA: INSTALACIÓN ELÉCTRICA DE UN TALLER DE CARPINTERÍA METÁLICA

CS2								
	Intensidad prevista (A)	$I_{kmax}$ (kA)	Interruptor	Tipo de interruptor	$I_u$ (A)	PdC (kA)	Curva de disparo	Selectividad
C 2.1	3,70	8,71	S204-K4 4p	Automático Magnetotérmico DIN	4	10	K	Total
C 2.2	34,64	8,71	S204-K40 4p	Automático Magnetotérmico DIN	4	10	K	Total
C 2.3	1,73	8,71	S204-C2 4p	Automático Magnetotérmico DIN	2	10	C	Total
C 2.4	1,73	8,71	S204-C2 4p	Automático Magnetotérmico DIN	2	10	C	Total
C 2.5	1,73	8,71	S204-C2 4p	Automático Magnetotérmico DIN	2	10	C	Total
C 2.6	1,73	8,71	S204-C2 4p	Automático Magnetotérmico DIN	2	10	C	Total
C 2.7	1,73	8,71	S204-C2 4p	Automático Magnetotérmico DIN	2	10	C	Total
C 2.8	1,04	8,71	S204-C2 4p	Automático Magnetotérmico DIN	2	10	C	Total
C 2.9	1,04	8,71	S204-C2 4p	Automático Magnetotérmico DIN	2	10	C	Total
C 2.10	1,04	8,71	S204-C2 4p	Automático Magnetotérmico DIN	2	10	C	Total
C 2.11	1,04	8,71	S204-C2 4p	Automático Magnetotérmico DIN	2	10	C	Total

CS2								
	Intensidad prevista (A)	$I_{kmax}$ (kA)	Interruptor	Tipo de interruptor	$I_u$ (A)	PdC (kA)	Curva de disparo	Selectividad
C 2.12	1,04	8,71	S204-C2 4p	Automático Magnetotérmico DIN	2	10	C	Total
C 2.13	25,60	8,71	S201-C32NA 1p+N	Automático Magnetotérmico DIN	32	10	C	Total
C 2.14	25,60	8,71	S201-C32NA 1p+N	Automático Magnetotérmico DIN	32	10	C	Total
C 2.15	12,80	8,71	S201-C16NA 1p+N	Automático Magnetotérmico DIN	16	10	C	Total

Tabla 20. Protecciones CS2

CS3								
	Intensidad prevista (A)	$I_{kmax}$ (kA)	Interruptor	Tipo de interruptor	$I_u$ (A)	PdC (kA)	Curva de disparo	Selectividad
C 3.1	10,39	7,76	S204-C16 4p	Automático Magnetotérmico DIN	16	10	C	Total
C 3.2	10,39	7,76	S204-C16 4p	Automático Magnetotérmico DIN	16	10	C	Total
C 3.3	12,70	7,76	S204-C16 4p	Automático Magnetotérmico DIN	16	10	C	Total
C 3.4	12,70	7,76	S204-C16 4p	Automático Magnetotérmico DIN	16	10	C	Total
C 3.5	12,70	7,76	S204-C16 4p	Automático Magnetotérmico DIN	16	10	C	Total
C 3.6	25,60	7,76	S201- C32NA 1p+N	Automático Magnetotérmico DIN	32	10	C	Total
C 3.7	25,60	7,76	S201- C32NA 1p+N	Automático Magnetotérmico DIN	32	10	C	Total
C 3.8	12,80	7,76	S201- C16NA 1p+N	Automático Magnetotérmico DIN	16	10	C	Total

Tabla 21. Protecciones CS3

CS4								
	Intensidad prevista (A)	$I_{kmax}$ (kA)	Interruptor	Tipo de interruptor	$I_u$ (A)	PdC (kA)	Curva de disparo	Selectividad
C 4.1	2,31	5,44	S204-C4 4p	Automático Magnetotérmico DIN	4	10	C	Total
C 4.2	2,31	5,44	S204-C4 4p	Automático Magnetotérmico DIN	4	10	C	Total
C 4.3	2,31	5,44	S204-C4 4p	Automático Magnetotérmico DIN	4	10	C	Total
C 4.4	13,86	5,44	S204-C16 4p	Automático Magnetotérmico DIN	16	10	C	Total
C 4.5	51,20	5,44	S201- C63NA 1p+N	Automático Magnetotérmico DIN	63	10	C	Total
C 4.6	51,20	5,44	S201- C63NA 1p+N	Automático Magnetotérmico DIN	63	10	C	Total
C 4.7	25,60	5,44	S201- C32NA 1p+N	Automático Magnetotérmico DIN	32	10	C	Total

Tabla 22. Protecciones CS4

MEMORIA: INSTALACIÓN ELÉCTRICA DE UN TALLER DE CARPINTERÍA METÁLICA

CS5								
	Intensidad prevista (A)	$I_{kmax}$ (kA)	Interruptor r	Tipo de interruptor	$I_u$ (A)	PdC (kA)	Curva de disparo	Selectividad
C 5.1	0,52	5,71	S201-C1NA 1p+N	Automático Magnetotérmico DIN	1	10	C	Total
C 5.2	3,83	5,71	S201-C4NA 1p+N	Automático Magnetotérmico DIN	4	10	C	Total
C 5.3	0,41	5,71	S201-C1NA 1p+N	Automático Magnetotérmico DIN	1	10	C	Total
C 5.4	0,41	5,71	S201-C1NA 1p+N	Automático Magnetotérmico DIN	1	10	C	Total
C 5.5	0,41	5,71	S201-C1NA 1p+N	Automático Magnetotérmico DIN	1	10	C	Total
C 5.6	0,62	5,71	S201-C1NA 1p+N	Automático Magnetotérmico DIN	1	10	C	Total
C 5.7	0,83	5,71	S201-C1NA 1p+N	Automático Magnetotérmico DIN	1	10	C	Total
C 5.8	89,60	5,71	S201-100NA 1p+N	Automático Magnetotérmico DIN	10 0	6	C	Total
C 5.9	89,60	5,71	S201-100NA 1p+N	Automático Magnetotérmico DIN	10 0	6	C	Total
C 5.10	76,80	5,71	S201-C80NA 1p+N	Automático Magnetotérmico DIN	80	6	C	Total
C 5.11	12,80	5,71	S201-C16NA 1p+N	Automático Magnetotérmico DIN	16	10	C	Total

CS5								
	Intensidad prevista (A)	$I_{kmax}$ (kA)	Interruptor r	Tipo de interruptor	$I_u$ (A)	PdC (kA)	Curva de disparo	Selectividad
C 5.12	12,80	5,71	S201-C16NA 1p+N	Automático Magnetotérmico DIN	16	10	C	Total
C 5.13	12,80	5,71	S201-C16NA 1p+N	Automático Magnetotérmico DIN	16	10	C	Total
C 5.14	25,60	5,71	S201-C32NA 1p+N	Automático Magnetotérmico DIN	32	10	C	Total

Tabla 23. Protecciones CS5

MEMORIA: INSTALACIÓN ELÉCTRICA DE UN TALLER DE CARPINTERÍA METÁLICA

CS6								
	Intensidad prevista (A)	$I_{kmax}$ (kA)	Interruptor	Tipo de interruptor	$I_u$ (A)	PdC (kA)	Curva de disparo	Selectividad
C 6.1	23,09	1,63	S201-C25NA 1p+N	Automático Magnetotérmico DIN	25	10	C	Total

Tabla 24. Protecciones CS6

## 13. Sistema de puesta a tierra

El régimen de neutro elegido es TN-S, lo cual indica que existe una única red para la tierra de servicio (neutro) y la tierra de masas (p.e.).

La instalación de tierra diseñada se compone por una malla de cobre en los cimientos del edificio y un anillo de cobre que lo rodea y lo hace equipotencial, con una resistencia a tierra de  $R_T = 0,54 \Omega$ .

A continuación, se resumen las características de la puesta a tierra. En el documento “Cálculos” se detalla cómo se han obtenido dichos datos.

<b>Tensión de contacto máxima admisible</b>	1813,23 V
<b>Tensión de paso máxima admisible</b>	31409,76 V
<b>Tensión de defecto a tierra de masas</b>	543,49 V
<b>Tensión de contacto máxima exterior</b>	543,49 V
<b>Tensión de paso máxima en el acceso</b>	543,49 V

Tabla 25. Valores obtenidos PaT

Se ha comprobado que:

$$U_{def. tierra masas} < U_c \Rightarrow 543,49 V < 1813,23 V$$

Lo cual permite la unión de tierras.

## 14. Compensación de la energía reactiva

La compensación de la energía reactiva tiene numerosos beneficios, como son la reducción del coste de la electricidad por bonificación de la compañía eléctrica y la mejora en la calidad de la misma.

Se ha fijado un objetivo de factor de potencia de 0,96, para ello se ha calculado una batería de condensadores de 55 kVar. En el documento “Cálculos” se encuentra detallado.

## 15. Planificación

Para la correcta ejecución del proyecto de la instalación eléctrica se ha realizado una planificación de las tareas a realizar.

En la siguiente tabla se detallan las actividades con los tiempos estimados de ejecución.

Tarea	Duración (días)
1. Local CT	4
2. Instalación celdas CT	2
3. Instalación transformador CT	2
4. Red de tierras	2
5. Marcado de líneas	4
6. Zanjas, regatas, pasadores...	5
7. Fijación de tubos, soportes y bandejas eléctricas	10
8. Cableado interior	20
9. CGBT	2
10. Ubicación y montaje de los cuadros eléctricos	8
11. Compensación de energía reactiva	2
12. Montaje y conexión de luminarias y mecanismos	15
13. Conexión de receptores	10
14. Pruebas y puesta en marcha	4

En el siguiente diagrama de Gantt se han representado en el tiempo las tareas a realizar, ordenadas con sus correspondientes predecesoras para analizar cuáles son las tareas críticas y los hitos a cumplir para avanzar a la siguiente tarea.

MEMORIA: INSTALACIÓN ELÉCTRICA DE UN TALLER DE CARPINTERÍA METÁLICA

Nombre	Duración	Predecesores	Semanal	Seman2	Seman3	Seman4	Seman5	Seman6	Seman7	Seman8	Seman9	Seman10	Seman11	Seman12
1 Local C T	4 dias		█											
2 Instalación celdas C T	2 dias	1		█										
3 Instalación transformador C T	2 dias	2			█									
4 Red de tierra s	2 dias					█								
5 Marcado de línea s	4 dias						█							
6 Zanjias, regatas, pasadore..	5 dias	5						█						
7 Fijación de tubos, soporte...	10 dias	6							█					
8 Cableado interior	20 dias	7								█				
9 CGBT	2 dias										█			
10 Ubicación y montaje de los...	8 dias	9										█		
11 Compen sación de energía ...	2 dias	10											█	
12 Montaje y conexión de lum...	15 dias	8												█
13 Conexión de receptore s	10 dias	8												█
14 Pruebas y puesta en march a	4 dias	12;13												█

Ilustración 10. Diagrama de Gantt

## 16. Programas utilizados

- **Microsoft Excel**

Programa de cálculo utilizado para dimensionar los conductores, corrientes de cortocircuito en zonas críticas y finalmente las debidas protecciones, así como otros cálculos como son el presupuesto o la puesta a tierra.

- **AutoCad.**

Confección de planos tanto civiles del layout de la nave como del posicionamiento de las luminarias, descriptivos del CT o diagramas eléctricos.

- **PDC**

Software del fabricante ABB, parte del paquete e Design para diseñar cuadros de protección de instalaciones de baja tensión. Proporciona presupuesto y representación gráfica de la instalación.

- **SOC**

Software del fabricante ABB, complementario a e Design que proporciona información de los productos utilizados. En este caso se ha utilizado para estudiar la selectividad de las protecciones.

- **Dialux**

Software utilizado para llevar a cabo el estudio luminotécnico de la instalación y asegurar que cumple las necesidades lumínicas. Además, proporciona planos en planta de la situación de las luminarias.

- **Amikit**

Software del fabricante Ormazabal utilizado para calcular las necesidades del CT. Se obtiene presupuesto del CT así como un informe detallado de la instalación y planos descriptivos.

## 17. Normativa aplicada

- [1] **Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión (REBT)**. Aprobado por el Consejo de Ministros, y reflejado en el Real Decreto 842/2002 del 2 de agosto, y publicado en el BOE nº 224 de fecha.
- [2] **Norma UNE-12464.1** “Norma europea sobre la iluminación para interiores”, AENOR 2012.
- [3] **UNE-EN IEC 61439-2:2021**. “Conjuntos de aparata de baja tensión. Parte 2: Conjuntos de aparata de potencia.” AENOR 2021.
- [4] **Norma UNE-HD 60364-5-52:2014/A11:2018**. “Instalaciones eléctricas de baja tensión. Parte 5-52: Selección e instalación de equipos eléctricos. Canalizaciones.” AENOR 2018.
- [5] **Reglamento sobre condiciones técnicas y garantías de seguridad en instalaciones eléctricas de alta tensión**. Aprobado por el Real Decreto 337/2014 del 9 de mayo.
- [6] **MT-2.11.33**. Manual Técnico de Distribución Iberdrola.
- [7] **MIE-RAT-13**. Instrucción técnica complementaria “Instalaciones de Puesta a Tierra”.

## 18. Bibliografía

- [1] G. Buigués Beraza (2021). **Apuntes de la asignatura “Instalaciones Eléctricas de Baja Tensión”**.

## MÁSTER UNIVERSITARIO EN INGNIERÍA INDUSTRIAL

# DOCUMENTO 2: CÁLCULOS

## ***INSTALACIÓN ELÉCTRICA DE UN TALLER DE CARPINTERÍA METÁLICA***

<b>Estudiante</b>	<i>Díaz, Helguera, Xabier</i>
<b>Director/Directora</b>	<i>Buigues, Beraza, Garikoitz</i>
<b>Departamento</b>	<b>Ingeniería eléctrica</b>
<b>Curso académico</b>	<i>2021/2022</i>

*Bilbao, septiembre 2022*

# Índice

1.	Datos básicos.....	1
2.	Potencia total instalada y demandada.....	2
3.	Cálculo de la instalación eléctrica en AT .....	5
3.1.	Cálculo de la corriente de cortocircuito.....	5
3.1.1.	Impedancia equivalente en la red de AT.....	5
3.1.2.	Impedancia equivalente en el transformador.....	6
3.1.3.	Corrientes de cortocircuito .....	6
4.	Cálculo de la instalación eléctrica en BT .....	8
4.1.	Características generales.....	8
4.2.	Dimensionamiento de conductores en BT .....	8
4.2.1.	Dimensionamiento por criterio térmico .....	8
4.2.2.	Dimensionamiento por criterio de caída de tensión.....	9
4.2.3.	Previsión de cargas.....	10
4.2.4.	Resultados .....	17
4.3.	Cálculo de corrientes de cortocircuito.....	27
5.	Protecciones BT.....	30
5.1.	Protección frente a sobrecargas .....	30
5.2.	Protección frente a cortocircuitos .....	30
5.3.	Protección frente a contactos indirectos.....	31
5.4.	Selectividad .....	31
5.5.	Resultados .....	32
6.	Instalación de puesta a tierra.....	40
6.1.	Alcance .....	40
6.2.	Datos de partida.....	40
6.3.	Diseño de instalaciones de puesta a tierra de servicio .....	40
6.4.	Corrientes máximas y tiempo máximo de defecto .....	41
6.5.	Cálculo de las tensiones de paso y de contacto máximas admisibles.....	42
6.5.1.	Cálculo del coeficiente reductor de capa superficial .....	42
6.5.2.	Determinación de las tensiones de paso y contacto máximas admisibles .....	42
6.5.3.	Condiciones para un sistema común de puesta a tierra.....	42
6.5.4.	Red de tierra del CT.....	43
7.	Alumbrado.....	44
8.	Compensación de la energía reactiva .....	45

# Índice de tablas

Tabla 1. Datos básicos.....	1
Tabla 2. Potencia demandada CS1.....	2
Tabla 3. Potencia demandada CS2.....	3
Tabla 4. Potencia demandada CS3.....	3
Tabla 5. Potencia demandada CS4.....	3
Tabla 6. Potencia demandada CS5.....	4
Tabla 7. Potencia demandada CS6.....	4
Tabla 8. Datos de partida cálculo AT.....	5
Tabla 9. Datos de partida red.....	6
Tabla 10. Datos de partida cálculo BT.....	8
Tabla 11. Factor de simultaneidad.....	10
Tabla 12. Previsión de cargas CGBT.....	10
Tabla 13. Previsión de cargas CS1.....	11
Tabla 14. Previsión de cargas CS2.....	12
Tabla 15. Previsión de cargas CS3.....	13
Tabla 16. Previsión de cargas CS4.....	14
Tabla 17. Previsión de cargas CS5.....	15
Tabla 18. Previsión de cargas CS6.....	16
Tabla 19. Secciones CGBT.....	17
Tabla 20. Secciones CS1.....	18
Tabla 21. Secciones CS2 (1).....	19
Tabla 22. Secciones CS2 (2).....	20
Tabla 23. Secciones CS2 (3).....	21
Tabla 24. Secciones CS3.....	22
Tabla 25. Secciones CS4.....	23
Tabla 26. Secciones CS5 (1).....	24
Tabla 27. Secciones CS5 (2).....	25
Tabla 28. Secciones CS6.....	26
Tabla 29. Corrientes de cortocircuito CGBT.....	27
Tabla 30. Corrientes de cortocircuito CS1.....	27
Tabla 31. Corrientes de cortocircuito CS2.....	28
Tabla 32. Corrientes de cortocircuito CS3.....	28
Tabla 33. Corrientes de cortocircuito CS4.....	29
Tabla 34. Corrientes de cortocircuito CS5.....	29
Tabla 35. Corrientes de cortocircuito CS6.....	29
Tabla 36. Protecciones CGBT.....	32
Tabla 37. Protecciones CS1.....	33
Tabla 38. Protecciones CS2.....	35
Tabla 39. Protecciones CS3.....	36
Tabla 40. Protecciones CS4.....	37
Tabla 41. Protecciones CS5.....	39
Tabla 42. Protecciones CS6.....	39
Tabla 43. Datos de partida compensación de energía reactiva.....	45
Tabla 44. Factores multiplicativos FdP.....	45

# 1. Datos básicos

Datos de partida para calcular las distintas características de la instalación eléctrica:

<b>Clase de corriente</b>	Alterna trifásica
<b>Tensión nominal de la red AT</b>	20 kV
<b>Tensión más elevada de la red AT</b>	24 kV
<b>Tensión nominal entre fases BT</b>	400 V
<b>Tensión nominal fase-tierra BT</b>	230 V
<b>Esquema de puesta a tierra</b>	TN-S

Tabla 1. Datos básicos

## 2. Potencia total instalada y demandada

Para obtener una previsión de potencia demandada en la nave, es necesario determinar los requerimientos de potencia.

Por la naturaleza propia de cada carga, tendrá un factor de utilización diferente, estimado en 0,85 para el alumbrado y 0,8 para fuerza.

A continuación, se presenta la potencia demandada en cada cuadro.

CS1			
Nombre	Potencia total activa (VA)	FU	Potencia activa demandada (VA)
SIMON. SLIM suspendida de 1,2m, 3000K con óptica simétrica con difusor opal. Negro.	8555,56	0,85	7272,23
SIMON. Luminaria estanca 780 600 IP65 4000K On-Off	266,67	0,85	226,67
<b>Total</b>			<b>7498,90</b>

Tabla 2. Potencia demandada CS1

CS2			
Nombre	Potencia total activa (VA)	FU	Potencia activa demandada (VA)
Puerta seccional	4000,00	0,80	3200,00
Puente grúa GH 15 Tn	35714,29	0,80	28571,43
Sierra circular	10000,00	0,80	8000,00
Sierra cinta	5625,00	0,80	4500,00
Schuko	18400,00	0,80	14720,00
<b>Total</b>			<b>58991,43</b>

Tabla 3. Potencia demandada CS2

CS3			
Nombre	Potencia total activa (VA)	FU	Potencia activa demandada (VA)
Equipo TIG	22500,00	0,80	18000,00
Equipo MIG	42307,69	0,80	33846,15
Schuko	14720,00	0,80	11776,00
<b>Total</b>			<b>63622,15</b>

Tabla 4. Potencia demandada CS3

CS4			
Nombre	Potencia total activa (VA)	FU	Potencia activa demandada (VA)
Taladro columna	8000,00	0,80	6400,00
CNC	15000,00	0,80	12000,00
Schuko	36800,00	0,80	29440,00
<b>Total</b>			<b>47840,00</b>

Tabla 5. Potencia demandada CS4

CS5			
Nombre	Potencia total activa (VA)	FU	Potencia activa demandada (VA)
Schuko	92000,00	0,80	73600,00
SIMON. Luminaria Advance M4 60x60 NW CLC DALI	1306,67	0,85	1110,67
SIMON. Luminaria Advance M4 120x30 NW CLC DALI	808,89	0,85	687,56
<b>Total</b>			<b>75398,226</b>

Tabla 6. Potencia demandada CS5

CS6			
Nombre	Potencia total activa (VA)	FU	Potencia activa demandada (VA)
Climatización	22222,22	0,80	17777,78
<b>Total</b>			<b>17777,78</b>

Tabla 7. Potencia demandada CS6

Aplicando los coeficientes de simultaneidad pertinentes, resulta una potencia total demanda de 271128,48 kVA. Por ello se elige un transformador que proporcione 400 kVA, siendo este el valor inmediatamente superior normalizado.

### 3. Cálculo de la instalación eléctrica en AT

#### 3.1. Cálculo de la corriente de cortocircuito

##### 3.1.1. Impedancia equivalente en la red de AT

Datos de partida:

Tensión nominal de la red AT	20 kV
Potencia de cortocircuito de la red AT	500 MVA
Frecuencia de la red	50 Hz
Coficiente máximo de tensión	1,1

Tabla 8. Datos de partida cálculo AT

$$Z_Q = \frac{c_{max} \cdot U_n^2}{S_{kQ}} = \frac{1,1 \cdot 20^2}{500} = 0,88 \Omega$$

$$X_Q = 0,995 \cdot Z_Q = 0,995 \cdot 0,88 = 0,8756 \Omega$$

$$R_Q = 0,1 \cdot X_Q = 0,1 \cdot 0,8756 = 0,08756 \Omega$$

Referido a BT:

$$X_Q(BT) = X_Q \cdot \frac{U_n(BT)^2}{U_n(AT)^2} = 0,8756 \cdot \frac{400^2}{20000^2} = 0,35024 \text{ m}\Omega$$

$$R_Q(BT) = R_Q \cdot \frac{U_n(BT)^2}{U_n(AT)^2} = 0,08756 \cdot \frac{400^2}{20000^2} = 0,035024 \text{ m}\Omega$$

$$\underline{Z_Q(BT)} = (0,35024 + 0,035024j) \text{ m}\Omega$$

### 3.1.2. Impedancia equivalente en el transformador

Datos de partida:

Potencia aparente asignada	400 kVA
Tensión nominal compuesta primaria	20 kVA
Tensión nominal compuesta secundaria	400 V
Tensión de cortocircuito	4%
Componente resistiva de la tensión de cortocircuito	1,04%

Tabla 9. Datos de partida red

$$Z_t = \frac{U_z \cdot U_n^2}{100 \cdot S_n} = \frac{4 \cdot 400^2}{100 \cdot 400} = 16 \text{ m}\Omega$$

$$R_t = \frac{U_r \cdot U_n^2}{100 \cdot S_n} = \frac{1,04 \cdot 400^2}{100 \cdot 400} = 4,16 \text{ m}\Omega$$

$$X_t = \sqrt{Z_t^2 - R_t^2} = \sqrt{16^2 - 4,16^2} = 15,45 \text{ m}\Omega$$

Para hallar el factor de corrección  $K_t$ :

$$x_t = \frac{X_t}{\frac{U_n^2}{S_n}} = \frac{15,45}{\frac{400^2}{400}} = 0,038625$$

$$K_t = 0,95 \cdot \frac{c_{max}}{1 + 0,6 \cdot x_t} = 0,95 \cdot \frac{1,1}{1 + 0,6 \cdot 0,038625} = 1,021$$

Despejando para obtener la impedancia equivalente en el transformador:

$$\underline{Z_{tK}} = \underline{Z_t} \cdot K_t = 4,16 \cdot 1,021 + 15,45 \cdot 1,021j = (4,25 + 15,78j) \text{ m}\Omega$$

### 3.1.3. Corrientes de cortocircuito

La suma de impedancias a la salida del transformador es:

$$\underline{Z_{total}} = \underline{Z_Q(BT)} + \underline{Z_{tK}}$$

CÁLCULOS: INSTALACIÓN ELÉCTRICA DE UN TALLER DE CARPINTERÍA METÁLICA

$$R_{total} = R_Q(BT) + R_{tK} = 0,035024 + 4,25 = 4,2838 \text{ m}\Omega$$

$$X_{total} = X_Q(BT) + X_{tK} = 0,35024 + 15,78 = 16,1295 \text{ m}\Omega$$

$$Z_{total} = \sqrt{R_{total}^2 + X_{total}^2} = \sqrt{4,2838^2 + 16,1295^2} = 16,6887 \text{ m}\Omega$$

$$I''_{k3,m\acute{a}x} = \frac{c \cdot U_n(BT)}{\sqrt{3} \cdot Z_{total}} = \frac{1,1 \cdot 400}{\sqrt{3} \cdot 16,6887} = 15,22 \text{ kA}$$

## 4. Cálculo de la instalación eléctrica en BT

### 4.1. Características generales

Tensión nominal compuesta	400 V
Tensión nominal fase-tierra	230 V
Frecuencia	50 Hz
Caída de tensión máxima admisible en alumbrado	4,5 %
Caída de tensión máxima admisible en fuerza	6,5 %
Reactancia de los conductores	0,08 Ω/km

Tabla 10. Datos de partida cálculo BT

### 4.2. Dimensionamiento de conductores en BT

Se emplearán dos criterios de dimensionamiento, el térmico y el de caída de tensión, y de los dos se impondrá el más restrictivo.

#### 4.2.1. Dimensionamiento por criterio térmico

Primeramente, se determina la intensidad prevista del conductor, diferenciándose conductores de cargas monofásicas y trifásicas, con las siguientes expresiones:

$$I_{prev,3} = \frac{P}{\sqrt{3} \cdot U \cdot \cos(\varphi)}$$

$$I_{prev,1} = \frac{P}{2 \cdot V \cdot \cos(\varphi)}$$

Después, por medio de los factores de corrección correspondientes a las condiciones de cada conductor se calcula la intensidad seleccionada para entrar a tablas y elegir una sección:

$$I_{sel} = \frac{I_{prev}}{\sum \text{Factores de corrección}}$$

Con la intensidad seleccionada se escoge en las tablas la sección correspondiente a dicho intensidad (la inmediatamente superior normalizada).

Posteriormente se calcula la intensidad admisible por el conductor aplicando los factores de corrección:

$$I_{adm} = I_{tablas} \cdot \sum \text{Factores de corrección}$$

#### 4.2.2. Dimensionamiento por criterio de caída de tensión

Primeramente, se determina la caída máxima de tensión admisible en voltios:

$$\Delta U = U \cdot \Delta U(\%)$$

Seguido, se calcula la sección para dicha caída de tensión.

- Líneas monofásicas:

$$s = \frac{2 \cdot \rho \cdot L \cdot I_{sel} \cdot \cos(\varphi)}{\Delta V}$$

- Líneas trifásicas:

$$s = \frac{\sqrt{3} \cdot \rho \cdot L \cdot I_{sel} \cdot \cos(\varphi)}{\Delta U}$$

Con la sección calculada se entra a tablas y se escoge la inmediatamente superior.

Después se calcula la caída de tensión real:

- Líneas monofásicas:

$$\Delta V(\%) = \frac{2 \cdot \rho \cdot L \cdot I_{sel} \cdot \cos(\varphi)}{s \cdot V} \cdot 100$$

- Líneas trifásicas:

$$\Delta U(\%) = \frac{\sqrt{3} \cdot \rho \cdot L \cdot I_{sel} \cdot \cos(\varphi)}{s \cdot U} \cdot 100$$

### 4.2.3. Previsión de cargas

Para dimensionar los conductores primero es necesario saber la intensidad prevista que van a llevar. Para ello, además del factor de utilización previamente determinado, se ha seguido la norma IEC 61439-2, la cual establece los siguientes valores de factor de utilización en función de los circuitos.

Nº de circuitos de corriente principal	FS
2 y 3	0,9
4 y 5	0,8
6 a 9	0,7
10 y más	0,6

Tabla 11. Factor de simultaneidad

CGBT				
Desde	Hasta	Designación circuito	FS	Intensidad prevista
Transformador	CGBT	C 0		502,68
CGBT	CS1	C 1	0,80	23,47
	CS2	C 2	0,60	69,72
	CS3	C 3	0,70	86,02
	CS4	C 4	0,70	104,15
	CS5	C 5	0,60	196,22
	CS6	C 6	1,00	23,09

Tabla 12. Previsión de cargas CGBT

CÁLCULOS: INSTALACIÓN ELÉCTRICA DE UN TALLER DE CARPINTERÍA METÁLICA

CS1				
Desde	Hasta	Carga	Designación circuito	Intensidad prevista (A)
CS1	Iluminación Taller 1*	L 1.1	C 1.1	9,51
	Iluminación Taller 2*	L 1.2	C 1.2	9,51
	Iluminación Taller 3*	L 1.3	C 1.3	9,43
	Sala CGBT	L 1.4	C 1.4	0,44
	Aseo	L 1.5	C 1.5	0,44

CS1	Intensidad prevista (A)	Intensidad prevista con FS (A)
	29,34	23,47

Tabla 13. Previsión de cargas CS1

CS2				
Desde	Hasta	Carga	Designación circuito	Intensidad prevista (A)
CS2	Puerta seccional	Q 2.1	C 2.1	3,70
	Puente grúa GH 15 Tn	Q 2.2	C 2.2	34,64
	Sierra circular 1	Q 2.3	C 2.3	1,73
	Sierra circular 2	Q 2.4	C 2.4	1,73
	Sierra circular 3	Q 2.5	C 2.5	1,73
	Sierra circular 4	Q 2.6	C 2.6	1,73
	Sierra circular 5	Q 2.7	C 2.7	1,73
	Sierra cinta 1	Q 2.8	C 2.8	1,04
	Sierra cinta 2	Q 2.9	C 2.9	1,04
	Sierra cinta 3	Q 2.10	C 2.10	1,04
	Sierra cinta 4	Q 2.11	C 2.11	1,04
	Sierra cinta 5	Q 2.12	C 2.12	1,04
	Schuko 1*	Q 2.13	C 2.13	25,60
	Schuko 2*	Q 2.14	C 2.14	25,60
	Schuko 3*	Q 2.15	C 2.15	12,80

CS2	Intensidad prevista (A)	Intensidad prevista con FS (A)
	116,19	69,72

Tabla 14. Previsión de cargas CS2

CS3				
Desde	Hasta	Carga	Designación circuito	Intensidad prevista (A)
CS3	Equipo TIG 1	Q 3.1	C 3.1	10,39
	Equipo TIG 2	Q 3.2	C 3.2	10,39
	Equipo MIG 1	Q 3.3	C 3.3	12,70
	Equipo MIG 2	Q 3.4	C 3.4	12,70
	Equipo MIG 3	Q 3.5	C 3.5	12,70
	Schuko 1*	Q 3.6	C 3.6	25,60
	Schuko 2*	Q 3.7	C 3.7	25,60
	Schuko 3*	Q 3.8	C 3.8	12,80

CS3	Intensidad prevista (A)	Intensidad prevista con FS (A)
	122,89	86,02

Tabla 15. Previsión de cargas CS3

CÁLCULOS: INSTALACIÓN ELÉCTRICA DE UN TALLER DE CARPINTERÍA METÁLICA

CS4					
Desde	Hasta	Carga	Designación circuito	Intensidad prevista (A)	
CS4	Taladro columna 1	Q 4.1	C 4.1	2,31	
	Taladro columna 2	Q 4.2	C 4.2	2,31	
	Taladro columna 3	Q 4.3	C 4.3	2,31	
	CNC	Q 4.4	C 4.4	13,86	
	Schuko 1*	Q 4.5	C 4.5	51,20	
	Schuko 2*	Q 4.6	C 4.6	51,20	
	Schuko 3*	Q 4.7	C 4.7	25,60	
CS4				Intensidad prevista prevista (A)	Intensidad prevista con FS (A)
				148,79	104,15

Tabla 16. Previsión de cargas CS4

CS5					
Desde	Hasta	Carga	Designación circuito	Intensidad prevista (A)	
CS5	Iluminación Pasillo Oficina	L 5.1	C 5.1	0,52	
	Iluminación Oficina	L 5.2	C 5.2	3,83	
	Iluminación Despacho 1	L 5.3	C 5.3	0,41	
	Iluminación Despacho 2	L 5.4	C 5.4	0,41	
	Iluminación Despacho 3	L 5.5	C 5.5	0,41	
	Iluminación Sala de Reuniones	L 5.6	C 5.6	0,62	
	Iluminación Vestuarios	L 5.7	C 5.7	0,83	
	Schuko Oficina 1*	Q 5.8	C 5.8	89,60	
	Schuko Oficina 2*	Q 5.9	C 5.9	89,60	
	Schuko Oficina 3*	Q 5.10	C 5.10	76,80	
	Schuko Despacho 1	Q 5.11	C 5.11	12,80	
	Schuko Despacho 2	Q 5.12	C 5.12	12,80	
	Schuko Despacho 3	Q 5.13	C 5.13	12,80	
	Schuko Sala de Reuniones	Q 5.14	C 5.14	25,60	
			<b>CS5</b>	<b>Intensidad prevista (A)</b>	<b>Intensidad prevista con FS (A)</b>
				327,04	196,22

Tabla 17. Previsión de cargas CS5

CÁLCULOS: INSTALACIÓN ELÉCTRICA DE UN TALLER DE CARPINTERÍA METÁLICA

CS6				
Desde	Hasta	Carga	Designación circuito	Intensidad prevista (A)
CS6	Unidad de climatización	Q 6.1	C 6.1	23,09

CS6	Intensidad prevista (A)	Intensidad prevista con FU (A)
	23,09	23,09

Tabla 18. Previsión de cargas CS6

\*Los circuitos marcados con asterisco son cargas en serie que se han separado en varios circuitos para que la repartición de cargas sea simétrica.

#### 4.2.4. Resultados

	CGBT					
	C 1	C 2	C 3	C 4	C 5	C 6
Tipo de instalación	Bandeja no perforada					
Nº Circuitos	1	1	1	1	1	1
Potencia	7940	63600	69400	54800	93904	20000
FdP	0,90	0,86	0,83	0,92	1,00	0,90
Tensión (V)	400	400	400	400	400	400
Intensidad prevista	23,47	69,72	86,02	104,15	196,22	23,09
FC	0,77	0,77	0,77	0,77	0,88	0,88
Intensidad seleccionada	30,49	90,54	111,72	135,26	222,98	26,24
<b>Dimensionamiento por criterio térmico</b>						
Sección tablas (mm2)	4	25	35	50	95	4
Intensidad máx. tabla	34	101	126	153	238	34
Intensidad máx. admisible	26,18	77,77	97,02	117,81	209,44	29,92
<b>Comprobación caída de tensión</b>						
Longitud de línea	20	21	34	83	81	82
Caída de tensión adm. (%)	4,5	6,5	6,5	6,5	4,5	6,5
Caída de tensión adm. (V)	18	26	26	26	18	26
Caída de tensión acumulada con sección criterio térmico	5,03	2,88	3,62	7,07	7,52	16,89
Validez sección	Sección válida					
Nueva sección (mm2)	6					
<b>Resultado</b>						
Sección final (mm2)	6	25	35	50	95	4
Caída de tensión final (V)	3,50	2,88	3,62	7,07	7,52	16,89
Caída de tensión final (%)	0,88%	0,72%	0,91%	1,77%	1,88%	4,22%
Intensidad máx. admisible final (A)	33,11	77,77	97,02	117,81	209,44	29,92

Tabla 19. Secciones CGBT

CÁLCULOS: INSTALACIÓN ELÉCTRICA DE UN TALLER DE CARPINTERÍA METÁLICA

	CS1				
	C 1.1	C 1.2	C 1.3	C 1.4	C 1.5
Tipo de instalación	Bajo tubo empotrado en el suelo	Bajo tubo fijado a pared y techo			
Nº Circuitos	1	1	1	1	1
Potencia	2574	2574	2552	120	120
FdP	0,90	0,90	0,90	0,90	0,90
Tensión (V)	400	230	230	230	230
Intensidad prevista	3,70	9,51	9,43	0,44	0,44
FC	1,18	1,06	1,06	1,06	1,06
Intensidad seleccionada	3,13	8,97	8,90	0,42	0,42
<b>Dimensionamiento por criterio térmico</b>					
Sección tablas (mm2)	2,5	1,5	1,5	1,5	1,5
Intensidad máx. tabla	24	19,5	19,5	19,5	19,5
Intensidad máx. admisible	28,32	20,67	20,67	20,67	20,67
<b>Comprobación caída de tensión</b>					
Longitud de línea	8	423	429	48	35
Caída de tensión adm. (%)	6,5	4,5	4,5	4,5	4,5
Caída de tensión adm. (V)	26	10,35	10,35	10,35	10,35
Caída de tensión acumulada con sección criterio térmico (V)	3,19	97,20	97,66	3,98	3,85
Validez sección	Sección válida	Sección insuficiente	Sección insuficiente	Sección válida	Sección válida
Nueva sección (mm2)		25	25		
<b>Resultado</b>					
Sección final (mm2)	2,5	25	25	1,5	1,5
Caída de tensión final (V)	3,19	8,93	8,96	3,98	3,85
Caída de tensión final (%)	0,80%	3,88%	3,90%	1,73%	1,67%
Intensidad máx. admisible final (A)	28,32	101,76	101,76	20,67	20,67

Tabla 20. Secciones CS1

CÁLCULOS: INSTALACIÓN ELÉCTRICA DE UN TALLER DE CARPINTERÍA METÁLICA

	CS2				
	C 2.1	C 2.2	C 2.3	C 2.4	C 2.5
Tipo de instalación	Bajo tubo empotrado en el suelo				
Nº Circuitos	1	1	1	1	1
Potencia	3200	30000	1500	1500	1500
FdP	0,80	0,84	0,75	0,75	0,75
Tensión (V)	400	400	400	400	400
Intensidad prevista	3,70	34,64	1,73	1,73	1,73
FC	1,18	1,18	1,18	1,18	1,18
Intensidad seleccionada	3,13	29,36	1,47	1,47	1,47
<b>Dimensionamiento por criterio térmico</b>					
Sección tablas (mm2)	2,5	4	2,5	2,5	2,5
Intensidad máx. tabla	24	30	24	24	24
Intensidad máx. admisible	28,32	35,40	28,32	28,32	28,32
<b>Comprobación caída de tensión</b>					
Longitud de línea	8	8	17	22	27,25
Caída de tensión adm. (%)	6,5	6,5	6,5	6,5	6,5
Caída de tensión adm. (V)	26	26	26	26	26
Caída de tensión acumulada con sección criterio térmico (V)	3,19	5,08	3,17	3,26	3,35
Validez sección	Sección válida				
<b>Resultado</b>					
Sección final (mm2)	2,5	4	2,5	2,5	2,5
Caída de tensión final (V)	3,19	5,08	3,17	3,26	3,35
Caída de tensión final (%)	0,80%	1,27%	0,79%	0,81%	0,84%
Intensidad máx. admisible final (A)	28,32	35,4	28,32	28,32	28,32

Tabla 21. Secciones CS2 (1)

CÁLCULOS: INSTALACIÓN ELÉCTRICA DE UN TALLER DE CARPINTERÍA METÁLICA

	CS2				
	C 2.6	C 2.7	C 2.8	C 2.9	C 2.10
Tipo de instalación	Bajo tubo empotrado en el suelo				
Nº Circuitos	1	1	1	1	1
Potencia	1500	1500	900	900	900
FdP	0,75	0,75	0,80	0,80	0,80
Tensión (V)	400	400	400	400	400
Intensidad prevista	1,73	1,73	1,04	1,04	1,04
FC	1,18	1,18	1,18	1,18	1,18
Intensidad seleccionada	1,47	1,47	0,88	0,88	0,88
<b>Dimensionamiento por criterio térmico</b>					
Sección tablas (mm <sup>2</sup> )	2,5	2,5	2,5	2,5	2,5
Intensidad máx. tabla	24	24	24	24	24
Intensidad máx. admisible	28,32	28,32	28,32	28,32	28,32
<b>Comprobación caída de tensión</b>					
Longitud de línea	32,5	37,75	22	28	34,5
Caída de tensión adm. (%)	6,5	6,5	6,5	6,5	6,5
Caída de tensión adm. (V)	26	26	26	26	26
Caída de tensión acumulada con sección criterio térmico	3,44	3,53	3,12	3,19	3,26
Validez sección	Sección válida				
<b>Resultado</b>					
Sección final (mm <sup>2</sup> )	2,5	2,5	2,5	2,5	2,5
Caída de tensión final (V)	3,44	3,53	3,12	3,19	3,26
Caída de tensión final (%)	0,86%	0,88%	0,78%	0,80%	0,82%
Intensidad máx. admisible final (A)	28,32	28,32	28,32	28,32	28,32

Tabla 22. Secciones CS2 (2)

CÁLCULOS: INSTALACIÓN ELÉCTRICA DE UN TALLER DE CARPINTERÍA METÁLICA

Tipo de instalación	CS2				
	C 2.11	C 2.12	C 2.13	C 2.14	C 2.15
	Bajo tubo empotrado en el suelo				
Nº Circuitos	1	1	1	1	1
Potencia	900	900	7360	7360	3680
FdP	0,80	0,80	1,00	1,00	1,00
Tensión (V)	400	400	230	230	230
Intensidad prevista	1,04	1,04	25,60	25,60	12,80
FC	1,18	1,18	1,18	1,18	1,18
Intensidad seleccionada	0,88	0,88	21,69	21,69	10,85
<b>Dimensionamiento por criterio térmico</b>					
Sección tablas (mm <sup>2</sup> )	2,5	2,5	2,5	2,5	2,5
Intensidad máx. tabla	24	24	29	29	29
Intensidad máx. admisible	28,32	28,32	34,22	34,22	34,22
<b>Comprobación caída de tensión</b>					
Longitud de línea	41	47,5	17	17	17
Caída de tensión adm. (%)	6,5	6,5	6,5	6,5	6,5
Caída de tensión adm. (V)	26	26	14,95	14,95	14,95
Caída de tensión acumulada con sección criterio térmico	3,33	3,40	10,08	10,08	6,27
Validez sección	Sección válida				
<b>Resultado</b>					
Sección final (mm <sup>2</sup> )	2,5	2,5	2,5	2,5	2,5
Caída de tensión final (V)	3,33	3,40	10,08	10,08	6,27
Caída de tensión final (%)	0,83%	0,85%	4,38%	4,38%	2,73%
Intensidad máx. admisible final (A)	28,32	28,32	34,22	34,22	34,22

Tabla 23. Secciones CS2 (3)

CÁLCULOS: INSTALACIÓN ELÉCTRICA DE UN TALLER DE CARPINTERÍA METÁLICA

		CS3							
Tipo de instalación		C 3.1	C 3.2	C 3.3	C 3.4	C 3.5	C 3.6	C 3.7	C 3.8
		Bajo tubo empotrado en el suelo	Bajo tubo empotrado en el suelo	Bajo tubo empotrado en el suelo	Bajo tubo empotrado en el suelo	Bajo tubo empotrado en el suelo	Bajo tubo empotrado en el suelo	Bajo tubo empotrado en el suelo	Bajo tubo empotrado en el suelo
Nº Circuitos/Nº bandejas		1	1	1	1	1	1	1	1
Potencia		9000	9000	11000	11000	11000	7360	7360	3680
FdP		0,80	0,80	0,78	0,78	0,78	1,00	1,00	1,00
Tensión (V)		400	400	400	400	400	230	230	230
Intensidad prevista		10,39	10,39	12,70	12,70	12,70	25,60	25,60	12,80
FC		1,18	1,18	1,18	1,18	1,18	1,18	1,18	1,18
Intensidad seleccionada		8,81	8,81	10,76	10,76	10,76	21,69	21,69	10,85
		Dimensionamiento por criterio térmico							
Sección tablas (mm <sup>2</sup> )		2,5	2,5	2,5	2,5	2,5	2,5	2,5	2,5
Intensidad máx. tabla		24	24	24	24	24	29	29	29
Intensidad máx. admisible		28,32	28,32	28,32	28,32	28,32	34,22	34,22	34,22
		Comprobación caída de tensión							
Longitud de línea		23	10	24	17	9,5	20	20	20
Caída de tensión adm. (%)		6,5	6,5	6,5	6,5	6,5	6,5	6,5	6,5
Caída de tensión adm. (V)		26	26	26	26	26	14,95	14,95	14,95
Caída de tensión acumulada con sección criterio térmico (V)		6,20	4,74	6,86	5,92	4,90	12,10	12,10	7,61
Validez sección		Sección válida	Sección válida	Sección válida	Sección válida	Sección válida	Sección válida	Sección válida	Sección válida
		Resultado							
Sección final (mm <sup>2</sup> )		2,5	2,5	2,5	2,5	2,5	2,5	2,5	2,5
Caída de tensión final (V)		6,20	4,74	6,86	5,92	4,90	12,10	12,10	7,61
Caída de tensión final (%)		1,55%	1,19%	1,71%	1,48%	1,23%	5,26%	5,26%	3,31%
Intensidad máx. admisible final (A)		28,32	28,32	28,32	28,32	28,32	34,22	34,22	34,22

Tabla 24. Secciones CS3

CÁLCULOS: INSTALACIÓN ELÉCTRICA DE UN TALLER DE CARPINTERÍA METÁLICA

	CS4						
	C 4.1	C 4.2	C 4.3	C 4.4	C 4.5	C 4.6	C 4.7
Tipo de instalación	Bajo tubo empotrado en el suelo						
Nº Circuitos/Nº bandejas	1	1	1	1	1	1	1
Potencia	2000	2000	2000	12000	14720	14720	7360
FdP	0,75	0,75	0,75	0,80	1,00	1,00	1,00
Tensión (V)	400	400	400	400	230	230	230
Intensidad prevista	2,31	2,31	2,31	13,86	51,20	51,20	25,60
FC	1,18	1,18	1,18	1,18	1,18	1,18	1,18
Intensidad seleccionada	1,96	1,96	1,96	11,74	43,39	43,39	21,69
<b>Dimensionamiento por criterio térmico</b>							
Sección tablas (mm <sup>2</sup> )	2,5	2,5	2,5	2,5	6	6	2,5
Intensidad máx. tabla	24	24	24	24	46	46	29
Intensidad máx. admisible	28,32	28,32	28,32	28,32	54,28	54,28	34,22
<b>Comprobación caída de tensión</b>							
Longitud de línea	7	10	13	4	5,5	8,5	11,5
Caída de tensión adm. (%)	6,5	6,5	6,5	6,5	6,5	6,5	6,5
Caída de tensión adm. (V)	26	26	26	26	14,95	14,95	14,95
Caída de tensión acumulada con sección criterio térmico (V)	7,23	7,30	7,37	7,68	9,10	10,21	11,94
Validez sección	Sección válida						
<b>Resultado</b>							
Sección final (mm <sup>2</sup> )	2,5	2,5	2,5	2,5	6	6	2,5
Caída de tensión final (V)	7,23	7,30	7,37	7,68	9,10	10,21	11,94
Caída de tensión final (%)	1,81%	1,82%	1,84%	1,92%	3,96%	4,44%	5,19%
Intensidad máx. admisible final (A)	28,32	28,32	28,32	28,32	54,28	54,28	34,22

Tabla 25. Secciones CS4

CÁLCULOS: INSTALACIÓN ELÉCTRICA DE UN TALLER DE CARPINTERÍA METÁLICA

	CS5						
	C 5.1	C 5.2	C 5.3	C 5.4	C 5.5	C 5.6	C 5.7
Tipo de instalación	Bajo tubo en el falso techo						
Nº Circuitos/Nº bandejas	1	1	1	1	1	1	1
Potencia	140	1036	112	112	112	168	224
FdP	0,90	0,90	0,90	0,90	0,90	0,90	0,90
Tensión (V)	230	230	230	230	230	230	230
Intensidad prevista	0,52	3,83	0,41	0,41	0,41	0,62	0,83
FC	0,91	0,91	0,91	0,91	0,91	0,91	0,91
Intensidad seleccionada	0,57	4,21	0,45	0,45	0,45	0,68	0,91
<b>Dimensionamiento por criterio térmico</b>							
Sección tablas (mm <sup>2</sup> )	1,5	10	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5
Intensidad máx. tabla	17,5	57	17,5	17,5	17,5	17,5	17,5
Intensidad máx. admisible	15,93	51,87	15,93	15,93	15,93	15,93	15,93
<b>Comprobación caída de tensión</b>							
Longitud de línea	27	132	20,5	23,75	27	32,5	37,7
Caída de tensión adm. (%)	4,5	4,5	4,5	4,5	4,5	4,5	4,5
Caída de tensión adm. (V)	10,35	10,35	10,35	10,35	10,35	10,35	10,35
Caída de tensión acumulada con sección criterio térmico (V)	7,85	9,32	7,72	7,75	7,79	8,00	8,26
Validez sección	Sección válida						
<b>Resultado</b>							
Sección final (mm <sup>2</sup> )	1,5	10	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5
Caída de tensión final (V)	7,85	9,32	7,72	7,75	7,79	8,00	8,26
Caída de tensión final (%)	3,41%	4,05%	3,36%	3,37%	3,39%	3,48%	3,59%
Intensidad máx. admisible final (A)	15,925	51,87	15,925	15,925	15,925	15,925	15,925

Tabla 26. Secciones CS5 (1)

CÁLCULOS: INSTALACIÓN ELÉCTRICA DE UN TALLER DE CARPINTERÍA METÁLICA

Tipo de instalación	CS5						
	C 5.8	C 5.9	C 5.10	C 5.11	C 5.12	C 5.13	C 5.14
	Bajo tubo en el falso suelo						
Nº Circuitos	1	1	1	1	1	1	1
Potencia	25760	25760	22080	3680	3680	3680	7360
FdP	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
Tensión (V)	230	230	230	230	230	230	230
Intensidad prevista	89,60	89,60	76,80	12,80	12,80	12,80	25,60
FC	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
Intensidad seleccionada	89,60	89,60	76,80	12,80	12,80	12,80	25,60
<b>Dimensionamiento por criterio térmico</b>							
Sección tablas (mm <sup>2</sup> )	25	25	25	2,5	2,5	2,5	4
Intensidad máx. tabla	90	90	90	23	23	23	30
Intensidad máx. admisible	90,00	90,00	90,00	23,00	23,00	23,00	30,00
<b>Comprobación caída de tensión</b>							
Longitud de línea	12	12	12	8	11	14	20
Caída de tensión adm. (%)	6,5	6,5	6,5	6,5	6,5	6,5	6,5
Caída de tensión adm. (V)	14,95	14,95	14,95	14,95	14,95	14,95	14,95
Caída de tensión acumulada con sección criterio térmico (V)	9,41	9,41	9,08	9,16	9,77	10,38	12,94
Validez sección	Sección válida						
<b>Resultado</b>							
Sección final (mm <sup>2</sup> )	25	25	25	2,5	2,5	2,5	4
Caída de tensión final (V)	9,41	9,41	9,08	9,16	9,77	10,38	12,94
Caída de tensión final (%)	4,09%	4,09%	3,95%	3,98%	4,25%	4,51%	5,63%
Intensidad máx. admisible final (A)	90	90	90	23	23	23	30

Tabla 27. Secciones CS5 (2)

CÁLCULOS: INSTALACIÓN ELÉCTRICA DE UN TALLER DE CARPINTERÍA METÁLICA

	CS6
	<b>C 6.1</b>
	<b>Bajo tubo en el falso suelo</b>
Tipo de instalación	
Nº Circuitos/Nº bandejas	1
Potencia	20000
FdP	0,90
Tensión (V)	400
Intensidad prevista	23,09
FC	1,00
Intensidad seleccionada	23,09
	<b>Dimensionamiento por criterio térmico</b>
Sección tablas (mm2)	4
Intensidad máx. tabla	30
Intensidad máx. admisible	30,00
	<b>Comprobación caída de tensión</b>
Longitud de línea	36
Caída de tensión adm. (%)	6,5
Caída de tensión adm. (V)	26
Caída de tensión acumulada con sección criterio térmico	23,62
Validez sección	Sección válida
	<b>Resultado</b>
Sección final (mm2)	4
Caída de tensión final (V)	23,62
Caída de tensión final (%)	5,91%
Intensidad máx. admisible final (A)	30

Tabla 28. Secciones CS6

### 4.3. Cálculo de corrientes de cortocircuito

Para dimensionar las protecciones de los conductores frente a cortocircuitos se calculan las corrientes de cortocircuito en los puntos críticos, estos son el inicio y el final de cada línea.

Resultados

	CGBT								
	L (m)	S (mm <sup>2</sup> )	R (mΩ)	X (mΩ)	Z (mΩ)	Z <sub>pre línea</sub>	I <sup>sc</sup> <sub>K3</sub> (kA)	Z <sub>final de línea</sub>	I <sup>sc</sup> <sub>K1</sub> (kA)
<b>C 1</b>	20	6	23,15	5,33	23,76	21,96	11,57	38,62	2,69
<b>C 2</b>	21	25	6,19	5,60	8,35	21,96	11,57	29,16	3,56
<b>C 3</b>	34	35	7,13	9,07	11,54	21,96	11,57	32,73	3,18
<b>C 4</b>	83	50	12,18	22,13	25,26	21,96	11,57	46,74	2,22
<b>C 5</b>	81	95	6,37	21,60	22,52	21,96	11,57	44,45	2,34
<b>C 6</b>	82	4	145,06	21,87	146,70	21,96	11,57	155,86	0,67

Tabla 29. Corrientes de cortocircuito CGBT

	CS1								
	L (m)	S (mm <sup>2</sup> )	R (mΩ)	X (mΩ)	Z (mΩ)	Z <sub>pre línea</sub>	I <sup>sc</sup> <sub>K3</sub> (kA)	Z <sub>final de línea</sub>	I <sup>sc</sup> <sub>K1</sub> (kA)
<b>C 1.1</b>	401	25	294,82	320,80	435,70	38,62	6,58	474,25	0,22
<b>C 1.2</b>	423	25	311,00	338,40	459,60	38,62	6,58	498,16	0,21
<b>C 1.3</b>	429	25	315,40	343,20	466,12	38,62	6,58	504,67	0,21
<b>C 1.4</b>	48	1,5	587,34	38,40	588,59	38,62	6,58	618,59	0,17
<b>C 1.5</b>	35	1,5	428,27	28,00	429,18	38,62	6,58	459,35	0,23

Tabla 30. Corrientes de cortocircuito CS1

CÁLCULOS: INSTALACIÓN ELÉCTRICA DE UN TALLER DE CARPINTERÍA METÁLICA

	CS2								
	L (m)	S (mm <sup>2</sup> )	R (mΩ)	X (mΩ)	Z (mΩ)	Z <sub>pre línea</sub>	I'' <sub>K3</sub> (kA)	Z <sub>final de línea</sub>	I'' <sub>K1</sub> (kA)
C 2.1	8	2,5	20,00	2,13	20,12	29,16	8,71	42,48	2,45
C 2.2	8	4	14,27	2,13	14,43	29,16	8,71	38,52	2,70
C 2.3	17	2,5	42,42	4,53	42,66	29,16	8,71	61,94	1,68
C 2.4	22	2,5	54,90	5,87	55,21	29,16	8,71	73,54	1,41
C 2.5	27,25	2,5	68,00	7,27	68,39	29,16	8,71	86,00	1,21
C 2.6	32,5	2,5	81,10	8,67	81,57	29,16	8,71	98,65	1,05
C 2.7	37,75	2,5	94,20	10,07	94,74	29,16	8,71	111,42	0,93
C 2.8	22	2,5	54,88	5,87	55,19	29,16	8,71	73,52	1,41
C 2.9	28	2,5	69,85	7,47	70,25	29,16	8,71	87,78	1,18
C 2.10	34,5	2,5	86,06	9,20	86,55	29,16	8,71	103,48	1,00
C 2.11	41	2,5	102,28	10,93	102,86	29,16	8,71	119,34	0,87
C 2.12	47,5	2,5	118,49	12,67	119,17	29,16	8,71	135,31	0,77
C 2.13	17	2,5	137,94	13,60	138,61	29,16	8,71	154,25	0,67
C 2.14	17	2,5	137,94	13,60	138,61	29,16	8,71	154,25	0,67
C 2.15	17	2,5	129,88	13,60	130,59	29,16	8,71	146,49	0,71

Tabla 31. Corrientes de cortocircuito CS2

	CS3								
	L (m)	S (mm <sup>2</sup> )	R (mΩ)	X (mΩ)	Z (mΩ)	Z <sub>pre línea</sub>	I'' <sub>K3</sub> (kA)	Z <sub>final de línea</sub>	I'' <sub>K1</sub> (kA)
C 3.1	23	2,5	58,53	6,13	58,85	32,73	7,76	79,31	1,31
C 3.2	10	2,5	25,45	2,67	25,59	32,73	7,76	49,89	2,08
C 3.3	24	2,5	61,67	6,40	62,01	32,73	7,76	82,23	1,26
C 3.4	17	2,5	43,69	4,53	43,92	32,73	7,76	65,63	1,58
C 3.5	9,5	2,5	24,41	2,53	24,54	32,73	7,76	49,03	2,12
C 3.6	20	2,5	162,28	16,00	163,07	32,73	7,76	180,19	0,58
C 3.7	20	2,5	162,28	16,00	163,07	32,73	7,76	180,19	0,58
C 3.8	20	2,5	152,80	16,00	153,64	32,73	7,76	171,05	0,61

Tabla 32. Corrientes de cortocircuito CS3

CÁLCULOS: INSTALACIÓN ELÉCTRICA DE UN TALLER DE CARPINTERÍA METÁLICA

CS4									
	L (m)	S (mm <sup>2</sup> )	R (mΩ)	X (mΩ)	Z (mΩ)	Z pre línea	I'' <sub>K3</sub> (kA)	Z final de línea	I'' <sub>K1</sub> (kA)
C 4.1	7	2,5	17,48	1,87	17,58	46,74	5,44	56,96	1,82
C 4.2	10	2,5	24,97	2,67	25,11	46,74	5,44	62,35	1,67
C 4.3	13	2,5	32,46	3,47	32,64	46,74	5,44	68,16	1,52
C 4.4	4	2,5	10,34	1,07	10,39	46,74	5,44	52,28	1,99
C 4.5	5,5	6	19,45	4,40	19,94	46,74	5,44	60,17	1,73
C 4.6	8,5	6	30,06	6,80	30,82	46,74	5,44	68,84	1,51
C 4.7	11,5	2,5	93,31	9,20	93,76	46,74	5,44	122,15	0,85

Tabla 33. Corrientes de cortocircuito CS4

CS5									
	L (m)	S (mm <sup>2</sup> )	R (mΩ)	X (mΩ)	Z (mΩ)	Z pre línea	I'' <sub>K3</sub> (kA)	Z final de línea	I'' <sub>K1</sub> (kA)
C 5.1	27	1,5	349,44	21,60	350,11	44,45	5,71	366,23	0,28
C 5.2	132	10	256,38	105,60	277,28	44,45	5,71	305,96	0,34
C 5.3	20,5	1,5	265,31	16,40	265,81	44,45	5,71	282,66	0,37
C 5.4	23,75	1,5	307,37	19,00	307,95	44,45	5,71	324,39	0,32
C 5.5	27	1,5	349,43	21,60	350,09	44,45	5,71	366,21	0,28
C 5.6	32,5	1,5	420,65	26,00	421,45	44,45	5,71	437,17	0,24
C 5.7	37,7	1,5	488,01	30,16	488,94	44,45	5,71	504,39	0,21
C 5.8	12	25	10,32	9,60	14,10	44,45	5,71	56,83	1,83
C 5.9	12	25	10,32	9,60	14,10	44,45	5,71	56,83	1,83
C 5.10	12	25	9,97	9,60	13,84	44,45	5,71	56,69	1,83
C 5.11	8	2,5	62,66	6,40	62,98	44,45	5,71	88,75	1,17
C 5.12	11	2,5	86,15	8,80	86,60	44,45	5,71	110,16	0,94
C 5.13	14	2,5	109,65	11,20	110,22	44,45	5,71	132,32	0,79
C 5.14	20	4	103,80	16,00	105,03	44,45	5,71	129,14	0,80

Tabla 34. Corrientes de cortocircuito CS5

CS6									
	L (m)	S (mm <sup>2</sup> )	R (mΩ)	X (mΩ)	Z (mΩ)	Z pre línea	I'' <sub>K3</sub> (kA)	Z final de línea	I'' <sub>K1</sub> (kA)
C 6.1	36	4	61,13	9,60	61,88	155,86	1,63	217,39	0,48

Tabla 35. Corrientes de cortocircuito CS6

## 5. Protecciones BT

Primeramente, se menciona que el conductor designado C 0 no aparece en los cálculos (aunque se ha tenido en cuenta su peso en los posteriores cortocircuitos y caídas de tensión) porque ya está protegido a la salida del CT y no le afectan las prescripciones que ahora se exponen.

Con el dimensionamiento de los conductores y las corrientes de cortocircuito máximas y mínimas de cada conductor, se procede a dimensionar las protecciones de cada circuito.

Para cada tipo de sobreintensidad existe una característica diferente en la protección.

### 5.1. Protección frente a sobrecargas

La protección ha de cumplir las siguientes condiciones:

- $I_b \leq I_n \leq I_z$  donde  $I_b$  es la corriente para la cual ha sido dimensionado el circuito,  $I_n$  la corriente asignada del dispositivo de protección e  $I_z$  la corriente máxima admisible del conductor.
- $I_2 \leq 1,45 \cdot I_z$  donde  $I_2$  es la corriente capaz de circular por el conductor sin disparar en una hora para menos de 63 A y dos para más de 63 A. Esto se cumple en la característica de disparo de los magnetotérmicos (por eso se usan frente a los fusibles).

### 5.2. Protección frente a cortocircuitos

La protección frente a cortocircuitos precisa de tres condiciones:

- Poder de corte: igual o superior a la corriente de circuito máxima en el conductor a proteger.  $I_{cu} > I_{cc}$ .
- Disparo instantáneo: con una tolerancia de un 20% en el umbral de actuación.  $I_{ccmin} > 1,2 \cdot I_3$ .

- La energía específica que deja circular el dispositivo de protección ha de ser inferior o igual a la energía específica que puede soportar el cable.

$$I^2 \cdot t \leq k^2 \cdot S^2$$

### 5.3. Protección frente a contactos indirectos

A pesar de que se pueden utilizar dispositivos de protección diferencial, en el sistema de neutro TN-S no es necesario, siempre y cuando la corriente de defecto sea mayor que la corriente que hace disparar el dispositivo de protección automático.

$$I_{a,disparo\ interrupt.} < I_d \Rightarrow I_{a,disparo\ interrupt.} < \frac{U}{Z_S}$$

### 5.4. Selectividad

El concepto de selectividad o coordinación de las protecciones responde a una configuración óptima en la que en caso de falta actúe única y exclusivamente la protección que corresponde y no otras protecciones aguas arriba, evitando así falsos disparos y permitiendo una mayor continuidad del servicio eléctrico.

Para conseguir una selectividad total, hay que coordinar los tiempos de actuación de las protecciones. Este proceso se ha llevado a cabo con la aplicación "SOC" de ABB, que es en este caso el fabricante de los dispositivos de protección.

## 5.5. Resultados

	CGBT					
	Intensidad prevista (A)	$I_{kmax}$ (kA)	Interruptor	Tipo de interruptor	$I_u$ (A)	PdC (kA)
C 1	23,47	11,57	XT1B160 TMD R25 4P	Caja moldeada	25	18
C 2	69,72	11,57	XT1B160 TMD R80 4P	Caja moldeada	80	18
C 3	86,02	11,57	XT1B160 TMD R100 4P	Caja moldeada	100	18
C 4	104,15	11,57	XT1B160 TMD R125 4P	Caja moldeada	125	18
C 5	196,22	11,57	XT3N250 TMD R200 4P	Caja moldeada	200	36
C 6	23,09	11,57	XT1B160 TMD R25 4P	Caja moldeada	25	18

Tabla 36. Protecciones CGBT

CÁLCULOS: INSTALACIÓN ELÉCTRICA DE UN TALLER DE CARPINTERÍA METÁLICA

CS1								
	Intensidad prevista (A)	$I_{kmax}$ (kA)	Interruptor	Tipo de interruptor	$I_u$ (A)	PdC (kA)	Curva de disparo	Selectividad
C 1.1	9,51	6,58	S201-C10NA 1p+N	Automático Magnetotérmico DIN	10	10	C	Total
C 1.2	9,51	6,58	S201-C10NA 1p+N	Automático Magnetotérmico DIN	10	10	C	Total
C 1.3	9,43	6,58	S201-C10NA 1p+N	Automático Magnetotérmico DIN	10	10	C	Total
C 1.4	0,44	6,58	S201-C1NA 1p+N	Automático Magnetotérmico DIN	1	10	C	Total
C 1.5	0,44	6,58	S201-C1NA 1p+N	Automático Magnetotérmico DIN	1	10	C	Total

Tabla 37. Protecciones CS1

CÁLCULOS: INSTALACIÓN ELÉCTRICA DE UN TALLER DE CARPINTERÍA METÁLICA

CS2								
	Intensidad prevista (A)	$I_{kmax}$ (kA)	Interruptor	Tipo de interruptor	$I_u$ (A)	PdC (kA)	Curva de disparo	Selectividad
C 2.1	3,70	8,71	S204-K4 4p	Automático Magnetotérmico DIN	4	10	K	Total
C 2.2	34,64	8,71	S204-K40 4p	Automático Magnetotérmico DIN	4	10	K	Total
C 2.3	1,73	8,71	S204-C2 4p	Automático Magnetotérmico DIN	2	10	C	Total
C 2.4	1,73	8,71	S204-C2 4p	Automático Magnetotérmico DIN	2	10	C	Total
C 2.5	1,73	8,71	S204-C2 4p	Automático Magnetotérmico DIN	2	10	C	Total
C 2.6	1,73	8,71	S204-C2 4p	Automático Magnetotérmico DIN	2	10	C	Total
C 2.7	1,73	8,71	S204-C2 4p	Automático Magnetotérmico DIN	2	10	C	Total
C 2.8	1,04	8,71	S204-C2 4p	Automático Magnetotérmico DIN	2	10	C	Total
C 2.9	1,04	8,71	S204-C2 4p	Automático Magnetotérmico DIN	2	10	C	Total
C 2.10	1,04	8,71	S204-C2 4p	Automático Magnetotérmico DIN	2	10	C	Total
C 2.11	1,04	8,71	S204-C2 4p	Automático Magnetotérmico DIN	2	10	C	Total
C 2.12	1,04	8,71	S204-C2 4p	Automático Magnetotérmico DIN	2	10	C	Total

CÁLCULOS: INSTALACIÓN ELÉCTRICA DE UN TALLER DE CARPINTERÍA METÁLICA

CS2								
	Intensidad prevista (A)	$I_{kmax}$ (kA)	Interruptor	Tipo de interruptor	$I_u$ (A)	PdC (kA)	Curva de disparo	Selectividad
C 2.13	25,60	8,71	S201-	Automático	32	10	C	Total
			C32NA 1p+N	Magnetotérmico DIN				
C 2.14	25,60	8,71	S201-	Automático	32	10	C	Total
			C32NA 1p+N	Magnetotérmico DIN				
C 2.15	12,80	8,71	S201-	Automático	16	10	C	Total
			C16NA 1p+N	Magnetotérmico DIN				

Tabla 38. Protecciones CS2

CÁLCULOS: INSTALACIÓN ELÉCTRICA DE UN TALLER DE CARPINTERÍA METÁLICA

CS3								
	Intensidad prevista (A)	I <sub>kmax</sub> (kA)	Interruptor	Tipo de interruptor	I <sub>u</sub> (A)	PdC (kA)	Curva de disparo	Selectividad
C 3.1	10,39	7,76	S204-C16 4p	Automático Magnetotérmico DIN	16	10	C	Total
C 3.2	10,39	7,76	S204-C16 4p	Automático Magnetotérmico DIN	16	10	C	Total
C 3.3	12,70	7,76	S204-C16 4p	Automático Magnetotérmico DIN	16	10	C	Total
C 3.4	12,70	7,76	S204-C16 4p	Automático Magnetotérmico DIN	16	10	C	Total
C 3.5	12,70	7,76	S204-C16 4p	Automático Magnetotérmico DIN	16	10	C	Total
C 3.6	25,60	7,76	S201-C32NA 1p+N	Automático Magnetotérmico DIN	32	10	C	Total
C 3.7	25,60	7,76	S201-C32NA 1p+N	Automático Magnetotérmico DIN	32	10	C	Total
C 3.8	12,80	7,76	S201-C16NA 1p+N	Automático Magnetotérmico DIN	16	10	C	Total

Tabla 39. Protecciones CS3

CÁLCULOS: INSTALACIÓN ELÉCTRICA DE UN TALLER DE CARPINTERÍA METÁLICA

CS4								
	Intensidad prevista (A)	$I_{kmax}$ (kA)	Interruptor	Tipo de interruptor	$I_u$ (A)	PdC (kA)	Curva de disparo	Selectividad
C 4.1	2,31	5,44	S204-C4 4p	Automático Magnetotérmico DIN	4	10	C	Total
C 4.2	2,31	5,44	S204-C4 4p	Automático Magnetotérmico DIN	4	10	C	Total
C 4.3	2,31	5,44	S204-C4 4p	Automático Magnetotérmico DIN	4	10	C	Total
C 4.4	13,86	5,44	S204-C16 4p	Automático Magnetotérmico DIN	16	10	C	Total
C 4.5	51,20	5,44	S201-C63NA 1p+N	Automático Magnetotérmico DIN	63	10	C	Total
C 4.6	51,20	5,44	S201-C63NA 1p+N	Automático Magnetotérmico DIN	63	10	C	Total
C 4.7	25,60	5,44	S201-C32NA 1p+N	Automático Magnetotérmico DIN	32	10	C	Total

Tabla 40. Protecciones CS4

CÁLCULOS: INSTALACIÓN ELÉCTRICA DE UN TALLER DE CARPINTERÍA METÁLICA

CS5								
	Intensidad prevista (A)	$I_{kmax}$ (kA)	Interruptor	Tipo de interruptor	$I_u$ (A)	PdC (kA)	Curva de disparo	Selectividad
C 5.1	0,52	5,71	S201-C1NA 1p+N	Automático Magnetotérmico DIN	1	10	C	Total
C 5.2	3,83	5,71	S201-C4NA 1p+N	Automático Magnetotérmico DIN	4	10	C	Total
C 5.3	0,41	5,71	S201-C1NA 1p+N	Automático Magnetotérmico DIN	1	10	C	Total
C 5.4	0,41	5,71	S201-C1NA 1p+N	Automático Magnetotérmico DIN	1	10	C	Total
C 5.5	0,41	5,71	S201-C1NA 1p+N	Automático Magnetotérmico DIN	1	10	C	Total
C 5.6	0,62	5,71	S201-C1NA 1p+N	Automático Magnetotérmico DIN	1	10	C	Total
C 5.7	0,83	5,71	S201-C1NA 1p+N	Automático Magnetotérmico DIN	1	10	C	Total
C 5.8	89,60	5,71	S201- 100NA 1p+N	Automático Magnetotérmico DIN	100	6	C	Total
C 5.9	89,60	5,71	S201- 100NA 1p+N	Automático Magnetotérmico DIN	100	6	C	Total
C 5.10	76,80	5,71	S201- C80NA 1p+N	Automático Magnetotérmico DIN	80	6	C	Total
C 5.11	12,80	5,71	S201- C16NA 1p+N	Automático Magnetotérmico DIN	16	10	C	Total
C 5.12	12,80	5,71	S201- C16NA 1p+N	Automático Magnetotérmico DIN	16	10	C	Total

CÁLCULOS: INSTALACIÓN ELÉCTRICA DE UN TALLER DE CARPINTERÍA METÁLICA

CS5								
	Intensidad prevista (A)	$I_{kmax}$ (kA)	Interruptor	Tipo de interruptor	$I_u$ (A)	PdC (kA)	Curva de disparo	Selectividad
C 5.13	12,80	5,71	S201-C16NA 1p+N	Automático Magnetotérmico DIN	16	10	C	Total
C 5.14	25,60	5,71	S201-C32NA 1p+N	Automático Magnetotérmico DIN	32	10	C	Total

Tabla 41. Protecciones CS5

CS6								
	Intensidad prevista (A)	$I_{kmax}$ (kA)	Interruptor	Tipo de interruptor	$I_u$ (A)	PdC (kA)	Curva de disparo	Selectividad
C 6.1	23,09	1,63	S201-C25NA 1p+N	Automático Magnetotérmico DIN	25	10	C	Total

Tabla 42. Protecciones CS6

## 6. Instalación de puesta a tierra

### 6.1. Alcance

Las diferentes tierras de la instalación son: tierra de herrajes del CT, tierra de servicio de BT y la tierra de masas de BT.

### 6.2. Datos de partida

Tensión compuesta AT	20 kV
Intensidad máxima de defecto a tierra de la red	1000 A
Resistividad eléctrica del terreno ( $\rho$ )	110 $\Omega$ m

Partiendo de los siguientes datos proporcionados por la distribuidora y siguiendo las normativas ITC-RAT-13 y MT-2.11.34, se hace el cálculo de la puesta a tierra.

$$X_{LTH} = \frac{1,1 \cdot U}{\sqrt{3} \cdot I_d} = \frac{1,1 \cdot 20000}{\sqrt{3} \cdot 1000} = 12,70 \Omega$$

Tal y como indica la Tabla 5 de MT-2.11.34.

### 6.3. Diseño de instalaciones de puesta a tierra de servicio

Se distinguen dos puestas a tierra diferentes, la de servicio, la cual establece una referencia de tensión en el conductor neutro y la de protección, la cual hace que todas las partes metálicas del edificio estén conectadas a tierra para proteger a los usuarios.

En el sistema TN-S, existe solo una red para ambas, pero se utilizan dos conductores diferentes para cada función.

La red de tierra consta de una malla de cobre desnudo en los cimientos de la estructura rodeada por un anillo perimetral de cobre desnudo que convierte la tierra en equipotencial.

$$R_{malla} = \frac{\rho}{4 \cdot r} + \frac{\rho}{L} = \frac{110}{4 \cdot 8,54} + \frac{110}{360} = 4,95 \Omega$$

$$R_{anillo} = \frac{2 \cdot \rho}{L} = \frac{2 \cdot 110}{360} = 0,61 \Omega$$

La resistencia de puesta a tierra resulta:

$$\frac{1}{R_T} = \frac{1}{R_{malla}} + \frac{1}{R_{anillo}} \Rightarrow R_T = 0,54 \Omega$$

## 6.4. Corrientes máximas y tiempo máximo de defecto

Se calcula para el caso más desfavorable, sin continuidad entre las pantallas de los cables y la malla de la subestación, sin que retorne corriente hasta la malla de la subestación. Tal y como se indica en MT-2.11.34, para este caso  $r_e = 1$ .

$$I_{FP} = \frac{1,1 \cdot U}{r_e \cdot \sqrt{3} \cdot \sqrt{R^2 + \left(\frac{X_{LTH}}{r_e}\right)^2}} = \frac{1,1 \cdot 20000}{\sqrt{3} \cdot \sqrt{0,54^2 + 12,7^2}} = 999,08 A$$

Tomando el valor de la Tabla 6 de MT-2.11.34 para redes de 20 kV:

$$I'_{1FP} \cdot t = 400$$

Despejando se obtiene el tiempo de actuación de las protecciones. El valor de la tensión máxima admisible dependerá de dicho tiempo.

$$t = \frac{400}{999,08} = 0,4 s$$

Según la Tabla 1 de MT-2.11.34 y con el tiempo calculado, obtenemos la siguiente tensión de contacto aplicada admisible:

$$U_{ca} = 310 V$$

## 6.5. Cálculo de las tensiones de paso y de contacto máximas admisibles

### 6.5.1. Cálculo del coeficiente reductor de capa superficial

Con los valores de la resistividad del terreno y del hormigón, de  $3000 \Omega m$  y un espesor del suelo de 30 cm se obtenido el coeficiente reductor de capa superficial  $C_s$ :

$$C_s = 1 - 0,106 \cdot \left( \frac{1 - \frac{\rho_{TERRENO}}{\rho_{HORMIGÓN}}}{2 \cdot h_s + 0,106} \right) = 1 - 0,106 \cdot \left( \frac{1 - \frac{110}{3000}}{2 \cdot 0,3 + 0,106} \right) = 0,86$$

$$\rho_s = \rho_{HORMIGÓN} \cdot C_s = 3000 \cdot 0,86 = 2566,09 \Omega m$$

### 6.5.2. Determinación de las tensiones de paso y contacto máximas admisibles

Se procede a calcular las tensiones de paso y de contacto a partir de  $U_{ca}$ , considerando  $R_{a1} = 2000 \Omega$  para la resistencia del calzado con suela aislante,  $R_{a2} = 3 \cdot \rho_s$  y  $Z_B = 1000 \Omega$  para la impedancia del cuerpo humano.

$$U_c = U_{ca} \cdot \left[ 1 + \frac{R_{a1} + R_{a2}}{2 \cdot Z_B} \right] = 310 \cdot \left[ 1 + \frac{2000 + 3 \cdot 2566,09}{2 \cdot 1000} \right] = 1813,23 V$$

$$U_p = 10 \cdot U_{ca} \cdot \left[ 1 + \frac{2 \cdot R_{a1} + 2 \cdot R_{a2}}{Z_B} \right] = 10 \cdot 310 \cdot \left[ 1 + \frac{2 \cdot 2000 + 2 \cdot 2566,09}{1000} \right]$$

$$U_p = 31409,76$$

### 6.5.3. Condiciones para un sistema común de puesta a tierra

En vista de que resulta imposible establecer distancia de seguridad entre las tomas de tierra de la instalación, se ha decidido unir las.

Para ello, según la UNE-EN-50522 y UNE-EN-61936, se limita la elevación de potencial en la instalación a 1200 V.

Es condición para unir las tierras que la tensión de defecto sea inferior a la de contacto máxima admisible.

$$U_{def. tierra masas} = I_{FP} \cdot R_T = 999,05 \cdot 0,54 = 543,49 V$$

La cual es efectivamente menor que  $U_c$ .

#### 6.5.4. Red de tierra del CT

En el piso del CT se instalará un mallazo electrosoldado de 50 mm<sup>2</sup> formando una retícula de 0,3x0,3m, conectado en dos puntos opuestos a la puesta a tierra de protección. Este procedimiento se lleva a cabo para paliar el riesgo a la tensión de contacto y paso interior, estando la persona susceptible de acceder a una parte en tensión sobre una superficie equipotencial.

Por último, se procede a comprobar que se cumplan las condiciones de la tensión de contacto exterior y de paso en el acceso.

$$U_{c.máx.ext} = I_E \cdot R_T = 999,08 \cdot 0,54 = 543,49 V < U_c$$

$$U_{p.máx.acc} = I_E \cdot R_T = 999,08 \cdot 0,54 = 543,49 V < U_p$$

## 7. Alumbrado

El estudio luminotécnico llevado a cabo para asegurar una correcta iluminación en todas las estancias del edificio siguiendo las prescripciones de la norma UNE-12464.1.

Esta norma tiene en cuenta las tres necesidades básicas para una correcta iluminación, las cuales son:

- Confort visual: la sensación de bienestar de los trabajadores contribuye a la productividad.
- Prestaciones visuales: del mismo modo, al ser los trabajadores capaces de realizar sus tareas visuales, permite trabajar en circunstancias más difíciles y en períodos más largos.
- Seguridad: una buena iluminación evita accidentes en el ambiente laboral.

Para el cálculo de luminarias se ha utilizado el software "Dialux" junto con el plug-in del fabricante eléctrico Simon. Con este programa se diseña el edificio con las características lumínicas que será construido y las necesidades de cada estancia y se obtiene la configuración óptima de luminarias.

El estudio luminotécnico se adjunta en el Anexo 1 del presente documento.

## 8. Compensación de la energía reactiva

Para el estudio de la compensación de energía se parte de los siguientes datos:

<b>Potencia aparente en la instalación</b>	341906,98 VA
<b>Potencia activa en la instalación</b>	309644 W
<b>Factor de potencia previa compensación</b>	0,91

**Tabla 43. Datos de partida compensación de energía reactiva**

A continuación, se presentan los valores de los factores multiplicativos a aplicar para lograr el factor de potencia deseado.

Valores iniciales		cosφ <sub>2</sub>									
tgφ <sub>1</sub>	cosφ <sub>1</sub>	0,91	0,92	0,93	0,94	0,95	0,96	0,97	0,98	0,99	1,00
0,48	0,90	0,030	0,058	0,089	0,121	0,155	0,192	0,234	0,281	0,341	0,484
0,46	0,91	-	0,030	0,060	0,089	0,127	0,164	0,205	0,256	0,313	0,456
0,43	0,92	-	-	0,031	0,063	0,097	0,134	0,175	0,223	0,284	0,426

**Tabla 44. Factores multiplicativos FdP**

Se quiere alcanzar un FdP de 0,96, para ello habrá que utilizar el factor 0,164.

$$Q_c = P \cdot (tg(\phi_1) - tg(\phi_2)) = 309,644 \cdot 0,164 = 50,78 \text{ kVAr}$$

Se ha elegido una batería de condensadores de 55 kVAr, obteniendo así un FdP de 0,96.

**MÁSTER UNIVERSITARIO EN  
INGNIERÍA INDUSTRIAL**

## **DOCUMENTO 3: PLANOS**

***INSTALACIÓN ELÉCTRICA DE UN TALLER DE  
CARPINTERÍA METÁLICA***

<b>Estudiante</b>	<i>Díaz, Helguera, Xabier</i>
<b>Director/Directora</b>	<i>Buigues, Beraza, Garikoitz</i>
<b>Departamento</b>	<b>Ingeniería eléctrica</b>
<b>Curso académico</b>	<i>2021/2022</i>

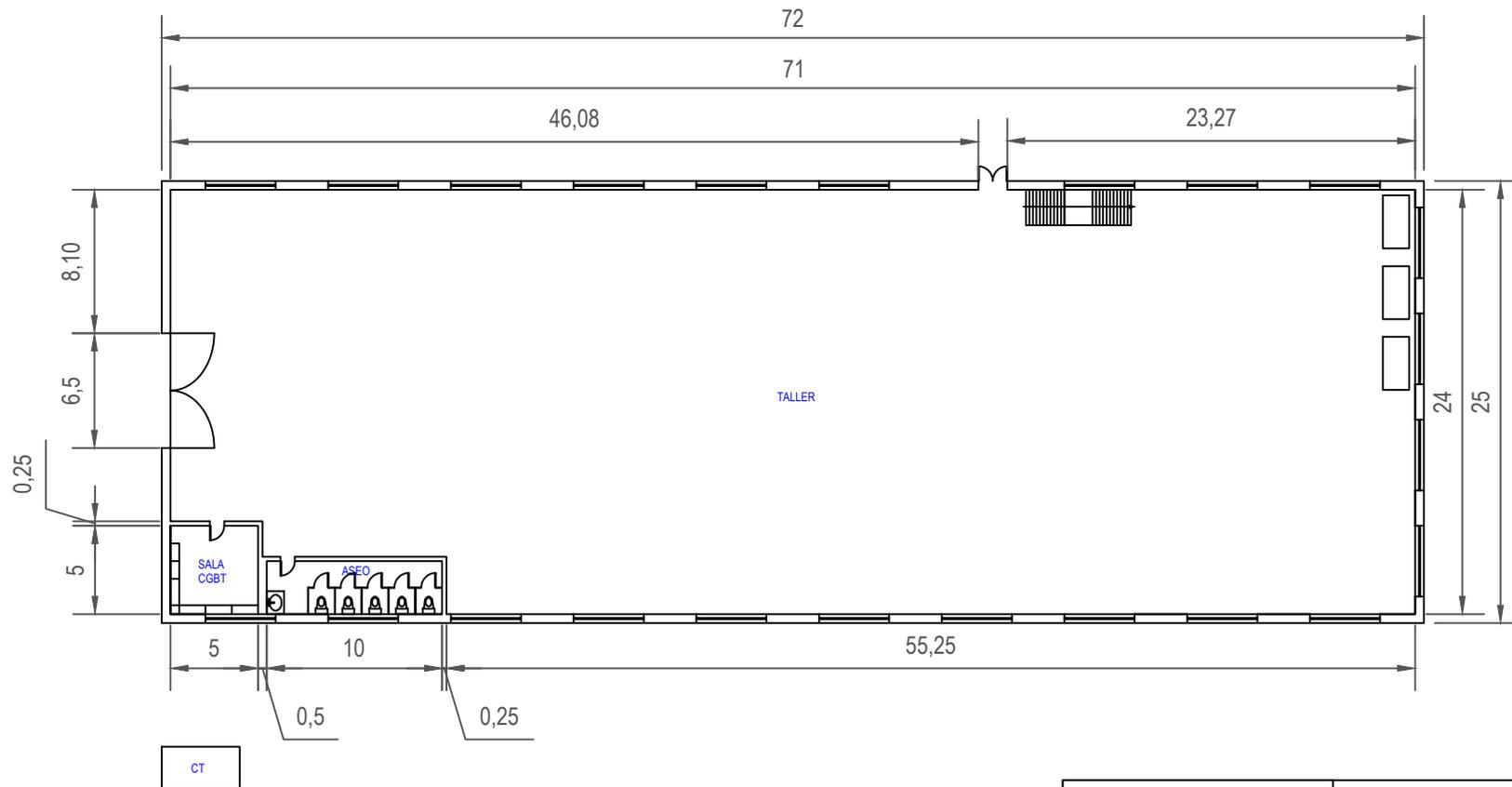
*Bilbao, septiembre 2022*

# Índice

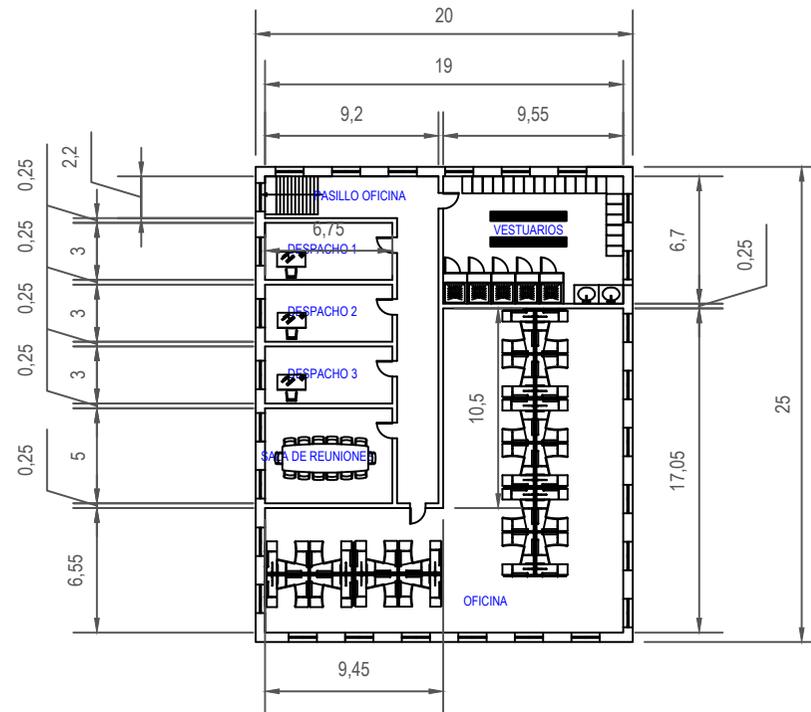
1.	Ubicación.....	1
2.	Layout planta baja.....	2
3.	Layout planta superior .....	3
4.	Diagrama unifilar CGBT.....	4
5.	Diagrama unifilar CS1.....	5
6.	Diagrama unifilar CS2.....	6
7.	Diagrama unifilar CS3.....	7
8.	Diagrama unifilar CS4.....	8
9.	Diagrama unifilar CS5.....	9
10.	Diagrama unifilar CS6.....	10
11.	Distribución y canalización de cuadros.....	11
12.	Trazado conductores fuerza.....	12
13.	Trazado conductores alumbrado.....	13
14.	Plano de centro de transformación.....	14
15.	Plano intensidad luminosa planta baja.....	15
16.	Plano intensidad luminosa primera planta.....	16



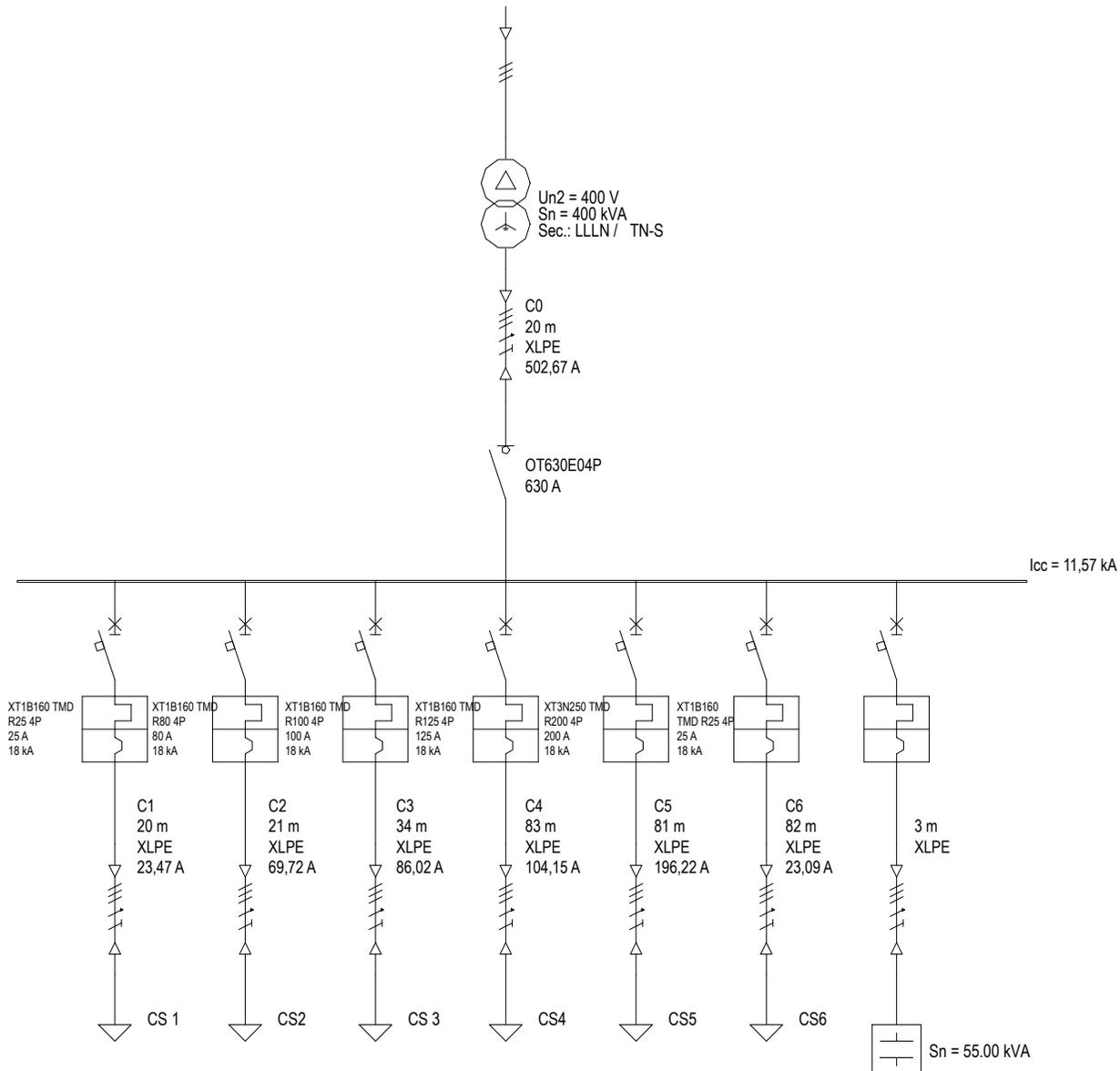
			<b>BILBOKO INGENIARITZA ESKOLA</b> <b>ESCUELA DE INGENIERÍA DE BILBAO</b>	<b>DEPARTAMENTO</b> <b>DEPARTAMENTO DE INGENIERÍA ELÉCTRICA</b>
<b>PLANO</b> <b>UBICACIÓN</b>			<b>AUTOR DEL PROYECTO</b> <b>XABIER DÍAZ HELGUERA</b>	
<b>FECHA</b> 29/08/22	<b>ESCALA</b> S/E	<b>NÚMERO DE PLANO</b> 1	<b>TÍTULO DEL PROYECTO</b> <b>INSTALACIÓN ELÉCTRICA DE BAJA TENSIÓN DE UN TALLER DE CARPINTERÍA METÁLICA</b>	



		BILBOKO INGENIARITZA ESKOLA ESCUELA DE INGENIERÍA DE BILBAO		<b>DEPARTAMENTO</b> DEPARTAMENTO DE INGENIERÍA ELÉCTRICA	
<b>PLANO</b> LAYOUT PLANTA BAJA		<b>AUTOR DEL PROYECTO</b> XABIER DÍAZ HELGUERA			
<b>FECHA</b> 29/08/22	<b>ESCALA</b> 1/400	<b>NÚMERO DE PLANO</b> 2	<b>TÍTULO DEL PROYECTO</b> INSTALACIÓN ELÉCTRICA DE BAJA TENSIÓN DE UN TALLER DE CARPINTERÍA METÁLICA		



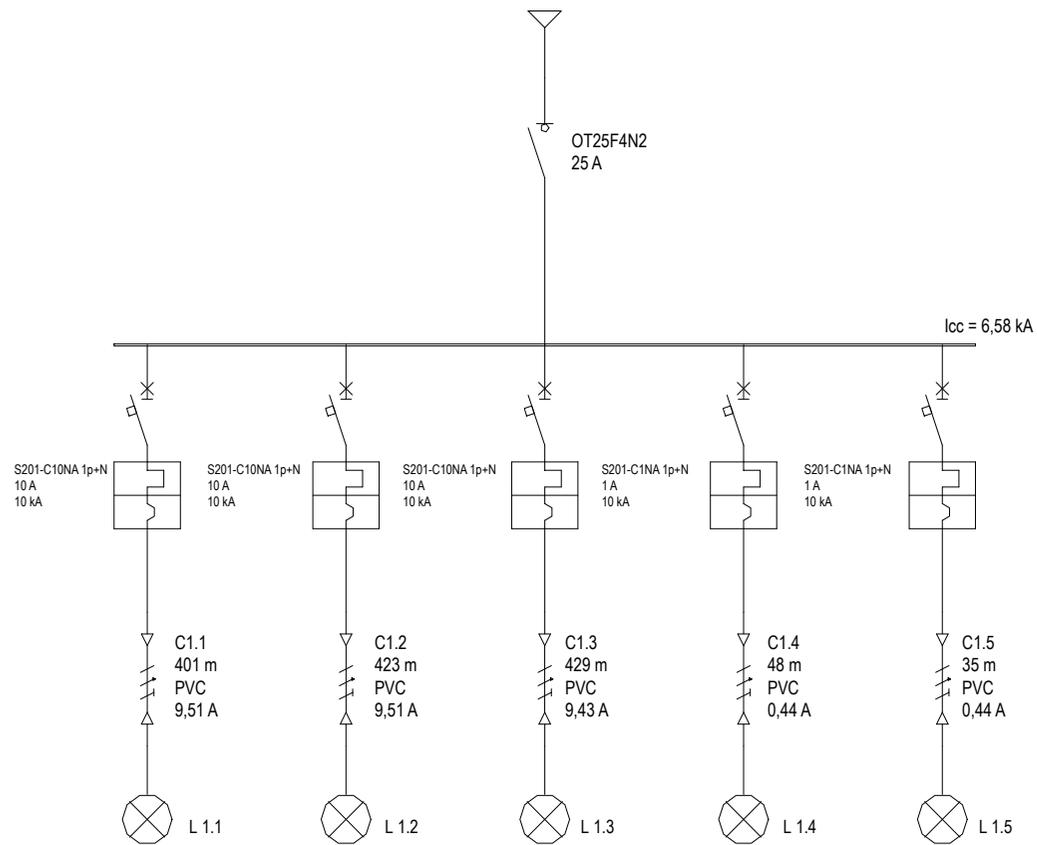
		BILBOKO INGENIARITZA ESCOLA ESCUELA DE INGENIERÍA DE BILBAO		<b>DEPARTAMENTO</b> DEPARTAMENTO DE INGENIERÍA ELÉCTRICA	
<b>PLANO</b> LAYOUT PLANTA SUPERIOR				<b>AUTOR DEL PROYECTO</b> XABIER DÍAZ HELGUERA	
<b>FECHA</b> 29/08/22	<b>ESCALA</b> 1/400	<b>NÚMERO DE PLANO</b> 3	<b>TÍTULO DEL PROYECTO</b> INSTALACIÓN ELÉCTRICA DE BAJA TENSIÓN DE UN TALLER DE CARPINTERÍA METÁLICA		



	CABLE MT
	TRANSFORMADOR MT-BT
	CABLE BT
	SECCIONADOR
	INTERRUPTOR MAGNETOTÉRMICO
	CUADRO AUXILIAR
	BATERÍA DE CONDENSADORES

		<b>DEPARTAMENTO</b> DEPARTAMENTO DE INGENIERÍA ELÉCTRICA	
<b>PLANO</b> DIAGRAMA UNIFILAR CGBT		<b>AUTOR DEL PROYECTO</b> XABIER DÍAZ HELGUERA	
<b>FECHA</b> 29/08/22	<b>ESCALA</b> S/E	<b>NÚMERO DE PLANO</b> 4	<b>TÍTULO DEL PROYECTO</b> INSTALACIÓN ELÉCTRICA DE BAJA TENSIÓN DE UN TALLER DE CARPINTERÍA METÁLICA

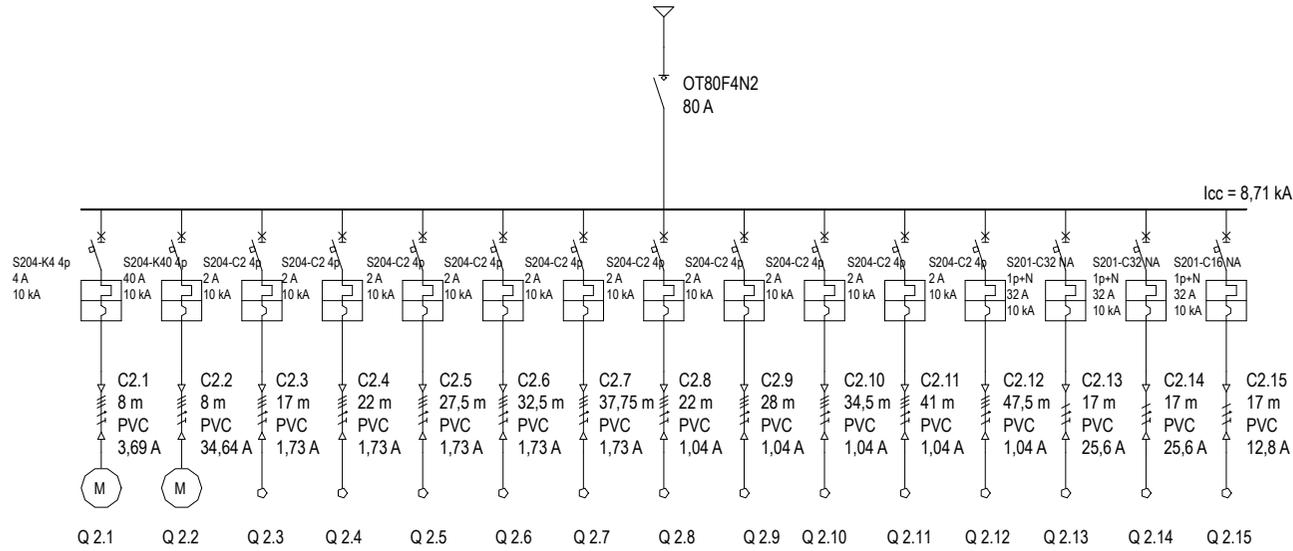
DE CGBT



	LLEGADA DE CGBT
	ALUMBRADO
	CABLE BT
	SECCIONADOR
	INTERRUPTOR MAGNETOTÉRMICO

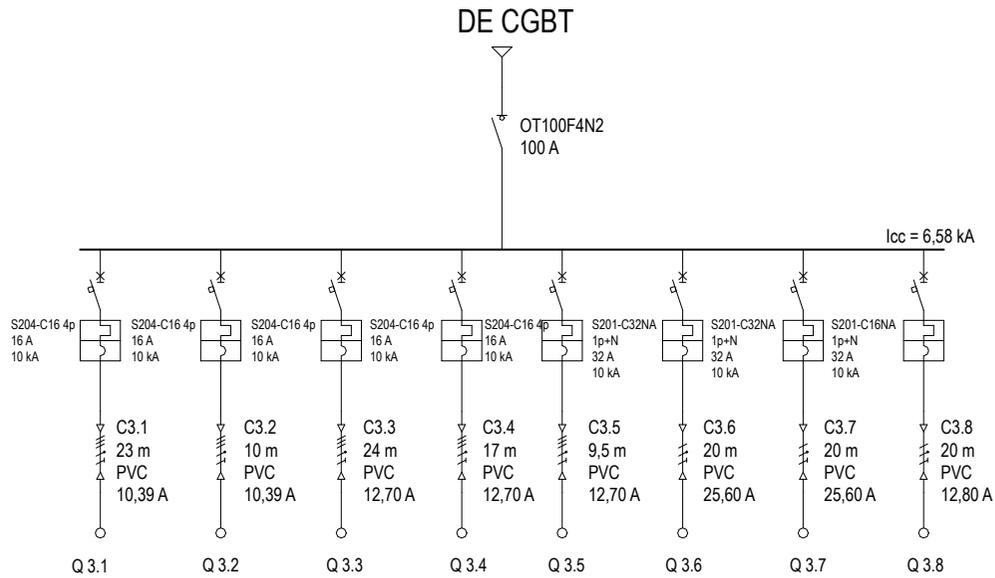
		<b>BILBOKO INGENIARITZA ESKOLA</b> ESCUELA DE INGENIERÍA DE BILBAO		<b>DEPARTAMENTO</b> DEPARTAMENTO DE INGENIERÍA ELÉCTRICA
<b>PLANO</b> DIAGRAMA UNIFILAR CS1		<b>AUTOR DEL PROYECTO</b> XABIER DÍAZ HELGUERA		
<b>FECHA</b> 29/08/22	<b>ESCALA</b> S/E	<b>NÚMERO DE PLANO</b> 5	<b>TÍTULO DEL PROYECTO</b> INSTALACIÓN ELÉCTRICA DE BAJA TENSIÓN DE UN TALLER DE CARPINTERÍA METÁLICA	

DE CGBT



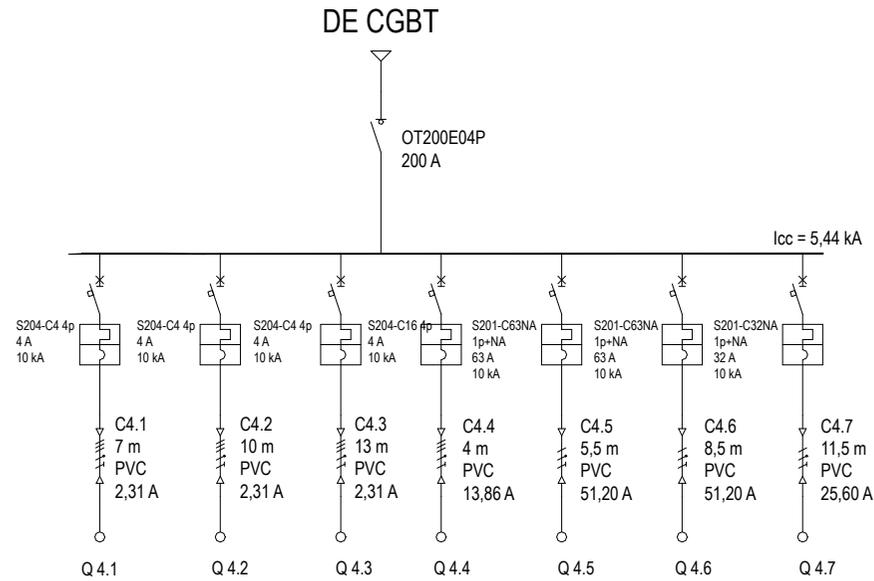
	LLEGADA DE CGBT
	MOTOR
	CABLE BT
	SECCIONADOR
	INTERRUPTOR MAGNETOTÉRMICO
	CARGA

		<b>BILBOKO INGENIARITZA ESKOLA</b> ESCUELA DE INGENIERÍA DE BILBAO		<b>DEPARTAMENTO</b> DEPARTAMENTO DE INGENIERÍA ELÉCTRICA
<b>PLANO</b> DIAGRAMA UNIFILAR CS2		<b>AUTOR DEL PROYECTO</b> XABIER DÍAZ HELGUERA		
<b>FECHA</b> 29/08/22	<b>ESCALA</b> S/E	<b>NÚMERO DE PLANO</b> 6	<b>TÍTULO DEL PROYECTO</b> INSTALACIÓN ELÉCTRICA DE BAJA TENSIÓN DE UN TALLER DE CARPINTERÍA METÁLICA	



	LLEGADA DE CGBT
	MOTOR
	CABLE BT
	SECCIONADOR
	INTERRUPTOR MAGNETOTÉRMICO
	CARGA

			<b>DEPARTAMENTO</b> DEPARTAMENTO DE INGENIERÍA ELÉCTRICA
<b>PLANO</b> DIAGRAMA UNIFILAR CS3			<b>AUTOR DEL PROYECTO</b> XABIER DÍAZ HELGUERA
<b>FECHA</b> 29/08/22	<b>ESCALA</b> S/E	<b>NÚMERO DE PLANO</b> 7	<b>TÍTULO DEL PROYECTO</b> INSTALACIÓN ELÉCTRICA DE BAJA TENSIÓN DE UN TALLER DE CARPINTERÍA METÁLICA



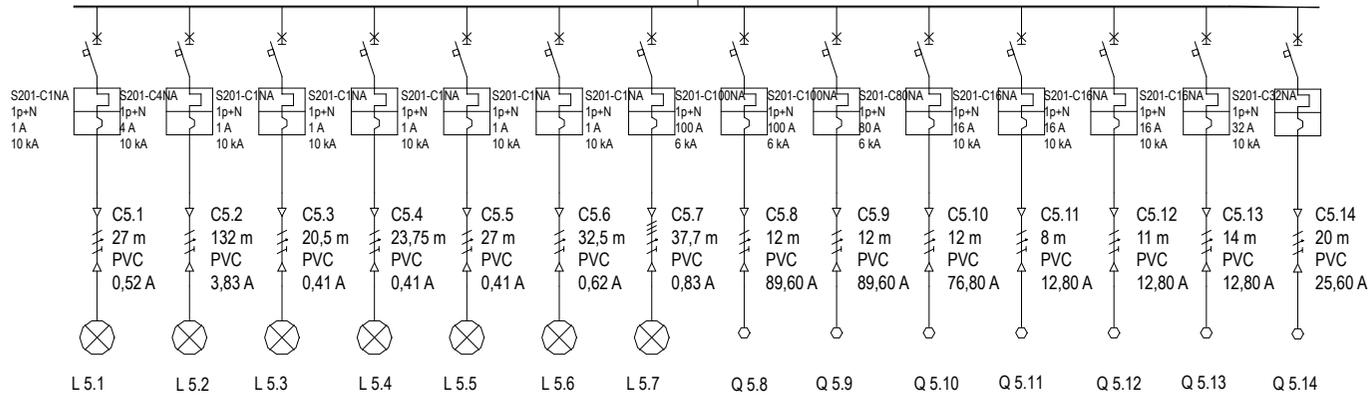
	LLEGADA DE CGBT
	MOTOR
	CABLE BT
	SECCIONADOR
	INTERRUPTOR MAGNETOTÉRMICO
	CARGA

		BILBOKO INGENIARITZA ESKOLA ESCUELA DE INGENIERÍA DE BILBAO		<b>DEPARTAMENTO</b>
				DEPARTAMENTO DE INGENIERÍA ELÉCTRICA
<b>PLANO</b>		<b>AUTOR DEL PROYECTO</b>		
DIAGRAMA UNIFILAR CS4		XABIER DÍAZ HELGUERA		
<b>FECHA</b>	<b>ESCALA</b>	<b>NÚMERO DE PLANO</b>	<b>TÍTULO DEL PROYECTO</b>	
29/08/22	S/E	8	INSTALACIÓN ELÉCTRICA DE BAJA TENSIÓN DE UN TALLER DE CARPINTERÍA METÁLICA	

DE CGBT

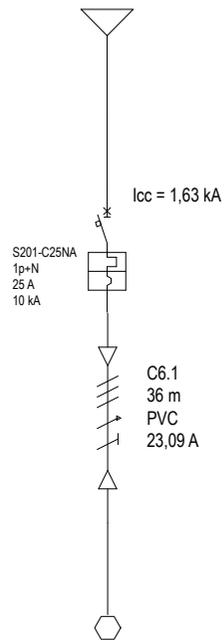
OT125F4N2  
125 A

$I_{cc} = 5,71 \text{ kA}$



	LLEGADA DE CGBT
	ALUMBRADO
	CABLE BT
	SECCIONADOR
	INTERRUPTOR MAGNETOTÉRMICO
	CARGA

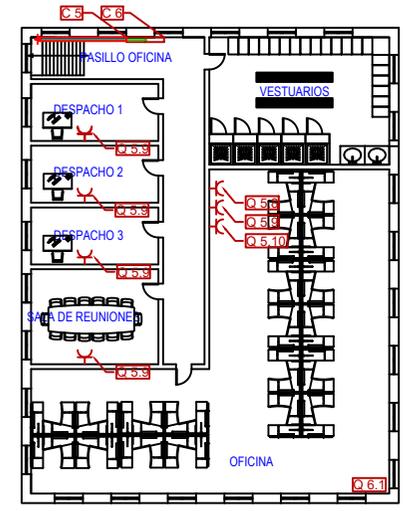
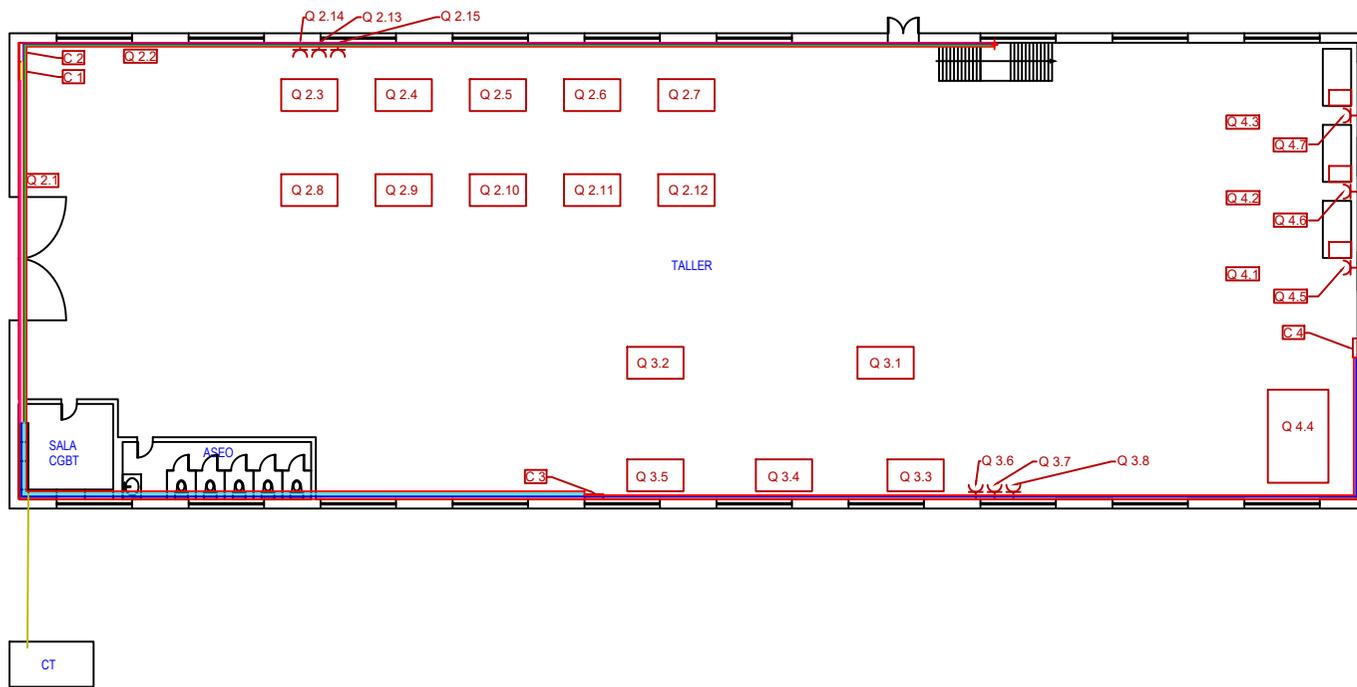
		<b>BILBOKO INGENIARITZA ESKOLA</b> ESCUELA DE INGENIERÍA DE BILBAO		<b>DEPARTAMENTO</b> DEPARTAMENTO DE INGENIERÍA ELÉCTRICA
<b>PLANO</b> DIAGRAMA UNIFILAR CS5		<b>AUTOR DEL PROYECTO</b> XABIER DÍAZ HELGUERA		
<b>FECHA</b> 29/08/22	<b>ESCALA</b> S/E	<b>NÚMERO DE PLANO</b> 9	<b>TÍTULO DEL PROYECTO</b> INSTALACIÓN ELÉCTRICA DE BAJA TENSIÓN DE UN TALLER DE CARPINTERÍA METÁLICA	



Q 6.1

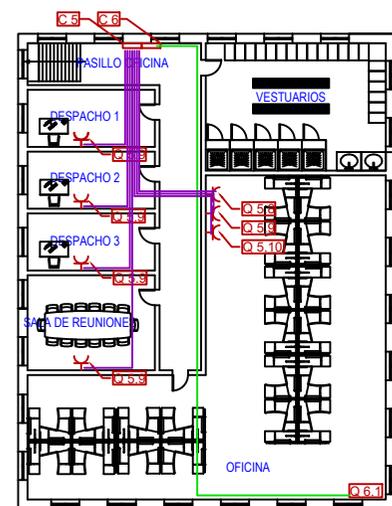
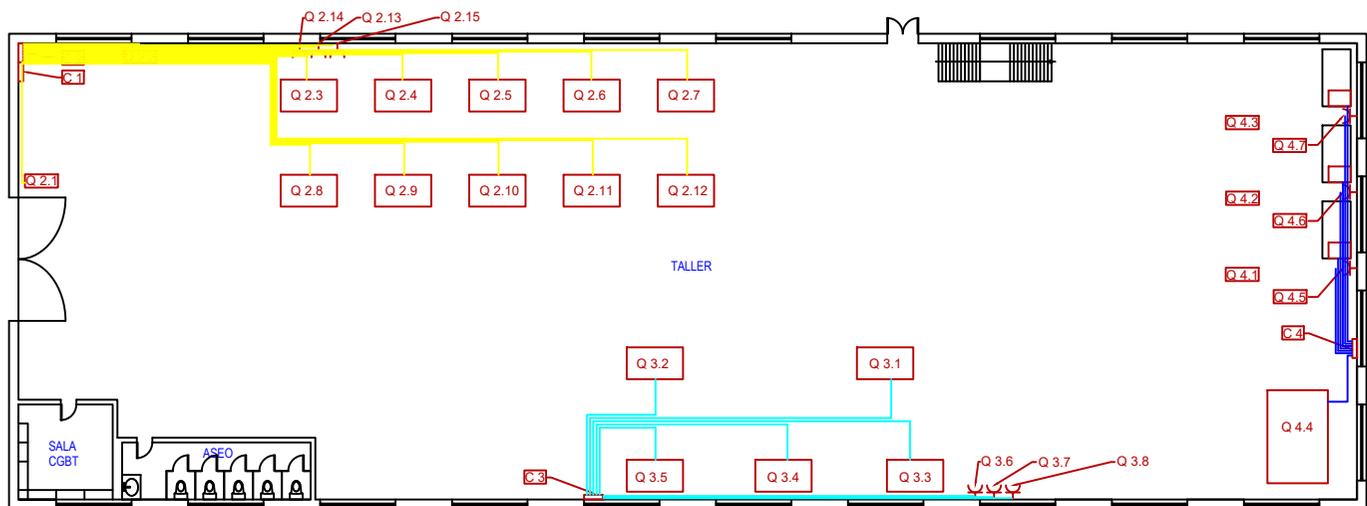
	LLEGADA DE CGBT
	ALUMBRADO
	CABLE BT
	SECCIONADOR
	INTERRUPTOR MAGNETOTÉRMICO
	CARGA

		BILBOKO INGENIARITZA ESKOLA ESCUELA DE INGENIERÍA DE BILBAO		<b>DEPARTAMENTO</b> DEPARTAMENTO DE INGENIERÍA ELÉCTRICA
<b>PLANO</b> DIAGRAMA UNIFILAR CS6		<b>AUTOR DEL PROYECTO</b> XABIER DÍAZ HELGUERA		
<b>FECHA</b> 29/08/22	<b>ESCALA</b> S/E	<b>NÚMERO DE PLANO</b> 10	<b>TÍTULO DEL PROYECTO</b> INSTALACIÓN ELÉCTRICA DE BAJA TENSIÓN DE UN TALLER DE CARPINTERÍA METÁLICA	



- ▬▬▬ BANDEJA
- ▬▬▬ C 1
- ▬▬▬ C 2
- ▬▬▬ C 3
- ▬▬▬ C 4
- ▬▬▬ C 5
- ▬▬▬ C 6

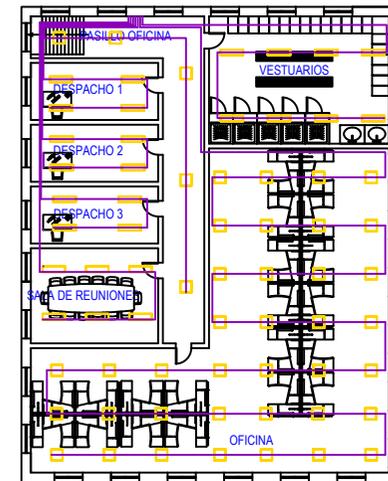
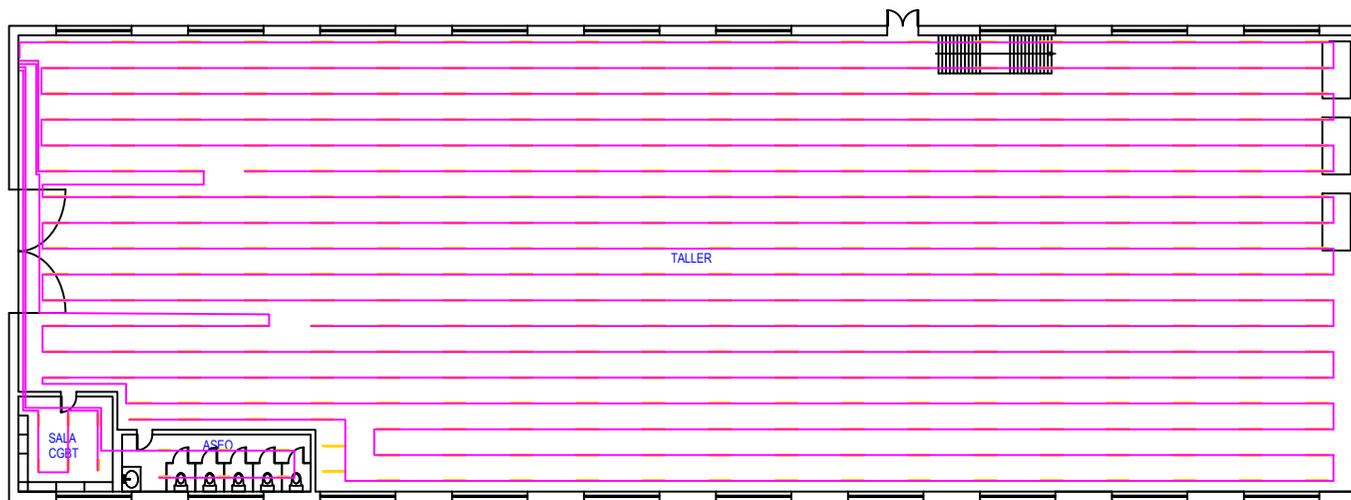
		<b>BILBOKO INGENIARITZA ESKOLA</b> ESCUELA DE INGENIERÍA DE BILBAO	
		<b>DEPARTAMENTO DE INGENIERÍA ELÉCTRICA</b>	
<b>PLANO</b> DISTR. Y CANALIZACIÓN DE CUADROS		<b>AUTOR DEL PROYECTO</b> XABIER DÍAZ HELGUERA	
<b>FECHA</b> 29/08/22	<b>ESCALA</b> 1/400	<b>NÚMERO DE PLANO</b> 11	<b>TÍTULO DEL PROYECTO</b> INSTALACIÓN ELÉCTRICA DE BAJA TENSIÓN DE UN TALLER DE CARPINTERÍA METÁLICA



CT

- CONDUCTORES CS2
- CONDUCTORES CS3
- CONDUCTORES CS4
- CONDUCTORES CS5
- CONDUCTORES CS6

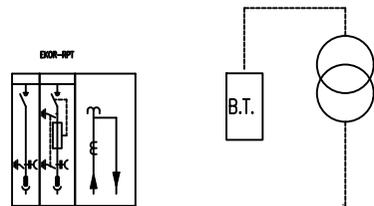
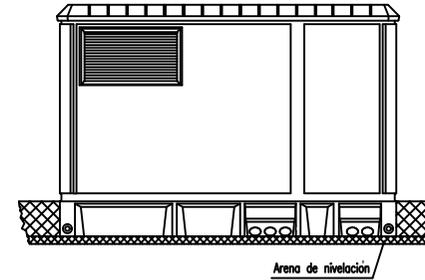
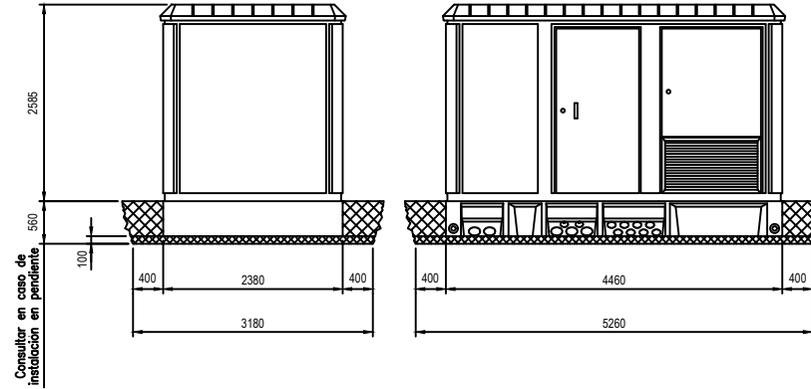
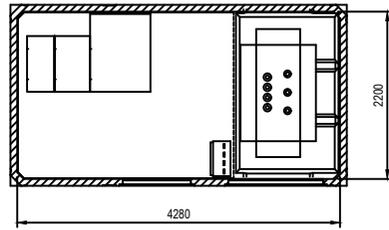
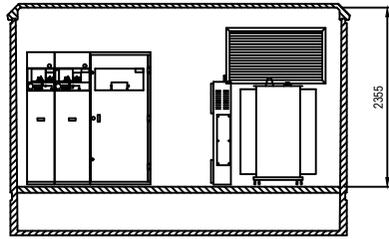
		BILBOKO INGENIARITZA ESKOLA ESCUELA DE INGENIERÍA DE BILBAO		<b>DEPARTAMENTO</b> DEPARTAMENTO DE INGENIERÍA ELÉCTRICA	
<b>PLANO</b> TRAZADO CONDUCTORES FUERZA		<b>AUTOR DEL PROYECTO</b> XABIER DÍAZ HELGUERA			
FECHA 29/08/22	ESCALA 1/400	NÚMERO DE PLANO 12	<b>TÍTULO DEL PROYECTO</b> INSTALACIÓN ELÉCTRICA DE BAJA TENSIÓN DE UN TALLER DE CARPINTERÍA METÁLICA		



CT

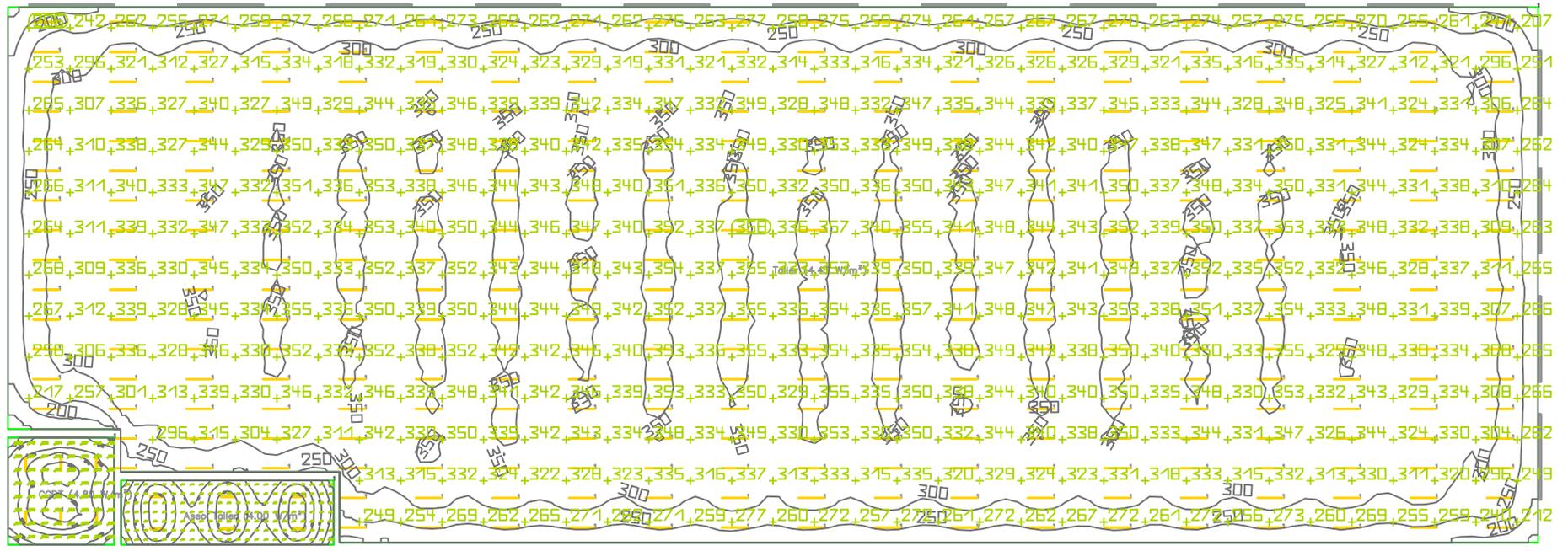
CONDUCTORES CS1  
 CONDUCTORES CS5

		BILBOKO INGENIARITZA ESKOLA ESCUELA DE INGENIERÍA DE BILBAO		<b>DEPARTAMENTO</b> DEPARTAMENTO DE INGENIERÍA ELÉCTRICA	
<b>PLANO</b> TRAZADO CONDUCTORES ALUMBRADO		<b>AUTOR DEL PROYECTO</b> XABIER DÍAZ HELGUERA			
<b>FECHA</b> 29/08/22	<b>ESCALA</b> 1/400	<b>NÚMERO DE PLANO</b> 13	<b>TÍTULO DEL PROYECTO</b> INSTALACIÓN ELÉCTRICA DE BAJA TENSIÓN DE UN TALLER DE CARPINTERÍA METÁLICA		

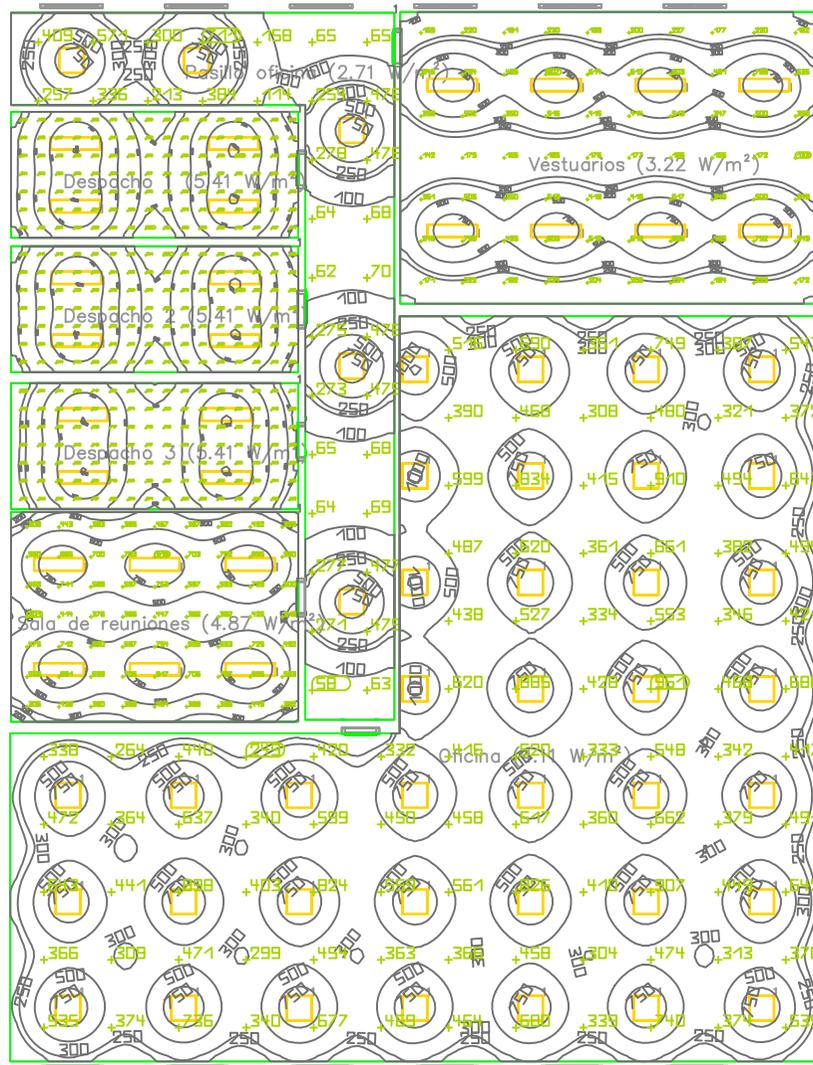


DIMENSIONES DE LA EXCAVACION  
5.26 m. ancho x 3.18 m. fondo x 0.56 m. profund.

		BILBOKO INGENIARITZA ESKOLA ESCUELA DE INGENIERÍA DE BILBAO		<b>DEPARTAMENTO</b> DEPARTAMENTO DE INGENIERÍA ELÉCTRICA	
<b>PLANO</b> CENTRO DE TRANSFORMACIÓN		<b>AUTOR DEL PROYECTO</b> XABIER DÍAZ HELGUERA			
<b>FECHA</b> 29/08/22	<b>ESCALA</b> 1/100	<b>NÚMERO DE PLANO</b> 14	<b>TÍTULO DEL PROYECTO</b> INSTALACIÓN ELÉCTRICA DE BAJA TENSIÓN DE UN TALLER DE CARPINTERÍA METÁLICA		



		BILBOKO INGENIARITZA ESKOLA ESCUELA DE INGENIERÍA DE BILBAO		<b>DEPARTAMENTO</b> DEPARTAMENTO DE INGENIERÍA ELÉCTRICA	
<b>PLANO</b> INTENSIDAD LUMINOSA PLANTA BAJA		<b>AUTOR DEL PROYECTO</b> XABIER DÍAZ HELGUERA			
<b>FECHA</b> 29/08/22	<b>ESCALA</b> S/E	<b>NÚMERO DE PLANO</b> 15	<b>TÍTULO DEL PROYECTO</b> INSTALACIÓN ELÉCTRICA DE BAJA TENSIÓN DE UN TALLER DE CARPINTERÍA METÁLICA		



			<b>BILBOKO INGENIARITZA ESCOLA</b> ESCUELA DE INGENIERÍA DE BILBAO	<b>DEPARTAMENTO</b> DEPARTAMENTO DE INGENIERÍA ELÉCTRICA
<b>PLANO</b> INTENSIDAD LUMINOSA PLANTA SUPERIOR			<b>AUTOR DEL PROYECTO</b> XABIER DÍAZ HELGUERA	
<b>FECHA</b> 29/08/22	<b>ESCALA</b> S/E	<b>NÚMERO DE PLANO</b> 16	<b>TÍTULO DEL PROYECTO</b> INSTALACIÓN ELÉCTRICA DE BAJA TENSIÓN DE UN TALLER DE CARPINTERÍA METÁLICA	

**MÁSTER UNIVERSITARIO EN  
INGNIERÍA INDUSTRIAL**

## **DOCUMENTO 4: PRESUPUESTO**

***INSTALACIÓN ELÉCTRICA DE UN TALLER DE  
CARPINTERÍA METÁLICA***

<b>Estudiante</b>	<i>Díaz, Helguera, Xabier</i>
<b>Director/Directora</b>	<i>Buigues, Beraza, Garikoitz</i>
<b>Departamento</b>	<b>Ingeniería eléctrica</b>
<b>Curso académico</b>	<i>2021/2022</i>

*Bilbao, septiembre 2022*

# Índice

1. Capítulo I: Centro de transformación .....	1
2. Capítulo II: Cuadros eléctricos .....	3
3. Capítulo III: Canalizaciones .....	10
4. Capítulo IV: Conductores.....	10
5. Capítulo V: Alumbrado.....	11
6. Capítulo VI: Tomas de corriente y conmutadores .....	12
7. Capítulo VII: Puesta a tierra.....	12
8. Capítulo VIII: Batería de condensadores .....	13
9. Resumen presupuesto.....	14

# 1. Capítulo I: Centro de transformación

Nº Orden	Concepto	Ctdad.	Precio Ud. (€)	Importe (€)
<b>1</b>	<b>CENTRO DE TRANSFORMACIÓN</b>			<b>72301,46</b>
<b>1.1</b>	<b>OBRA CIVIL</b> Edificio prefabricado constituido por una envolvente, de estructura monobloque, de hormigón armado, tipo pfu.4/20, de dimensiones generales aproximadas 4460 mm de largo por 2380 mm de fondo por 3045 mm de alto. Incluye el edificio y todos sus elementos exteriores según CEI 622171-202, transporte, montaje y accesorios.	1	13400,00	13400,00
<b>1.2</b>	<b>APARAMENTA DE MT</b>	1		
<b>1.2.1</b>	<b>CELDA ENTRADA/SALIDA</b> Equipo compacto de corte y aislamiento íntegro en gas, extensible y preparado para una eventual inmersión, fabricado por ORMAZABAL con las siguientes características: · Un = 24 kV · In = 400 A · Icc = 21 kA / 52,5 kA · Dimensiones: 1190 mm / 735 mm / 1300 mm · Mecanismo de Maniobra 1: motorizado BM · Mecanismo de Maniobra 2: motorizado BM · Mecanismo de Maniobra (Salida Fusibles): 200 A	1	10500,00	10500,00
<b>1.2.2</b>	<b>CELDA DE PROTECCIÓN</b> Módulo metálico de corte y aislamiento íntegro en gas, preparado para una eventual inmersión, fabricado por ORMAZABAL con las siguientes características: · Un = 24 kV In = 400 A · Icc = 21 kA / 52,5 kA · Dimensiones: 470 mm / 735 mm / 1740 mm	1	5826,50	5826,50
<b>1.2.3</b>	<b>CELDA MEDIDA</b> Módulo metálico, conteniendo en su interior debidamente montados y conexionados los aparatos y materiales adecuados, fabricado por ORMAZABAL con las siguientes características: · Un = 24 kV · Dimensiones: 800 mm / 1025 mm / 1740 mm	1	6150,00	6150,00
<b>1.2.4</b>	<b>CELDA SERVICIOS AUXILIARES</b> Módulo metálico de corte y aislamiento íntegro en gas, preparado para una eventual inmersión, fabricado por ORMAZABAL con las siguientes características: · Un=24 kV In = 400 A · Icc=21 kA / 52,5 kA Dimensiones: 470 mm / 875 mm / 1300 mm	1	9500,00	9500,00
<b>1.3</b>	<b>TRANSFORMADOR</b>	1	19326,56	19326,56

PRESUPUESTO: INSTALACIÓN ELÉCTRICA DE UN TALLER DE CARPINTERÍA METÁLICA

	Transformador trifásico reductor de tensión marca ORMAZABAL, según las normas citadas en la Memoria con neutro accesible en el secundario, de potencia 400 kVA y refrigeración natural éster biodegradable, de tensión primaria 0 y tensión secundaria 420 V en vacío (B2), grupo de conexión DYN11, de tensión de cortocircuito de 4% y regulación primaria de +2.5%,+5%,+7.5%,+10%.			
<b>1.4</b>	<b>MEDIDAS DE SEGURIDAD</b>	<b>1</b>		
<b>1.4.2</b>	<b>EQUIPO DE SEGURIDAD Y MANIOBRA</b> Equipo de operación que permite tanto la realización de maniobras con aislamiento suficiente para proteger al personal durante la operación, tanto de maniobras como de mantenimiento, compuesto por: · Banquillo aislante · Extintor de eficacia 89B · Una palanca de accionamiento	<b>1</b>	<b>375,00</b>	<b>375,00</b>
<b>1.4.3</b>	<b>PLACA HOMOLOGADA PELIGRO</b>	<b>1</b>		
<b>1.4.4</b>	<b>PLACA HOMOLOGADA PRIMEROS AUXILIOS</b>	<b>1</b>		
<b>1.5</b>	<b>EQUIPO DE BT</b>			
<b>1.5.1</b>	<b>CUADRO BT INTERRUPTOR + FUSIBLES</b> Cuadro de BT especialmente diseñado para esta aplicación con las siguientes características: Interruptor manual de corte en carga de 630 A. Salidas formadas por bases portafusibles: 1 Salida Tensión nominal: 440 V Aislamiento: 10 kV Dimensiones: Alto: 1820 mm Ancho: 580 mm Fondo: 300 mm	<b>1</b>	<b>2700,00</b>	<b>2700,00</b>
<b>1.5.2</b>	<b>EQUIPO DE MEDIDA</b> Contador tarificador electrónico multifunción, registrador electrónico y regleta de verificación	<b>1</b>	<b>2831,00</b>	<b>2831,00</b>
<b>1.6</b>	<b>ILUMINACIÓN</b>	<b>1</b>	<b>600,00</b>	<b>600,00</b>
<b>1.7</b>	<b>MANO DE OBRA</b>			
<b>1.7.1</b>	<b>OFICIAL DE 1º ELECTRICISTA</b>	<b>24</b>	<b>30,00</b>	<b>720,00</b>
<b>1.7.2</b>	<b>AYUDANTE ELECTRICISTA</b>	<b>24</b>	<b>15,00</b>	<b>360,00</b>

## 2. Capítulo II: Cuadros eléctricos

### 2.1. CGBT

Código	Descripción	Ctd	Importe (€)
<b>Aparellaje</b>			
1SDA066812R1	XT1B160 TMD R25 Im450 4P F F	2	1021,12
1SDA066818R1	XT1B160 TMD R100 Im1000 4P F F	1	676,19
1SDA066888R1	XT1B160 TMD R125 Im1250 4P F F	1	800,14
1SDA066817R1	XT1B160 TMD R80 Im800 4P F F	1	596,11
1SDA068069R1	XT3N250 TMD R200 Im2000 4P F F	1	2419,47
1SCA022719R2030	Interruptor seccionador OT630E04P	1	753,09
		<b>Total</b>	6266,12
<b>Envolvente</b>	System Pro E Power	1	104400,15
		<b>Total</b>	110666,27

## 2.2. CS1

Código	Descripción	Ctd	Importe (€)
<b>Aparellaje</b>			
1SCA104886R1001	Interruptor seccionador OT25F4N2	1	62,59
2CDS251103R0104	Int.aut. S201-C10NA 1p+N 10A C 10kA	3	204,3
2CDS251103R0014	Int.aut. S201-C1NA 1p+N 1A C 10kA	2	216,68
		<b>Total</b>	483,57
<b>Envolvente</b>	System Pro Energy L	1	721,54
		<b>Total</b>	1205,11

## 2.3. CS2

Código	Descripción	Ctd	Importe (€)
<b>Aparellaje</b>			
1SCA105413R1001	Interruptor seccionador OT80F4N2	1	127,61
2CDS254001R0337	Int.aut. S204-K4 4p 4A K 10kA	1	288,39
2CDS254001R0557	Int.aut. S204-K40 4p 40A K 10kA	1	248,28
2CDS254001R0024	Int.aut. S204-C2 4p 2A C 10kA	10	2583,4
2CDS251103R0324	Int.aut. S201-C32NA 1p+N 32A C 10kA	2	154,6
2CDS251103R0164	Int.aut. S201-C16NA 1p+N 16A C 10kA	1	69,44
		<b>Total</b>	3471,72
<b>Envolvente</b>	System Pro Energy L	1	1525,11
		<b>Total</b>	4996,83

## 2.4. CS3

Código	Descripción	Ctd	Importe (€)
<b>Aparellaje</b>			
1SCA105018R1001	Interruptor seccionador OT100F4N2	1	158,21
2CDS254001R0164	Int.aut. S204-C16 4p 16A C 10kA	5	848,15
2CDS251103R0324	Int.aut. S201-C32NA 1p+N 32A C 10kA	2	154,6
2CDS251103R0164	Int.aut. S201-C16NA 1p+N 16A C 10kA	1	69,44
		<b>Total</b>	1230,4
<b>Envolvente</b>	System Pro E Energy L	1	852,61
		<b>Total</b>	2083,01

## 2.5. CS4

Código	Descripción	Ctd	Importe (€)
<b>Aparellaje</b>			
1SCA022713R4930	Interruptor seccionador OT200E04P	1	333,76
2CDS254001R0044	Int.aut. S204-C4 4p 4A C 10kA	3	775,02
2CDS254001R0164	Int.aut. S204-C16 4p 16A C 10kA	1	169,63
2CDS251103R0634	Int.aut. S201-C63NA 1p+N 63A C 10kA	2	418,14
2CDS251103R0324	Int.aut. S201-C32NA 1p+N 32A C 10kA	1	77,3
		<b>Total</b>	1773,85
<b>Envolvente</b>	System Pro Energy L	1	1015,16
		<b>Total</b>	2789,01

## 2.6. CS5

Código	Descripción	Ctd	Importe (€)
<b>Aparellaje</b>			
1SCA105051R1001	Interruptor seccionador OT125F4N2	1	190,6
2CDS251103R0044	Int.aut. S201-C4NA 1p+N 4A C 10kA	1	108,34
2CDS251103R0014	Int.aut. S201-C1NA 1p+N 1A C 10kA	6	650,04
2CDS251103R0804	Int.aut. S201-C80NA 1p 80A C 6kA	1	211,76
2CDS251103R0824	Int.aut. S201-C100NA 1p 100A C 6kA	2	468,44
2CDS251103R0164	Int.aut. S201-C16NA 1p+N 16A C 10kA	3	208,32
2CDS251103R0324	Int.aut. S201-C32NA 1p+N 32A C 10kA	1	77,3
		<b>Total</b>	1914,8
<b>Envolvente</b>	System Pro Energy L	1	1045,74
		<b>Total</b>	2960,54

## 2.7. CS6

Código	Descripción	Ctd	Importe (€)
2CDS251103R0254	Int.aut. S201-C25NA 1p+N 25A C 10kA	1	73,01
1SLM004100A1102	MISTRAL41F Caja empotr. 650, 8M pu.opaca	1	25,71
<b>Total</b>			<b>98,72</b>

## 2.8. Total cuadros eléctricos

Nº Orden	Concepto	Ctdad.	Precio Ud. (€)	Importe (€)
<b>2</b>	<b>CUADROS ELÉCTRICOS</b>	1		124799,49
2.1.1	CGBT	1	110666,27	110666,27
2.1.2	CS1	1	1205,11	1205,11
2.1.3	CS2	1	4996,83	4996,83
2.1.4	CS3	1	2083,01	2083,01
2.1.5	CS4	1	2789,01	2789,01
2.1.6	CS5	1	2960,54	2960,54
2.1.7	CS6	1	98,72	98,72
<b>2.2</b>	<b>MANO DE OBRA</b>			1800
2.2.1	OFICIAL DE 1ª ELECTRICISTA	40	30	1200
2.2.2	AYUDANTE ELECTRICISTA	40	15	600

### 3. Capítulo III: Canalizaciones

Nº Orden	Concepto	Ctdad.	Precio Ud. (€)	Importe (€)
<b>3</b>	<b>CANALIZACIONES</b>			<b>4295,00</b>
<b>3.1</b>	<b>CANALIZACIONES DE CONDUCTORES</b>			
3.1.1	BANDEJA NO PERFORADA 150X60	165	13,94	3095,00
3.1.2	TUBO CORRUGADO PARA CANALIZACIÓN EN SUPERFICIE SOBRE PARED 20 MM	1200	1,47	1764,00
3.1.3	TUBO CORRUGADO PARA CANALIZACIÓN EMPOTRADA EN HUECO DE CONSTRUCCIÓN 20 MM	1100	1,21	1331,00
<b>3.2</b>	<b>MANO DE OBRA</b>			<b>1200,00</b>
3.2.1	OFICIAL DE 1ª ELECTRICISTA	20	30,00	600,00
3.2.2	AYUDANTE ELECTRICISTA	40	15,00	600,00

### 4. Capítulo IV: Conductores

Nº Orden	Concepto	Ctdad.	Precio Ud. (€)	Importe (€)
<b>4</b>	<b>INSTALACIÓN DE CONDUCTORES</b>			<b>17759,86</b>
<b>4.1</b>	<b>CONDUCTORES</b>			<b>16679,86</b>
4.1.1	RZ1-K(AS) 5G6 mm <sup>2</sup>	20	5,18	103,60
4.1.2	RZ1-K(AS) 5G25 mm <sup>2</sup>	21	22,52	472,92
4.1.3	RZ1-K(AS) 5G35 mm <sup>2</sup>	34	29,28	995,52
4.1.4	RZ1-K(AS) 5G50 mm <sup>2</sup>	83	60,02	4981,66
4.1.5	RZ1-K(AS) 5G95 mm <sup>2</sup>	81	69,06	5593,86
4.1.6	RZ1-K(AS) 5G4 mm <sup>2</sup>	82	6,13	502,66
4.1.7	Bobina 100 mts H07V-K 1,5 mm <sup>2</sup>	46	32,82	1509,72
4.1.8	Bobina 100 mts H07V-K 2,5 mm <sup>2</sup>	27	32,99	890,73
4.1.9	Bobina 100 mts H07V-K 4 mm <sup>2</sup>	3	49,61	148,83
4.1.10	Bobina 100 mts H07V-K 6 mm <sup>2</sup>	3	64,12	192,36
4.1.11	Bobina 100 mts H07V-K 10 mm <sup>2</sup>	4	180,00	720,00
4.1.12	Bobina 100 mts H07V-K 25 mm <sup>2</sup>	2	284,00	568,00
<b>4.2</b>	<b>MANO DE OBRA</b>			<b>1080</b>
4.2.1	OFICIAL DE 1ª ELECTRICISTA	24	30,00	720,00
4.2.2	AYUDANTE ELECTRICISTA	24	15,00	360,00

## 5. Capítulo V: Alumbrado

Nº Orden	Concepto	Ctdad.	Precio Ud. (€)	Importe (€)
<b>5</b>	<b>ALUMBRADO</b>			<b>189561,3</b>
				<b>4</b>
<b>5.1</b>	<b>LUMINARIAS</b>			<b>187761,3</b>
				<b>4</b>
5.1.1	Luminaria 720 Modular Advance M4 60x60 NW DALI	42	225,87	9486,54
5.1.2	Luminaria 720 Advance M4 120x30 NW CLC 28.0 W 4100 Im 146.4 lm/W	26	241,62	6282,12
5.1.3	Luminaria estanca 780 600 IP65 4000K On- 20.0 W 2100 Im 105.0 lm/W	12	55,64	667,68
5.1.4	SLIM suspendida de 1'2m, 3000K con óptica 22.0 W 1900 Im 86.4 lm/W	350	489,5	171325
<b>5.2</b>	<b>MANO DE OBRA</b>			<b>1800,00</b>
5.2.1	OFICIAL DE 1ª ELECTRICISTA	40	30,00	1200,00
5.2.2	AYUDANTE ELECTRICISTA	40	15,00	600,00

## 6. Capítulo VI: Tomas de corriente y conmutadores

Nº Orden	Concepto	Ctdad.	Precio Ud. (€)	Importe (€)
<b>6</b>	<b>TOMAS DE CORRIENTE Y CONMUTADORES</b>			<b>2185,37</b>
<b>6.1</b>	<b>TOMAS DE CORRIENTE</b>			<b>646,82</b>
6.1.1	MONOFÁSICAS	16	17,01	272,16
6.1.2	TRIFÁSICAS	22	17,03	374,66
<b>6.2</b>	<b>CONMUTADORES</b>	15	6,57	98,55
<b>6.3</b>	<b>MANO DE OBRA</b>			<b>1440,00</b>
6.3.1	OFICIAL DE 1ª ELECTRICISTA	32	30,00	960,00
6.3.2	AYUDANTE ELECTRICISTA	32	15,00	480,00

## 7. Capítulo VII: Puesta a tierra

Nº Orden	Concepto	Ctdad.	Precio Ud. (€)	Importe (€)
<b>7</b>	<b>PUESTA A TIERRA</b>			<b>2999,96</b>
<b>7.1</b>	<b>PUESTA A TIERRA GLOBAL</b>			<b>2634,16</b>
7.1.1	ELECTRODO PUESTA A TIERRA	15	21,00	315,00
7.1.2	CONDUCTOR COBRE DESNUDO	720	3,11	2239,20
7.1.3	ARQUETA PUESTA A TIERRA	1	79,96	79,96
<b>7.2</b>	<b>CT</b>			<b>5,80</b>
7.2.1	MALLAZO 0,3X0,3	1	5,2	5,20
7.2.2	SEPARADOR DE PLÁSTICO	1	0,6	0,60
<b>7.3</b>	<b>MANO DE OBRA</b>			<b>360,00</b>
7.3.1	OFICIAL DE 1ª ELECTRICISTA	8	30,00	240,00
7.3.2	AYUDANTE ELECTRICISTA	8	15,00	120,00

## 8. Capítulo VIII: Batería de condensadores

Nº Orden	Concepto	Ctdad.	Precio Ud. (€)	Importe (€)
<b>8</b>	<b>BATERÍA DE CONDENSADORES</b>			<b>1480,00</b>
8.1	BATERÍA 55 kVAR	1	1390,00	1390,00
<b>8.2</b>	<b>MANO DE OBRA</b>			<b>90,00</b>
8.2.1	OFICIAL DE 1ª ELECTRICISTA	2	30,00	60,00
8.2.2	AYUDANTE ELECTRICISTA	2	15,00	30,00

## 9. Resumen presupuesto

<b>CAPÍTULO</b>		<b>IMPORTE (€)</b>
CAPÍTULO I	CENTRO DE TRANSFORMACIÓN	72301,46
CAPÍTULO II	CUADROS ELÉCTRICOS	124799,49
CAPÍTULO III	CANALIZACIONES	4295,00
CAPÍTULO IV	CONDUCTORES	17759,86
CAPÍTULO V	ALUMBRADO	189561,34
CAPÍTULO VI	TOMAS DE CORRIENTE Y CONMUTADORES	2185,37
CAPÍTULO VII	PUESTA A TIERRA	2999,96
CAPÍTULO VIII	BATERÍA DE CONDENSADORES	1480,00
	<b>TOTAL PRESUPUESTO EJECUCIÓN MATERIAL</b>	<b>415382,48</b>
	Gastos Generales (13%)	53999,72
	Beneficio Industrial (6%)	24922,95
	SUMA DE GG Y B.I	78922,67
	IVA (21%)	103804,08
	<b>TOTAL PRESUPUESTO CONTRATA</b>	<b>519186,56</b>
	Redacción de Proyecto (4%)	20767,46
	Dirección de Obra (4%)	20767,46
	SUMA DE R.P Y D.O	41534,92
	IVA (21%)	8722,33
	<b>TOTAL PRESUPUESTO GENERAL</b>	<b>569443,82</b>

El total del presente presupuesto asciendo a la cantidad de **QUINIENTOS SESENTA Y NUEVE MIL CUATROCIENTOS CUARENTA Y TRES CON OCHENTA Y DOS.**

**MÁSTER UNIVERSITARIO EN  
INGNIERÍA INDUSTRIAL**

# **DOCUMENTO 5: PLIEGO DE CONDICIONES**

***INSTALACIÓN ELÉCTRICA DE UN TALLER DE  
CARPINTERÍA METÁLICA***

<b>Estudiante</b>	<i>Díaz, Helguera, Xabier</i>
<b>Director/Directora</b>	<i>Buigues, Beraza, Garikoitz</i>
<b>Departamento</b>	<b>Ingeniería eléctrica</b>
<b>Curso académico</b>	<i>2021/2022</i>

*Bilbao, septiembre 2022*

# Índice

1.	Disposiciones generales .....	1
1.1.	Objeto del Pliego de Condiciones .....	1
1.2.	Contrato de obra .....	1
2.	Disposiciones Facultativas.....	1
2.1.	Definición, atribuciones y obligaciones de los agentes de la edificación .....	1
2.1.1.	El Proyectista .....	2
2.1.2.	El Técnico Director de Obra.....	2
2.1.3.	El Constructor.....	3
2.2.	Obligaciones y derechos del Constructor o Instalador .....	4
2.2.1.	Verificación de los documentos del proyecto.....	4
2.2.2.	Plan de seguridad y salud en el trabajo .....	4
2.2.3.	Presencia del constructor o instalador en la obra .....	5
2.2.4.	Trabajos no estipulados expresamente .....	5
2.3.	Interpretaciones, aclaraciones y modificaciones de los documentos del proyecto .....	6
2.4.	Reclamaciones contra las órdenes de la dirección facultativa .....	6
2.5.	Faltas de personal .....	7
2.6.	Caminos y accesos.....	7
2.7.	Replanteo .....	7
2.8.	Comienzo de la obra. Ritmo de ejecución en los trabajos.....	8
2.9.	Orden de los trabajos.....	8
2.10.	Facilidades para otro contratista .....	8
2.11.	Ampliación del proyecto por causas imprevistas o de fuerza mayor .....	8
2.12.	Prórroga por causas de fuerza mayor .....	9
2.13.	Responsabilidad de la dirección facultativa en el retraso de la obra.....	9
2.14.	Condiciones generales de la ejecución de los trabajos.....	9
2.15.	Obras ocultas.....	9
2.16.	Trabajos defectuosos .....	10
2.17.	Vicios ocultos.....	10
2.18.	Procedencia de los materiales y aparatos.....	11
2.19.	Materiales no utilizables .....	11
2.20.	Gastos ocasionados por pruebas y ensayos.....	11
2.21.	Limpieza de las obras .....	11
2.22.	Documentación final de la obra .....	12
2.23.	Plazo de garantía .....	12

## PLIEGO DE CONDICIONES: INSTALACIÓN ELÉCTRICA DE UN TALLER DE CARPINTERÍA METÁLICA

2.24.	Conservación de las obras recibidas provisionalmente .....	12
2.25.	De la recepción definitiva.....	12
2.26.	Prórroga del plazo de garantía .....	13
2.27.	De las recepciones de trabajos cuya contrata haya sido rescindida.....	13
3.	Disposiciones económicas.....	14
3.1.	Composición de los receptores unitarios.....	14
3.2.	Precio de contrata. Importe de contrata .....	15
3.3.	Precios contradictorios.....	15
3.4.	Reclamaciones de aumento de precios por causas diversas .....	16
3.5.	De la revisión de los precios contratados .....	16
3.6.	Acopio de materiales.....	16
3.7.	Responsabilidad del Constructor o Instalador en el bajo rendimiento de los trabajadores .....	17
3.8.	Relaciones valoradas y certificadas.....	17
3.9.	Mejoras de obras libremente ejecutadas .....	18
3.10.	Abono de trabajos presupuestados con partidaalzada.....	19
3.11.	Pagos .....	19
3.12.	Importe de la indemnización por retraso no justificado en el plazo de terminación de la obra .....	20
3.13.	Demora de los pagos.....	20
3.14.	Mejoras y aumentos de obra. Casos contrarios.....	20
3.15.	Unidades de obra defectuosas pero aceptables .....	21
3.16.	Seguro de las obras .....	21
3.17.	Conservación de la obra.....	22
3.18.	Uso por el Contratista del edificio o bienes del propietario .....	22
4.	Condiciones técnicas de la instalación eléctrica en baja tensión.....	24
4.1.	Condiciones generales .....	24
4.2.	Canalizaciones eléctricas.....	24
4.2.1.	Conductores aislados bajo tubos protectores .....	25
4.2.2.	Conductores aislados fijados directamente sobre pared .....	32
4.2.3.	Conductores aislados enterrados.....	33
4.2.4.	Conductores aislados en el interior de la construcción .....	33
4.2.5.	Conductores aislados en bandeja .....	34
4.2.6.	Normas de instalaciones en presencia de otras canalizaciones no eléctricas ....	35
4.2.7.	La accesibilidad de las instalaciones .....	35
4.3.	Conductores .....	36

## PLIEGO DE CONDICIONES: INSTALACIÓN ELÉCTRICA DE UN TALLER DE CARPINTERÍA METÁLICA

4.3.1.	Materiales .....	36
4.3.2.	Dimensionado .....	37
4.3.3.	Identificación de las instalaciones.....	38
4.4.	Cajas de empalmes.....	38
4.5.	Mecanismos y tomas de corriente .....	39
4.6.	Cuadros eléctricos .....	40
4.7.	Interruptores automáticos .....	41
4.8.	Interruptores diferenciales .....	42
4.9.	Embarrados .....	44
4.10.	Receptores de alumbrado.....	45
4.11.	Puesta a tierra .....	46
4.11.1.	Uniones a tierra.....	46
4.11.2.	Conductores de tierra .....	47
4.12.	Inspecciones y pruebas en fábrica .....	49
4.13.	Control.....	50
4.14.	Seguridad.....	50
4.15.	Limpieza.....	51
4.16.	Mantenimiento .....	52
4.17.	Criterios de medición .....	52
5.	Condiciones técnicas para la obra civil y montaje de centros de transformación de interior prefabricados .....	54
5.1.	Obra civil.....	54
5.1.1.	Emplazamiento.....	54
5.1.2.	Excavación .....	54
5.1.3.	Acondicionamiento .....	54
5.1.4.	Edificio prefabricado de hormigón.....	55
5.1.5.	Ventilación.....	57
5.2.	Instalación eléctrica.....	58
5.2.1.	Aparenta AT .....	58
5.2.2.	Transformador.....	59
5.2.3.	Equipos de medida .....	60
5.2.4.	Acometidas subterráneas.....	60
5.2.5.	Puesta a tierra .....	61
5.3.	Normas de ejecución las instalaciones .....	62
5.4.	Pruebas reglamentarias .....	63
5.5.	Condiciones de uso, mantenimiento y seguridad .....	63

PLIEGO DE CONDICIONES: INSTALACIÓN ELÉCTRICA DE UN TALLER DE CARPINTERÍA METÁLICA

5.5.1.	Previsiones generales.....	63
5.5.2.	Puesta en servicio.....	65
5.5.3.	Separación de servicio.....	65
5.5.4.	Mantenimiento .....	65
5.6.	Certificados y documentación.....	66
5.7.	Libro de órdenes .....	66
5.7.1.	Recepción de la obra .....	66
6.	Normativa.....	68

# 1. Disposiciones generales

## 1.1. Objeto del Pliego de Condiciones

El presente Pliego de Condiciones tiene carácter supletorio del Pliego de Condiciones particulares del proyecto. Los dos, como parte del proyecto tienen la finalidad de regular la ejecución de las obras fijando los niveles técnicos y de calidad exigible y precisar las intervenciones que corresponden, según el contrato y de acuerdo con la legislación aplicable, el promotor o propietario de la obra, al contratista o constructor de la obra, a sus técnicos o encargados, al proyectista, así como las relaciones entre ellos y sus obligaciones correspondientes en orden al cumplimiento del contrato de obra.

## 1.2. Contrato de obra

Integran el contrato de obra los siguientes documentos, relacionados por orden de prelación atendiendo al valor de sus especificaciones, en el caso de posibles interpretaciones, omisiones o contradicciones:

- Las condiciones fijadas en el contrato de obra.
- El presente Pliego de Condiciones.
- La documentación gráfica y escrita del Proyecto: planos generales y de detalle, memorias, anexos, mediciones y presupuestos.

En el caso de interpretación, prevalecen las especificaciones literales sobre las gráficas y las cotas sobre las medidas a escala tomadas de los planos

# 2. Disposiciones Facultativas

## 2.1. Definición, atribuciones y obligaciones de los agentes de la edificación

Las atribuciones de los distintos agentes intervinientes en la edificación son las reguladas por la Ley 38/99 de Ordenación de la Edificación (L.O.E.). Se definen agentes de la edificación todas las personas, físicas o jurídicas, que intervienen en el proceso de

la edificación. Sus obligaciones quedan determinadas por lo dispuesto en la L.O.E. y demás disposiciones que sean de aplicación y por el contrato que origina su intervención.

### 2.1.1. El Projectista

Son obligaciones del projectista:

- Estar en posesión de la titulación académica y profesional habilitante de ingeniero industrial y cumplir las condiciones exigibles para el ejercicio de la profesión. En caso de personas jurídicas, designar al técnico redactor del proyecto que tenga la titulación profesional habilitante.
- Redactar el proyecto con sujeción a la normativa vigente y a lo que se haya establecido en el contrato

### 2.1.2. El Técnico Director de Obra

El Técnico Director de obra es la máxima autoridad en la obra o instalación. Con independencia de las responsabilidades y obligaciones que le asisten legalmente, será el único con capacidad legal para adoptar o introducir las modificaciones de diseño, constructivas o cambio de materiales que considere justificadas y sean necesarias en virtud del desarrollo de la obra.

Corresponde al Técnico Director de obra:

- Redactar los complementos o rectificaciones del proyecto que se precisen.
- Asistir a las obras, cuantas veces lo requiera su naturaleza y complejidad, a fin de resolver las contingencias que se produzcan e impartir las órdenes complementarias para la correcta solución técnica.
- Aprobar las certificaciones parciales de obra, la liquidación final y asesorar al promotor en el acto de la recepción.
- Redactar cuando sea requerido el estudio de los sistemas adecuados a los riesgos del trabajo en la realización de la obra y aprobar el Plan de Seguridad y Salud para su aplicación.

- Efectuar el replanteo de la obra y preparar el acta correspondiente, suscribiéndola en unión del Constructor o Instalador.
- Comprobar las instalaciones provisionales, medios auxiliares y sistemas de seguridad e higiene en el trabajo, controlando su correcta ejecución.
- Ordenar y dirigir la ejecución material con arreglo al proyecto, a las normas técnicas y a las reglas de la buena construcción.
- Realizar o disponer las pruebas o ensayos de materiales, instalaciones y demás unidades de obra según las frecuencias de muestreo programadas en el plan de control, así como efectuar las demás comprobaciones que resulten necesarias para asegurar la calidad constructiva de acuerdo con el proyecto y la normativa técnica aplicable. De los resultados informará puntualmente al Constructor o Instalador, impartiendo, en su caso, las órdenes oportunas.
- Realizar las mediciones de obra ejecutada y dar conformidad, según las relaciones establecidas, a las certificaciones valoradas y a la liquidación de la obra.
- Suscribir el certificado final de la obra.

### 2.1.3. El Constructor

Corresponde al Constructor o Instalador:

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

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

## 2.2. Obligaciones y derechos del Constructor o Instalador

### 2.2.1. Verificación de los documentos del proyecto

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

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

### 2.2.2. Plan de seguridad y salud en el trabajo

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

### 2.2.3. Presencia del constructor o instalador en la obra

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

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

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

### 2.2.4. Trabajos no estipulados expresamente

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

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

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

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

## 2.3. Interpretaciones, aclaraciones y modificaciones de los documentos del proyecto

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

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

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

## 2.4. Reclamaciones contra las órdenes de la dirección facultativa

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

## 2.5. Faltas de personal

El Técnico Director, en supuestos de desobediencia a sus instrucciones, manifiesta incompetencia o negligencia grave que comprometan o perturben la marcha de los trabajos, podrá requerir al Contratista para que aparte de la obra a los dependientes u operarios causantes de la perturbación. El Contratista podrá subcontratar capítulos o unidades de obra a otros contratistas e industriales, con sujeción en su caso, a lo estipulado en el Pliego de Condiciones Particulares y sin perjuicio de sus obligaciones como Contratista general de la obra.

## 2.6. Caminos y accesos

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

El Técnico Director podrá exigir su modificación o mejora.

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

## 2.7. Replanteo

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

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

## **2.8. Comienzo de la obra. Ritmo de ejecución en los trabajos**

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

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

## **2.9. Orden de los trabajos**

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

## **2.10. Facilidades para otro contratista**

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

## **2.11. Ampliación del proyecto por causas imprevistas o de fuerza mayor**

Cuando sea preciso por motivo imprevisto o por cualquier accidente, ampliar el Proyecto, no se interrumpirán los trabajos, continuándose según las instrucciones dadas por el Técnico Director en tanto se formula o se tramita el Proyecto Reformado. El Constructor o Instalador está obligado a realizar con su personal y sus materiales cuanto

la Dirección de las obras disponga para apeos, apuntalamientos, derribos, recalzos o cualquier otra obra de carácter urgente.

## **2.12. Prórroga por causas de fuerza mayor**

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

## **2.13. Responsabilidad de la dirección facultativa en el retraso de la obra**

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

## **2.14. Condiciones generales de la ejecución de los trabajos**

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

## **2.15. Obras ocultas**

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

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

## 2.16. Trabajos defectuosos

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

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

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

## 2.17. Vicios ocultos

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

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

## **2.18. Procedencia de los materiales y aparatos**

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

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

## **2.19. Materiales no utilizables**

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

Se retirarán de esta o se llevarán al vertedero, cuando así estuviese establecido en el Pliego de Condiciones particular vigente en la obra. Si no se hubiese preceptuado nada sobre el particular, se retirarán de ella cuando así lo ordene el Técnico.

## **2.20. Gastos ocasionados por pruebas y ensayos**

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

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

## **2.21. Limpieza de las obras**

Es obligación del Constructor o Instalador mantener limpias las obras y sus alrededores, tanto de escombros como de materiales sobrantes, hacer desaparecer las instalaciones

provisionales que no sean necesarias, así como adoptar las medidas y ejecutar todos los trabajos que sean necesarios para que la obra ofrezca un buen aspecto.

## **2.22. Documentación final de la obra**

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

## **2.23. Plazo de garantía**

El plazo de garantía será de doce meses, y durante este período el Contratista corregirá los defectos observados, eliminará las obras rechazadas y reparará las averías que por esta causa se produjeran, todo ello por su cuenta y sin derecho a indemnización alguna, ejecutándose en caso de resistencia dichas obras por la Propiedad con cargo a la fianza. El Contratista garantiza a la Propiedad contra toda reclamación de tercera persona, derivada del incumplimiento de sus obligaciones económicas o disposiciones legales relacionadas con la obra. Tras la Recepción Definitiva de la obra, el Contratista quedará relevado de toda responsabilidad salvo en lo referente a los vicios ocultos de la construcción.

## **2.24. Conservación de las obras recibidas provisionalmente**

Los gastos de conservación durante el plazo de garantía comprendido entre las recepciones provisionales y definitivas, correrán a cargo del Constructor o Instalador. Por lo tanto, el Constructor o Instalador durante el plazo de garantía será el conservador del edificio, donde tendrá el personal suficiente para atender a todas las averías y reparaciones que puedan presentarse, aunque el establecimiento fuese ocupado o utilizado por la propiedad, antes de la Recepción Definitiva.

## **2.25. De la recepción definitiva**

La recepción definitiva se verificará después de transcurrido el plazo de garantía en igual forma y con las mismas formalidades que la provisional, a partir de cuya fecha cesará la obligación del Constructor o Instalador de reparar a su cargo aquellos desperfectos

inherentes a la norma de conservación de los edificios y quedarán sólo subsistentes todas las responsabilidades que pudieran alcanzarle por vicios de la construcción.

## **2.26. Prórroga del plazo de garantía**

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

## **2.27. De las recepciones de trabajos cuya contrata haya sido rescindida**

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

## 3. Disposiciones económicas

### 3.1. Composición de los receptores unitarios

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

Se considerarán costes directos:

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

Se considerarán costes indirectos:

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

Se considerarán Gastos Generales:

- Los Gastos Generales de empresa, gastos financieros, cargas fiscales y tasas de la administración legalmente establecidas. Se cifrarán como un porcentaje de la

suma de los costes directos e indirectos (en los contratos de obras de la Administración Pública este porcentaje se establece un 13 por 100).

Beneficio Industrial:

- El Beneficio Industrial del Contratista se establece en el 6 por 100 sobre la suma de las anteriores partidas.

Precio de Ejecución Material:

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

Precio de Contrata:

- El precio de Contrata es la suma de los costes directos, los indirectos, los Gastos Generales y el Beneficio Industrial.
- El IVA gira sobre esta suma.

### 3.2. Precio de contrata. Importe de contrata

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

### 3.3. Precios contradictorios

Se producirán precios contradictorios sólo cuando la Propiedad por medio del Técnico decida introducir unidades o cambios de calidad en alguna de las previstas, o cuando sea necesario afrontar alguna circunstancia imprevista. El Contratista estará obligado a efectuar los cambios. A falta de acuerdo, el precio se resolverá contradictoriamente entre el Técnico y el Contratista antes de comenzar la ejecución de los trabajos y en el

plazo que determina el Pliego de Condiciones Particulares. Si subsistiese la diferencia se acudirá en primer lugar, al concepto más análogo dentro del cuadro de precios del proyecto, y en segundo lugar, al banco de precios de uso más frecuente en la localidad. Los contradictorios que hubiere se referirán siempre a los precios unitarios de la fecha del contrato.

### **3.4. Reclamaciones de aumento de precios por causas diversas**

Si el Contratista, antes de la firma del contrato, no hubiese hecho la reclamación u observación oportuna, no podrá bajo ningún pretexto de error u omisión reclamar aumento de los precios fijados en el cuadro correspondiente del presupuesto que sirva de base para la ejecución de las obras (con referencia a Facultativas).

### **3.5. De la revisión de los precios contratados**

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

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

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

### **3.6. Acopio de materiales**

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

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

### **3.7. Responsabilidad del Constructor o Instalador en el bajo rendimiento de los trabajadores**

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

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

### **3.8. Relaciones valoradas y certificadas**

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

Lo ejecutado por el Contratista en las condiciones preestablecidas, se valorará aplicando el resultado de la medición general, cúbica, superficial, lineal, ponderal o numeral correspondiente a cada unidad de la obra y a los precios señalados en el presupuesto para cada una de ellas, teniendo presente además lo establecido en el presente "Pliego General de Condiciones Económicas", respecto a mejoras o sustituciones de material y a las obras accesorias y especiales, etc.

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

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

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

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

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

### **3.9. Mejoras de obras libremente ejecutadas**

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

### 3.10. Abono de trabajos presupuestados con partidaalzada

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

- Si existen precios contratados para unidades de obra iguales, las presupuestadas mediante partidaalzada, se abonarán previa medición y aplicación del precio establecido.
- - Si existen precios contratados para unidades de obra similares, se establecerán precios contradictorios para las unidades con partidaalzada, deducidos de los similares contratados.
- - Si no existen precios contratados para unidades de obra iguales o similares, la partidaalzada se abonará íntegramente al Contratista, salvo el caso de que en el Presupuesto de la obra se exprese que el importe de dicha partida debe justificarse, en cuyo caso, el Técnico Director indicará al Contratista y con anterioridad a su ejecución, el procedimiento que ha de seguirse para llevar dicha cuenta, que en realidad será de Administración, valorándose los materiales y jornales a los precios que figuren en el Presupuesto aprobado o, en su defecto, a los que con anterioridad a la ejecución convengan las dos partes, incrementándose su importe total con el porcentaje que se fije en el Pliego de Condiciones Particulares en concepto de Gastos Generales y Beneficio Industrial del Contratista.

### 3.11. Pagos

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

### **3.12. Importe de la indemnización por retraso no justificado en el plazo de terminación de la obra**

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

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

### **3.13. Demora de los pagos**

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

### **3.14. Mejoras y aumentos de obra. Casos contrarios**

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

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

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

### 3.15. Unidades de obra defectuosas pero aceptables

Cuando por cualquier causa fuera menester valorar obra defectuosa, pero aceptable a juicio del Técnico Director de las obras, éste determinará el precio o partida de abono después de oír al Contratista, el cual deberá conformarse con dicha resolución, salvo el caso en que, estando dentro del plazo de ejecución, prefiera demoler la obra y rehacerla con arreglo a condiciones, sin exceder de dicho plazo.

### 3.16. Seguro de las obras

El Contratista estará obligado a asegurar la obra contratada durante todo el tiempo que dure su ejecución hasta la recepción definitiva; la cuantía del seguro coincidirá en cada momento con el valor que tengan por contrata los objetos asegurados. El importe abonado por la Sociedad Aseguradora, en el caso de siniestro, se ingresará en cuenta a nombre del Propietario, para que con cargo a ella se abone la obra que se construya y a medida que ésta se vaya realizando.

El reintegro de dicha cantidad al Contratista se efectuará por certificaciones, como el resto de los trabajos de la construcción. En ningún caso, salvo conformidad expresa del Contratista, hecho en documento público, el Propietario podrá disponer de dicho importe para menesteres distintos del de reconstrucción de la parte siniestrada; la infracción de lo anteriormente expuesto será motivo suficiente para que el Contratista pueda resolver el contrato, con devolución de fianza, abono completo de gastos, materiales acopiados, etc.; y una indemnización equivalente al importe de los daños causados al Contratista por el siniestro y que no se hubiesen abonado, pero sólo en proporción equivalente a lo que suponga la indemnización abonada por la Compañía Aseguradora, respecto al importe de los daños causados por el siniestro, que serán tasados a estos efectos por el Técnico Director.

En las obras de reforma o reparación, se fijarán previamente la porción de edificio que debe ser asegurada y su cuantía, y si nada se prevé, se entenderá que el seguro ha de comprender toda la parte del edificio afectada por la obra. Los riesgos asegurados y las condiciones que figuren en la póliza o pólizas de Seguros, los pondrá el Contratista, antes

de contratarlos en conocimiento del Propietario, al objeto de recabar de éste su previa conformidad o reparos.

### **3.17. Conservación de la obra**

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

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

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

En todo caso, ocupado o no el edificio está obligado el Contratista a revisar la obra, durante el plazo expresado, procediendo

### **3.18. Uso por el Contratista del edificio o bienes del propietario**

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

## PLIEGO DE CONDICIONES: INSTALACIÓN ELÉCTRICA DE UN TALLER DE CARPINTERÍA METÁLICA

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

## 4. Condiciones técnicas de la instalación eléctrica en baja tensión

### 4.1. Condiciones generales

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

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

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

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

### 4.2. Canalizaciones eléctricas

Los cables se colocarán dentro de tubos o canales, fijados directamente sobre las paredes, enterrados, en el interior de huecos de la construcción, en bandeja o soporte de bandeja, según se indica en Memoria y Planos.

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

#### 4.2.1. Conductores aislados bajo tubos protectores

Los tubos protectores pueden ser:

- Tubo y accesorios metálicos.
- Tubo y accesorios no metálicos.
- Tubo y accesorios compuestos (constituidos por materiales metálicos y no metálicos). Los tubos se clasifican según lo dispuesto en las normas siguientes:
  - UNE-EN 50.086 -2-1: Sistemas de tubos rígidos.
  - UNE-EN 50.086 -2-2: Sistemas de tubos curvables.
  - UNE-EN 50.086 -2-3: Sistemas de tubos flexibles.
  - UNE-EN 50.086 -2-4: Sistemas de tubos enterrados.

Las características de protección de la unión entre el tubo y sus accesorios no deben ser inferiores a los declarados para el sistema de tubos.

La superficie interior de los tubos no deberá presentar en ningún punto aristas, asperezas o fisuras susceptibles de dañar los conductores o cables aislados o de causar heridas a instaladores o usuarios.

Las dimensiones de los tubos no enterrados y con unión roscada utilizados en las instalaciones eléctricas son las que se prescriben en la UNE-EN 60.423. Para los tubos enterrados, las dimensiones se corresponden con las indicadas en la norma UNE-EN 50.086 -2-4. Para el resto de los tubos, las dimensiones serán las establecidas en la

norma correspondiente de las citadas anteriormente. La denominación se realizará en función del diámetro exterior.

El diámetro interior mínimo deberá ser declarado por el fabricante.

En lo relativo a la resistencia a los efectos del fuego considerados en la norma particular para cada tipo de tubo, se seguirá lo establecido por la aplicación de la Directiva de Productos de la Construcción (89/106/CEE).

### **Tubos en canalizaciones fijas en superficie**

En las canalizaciones superficiales, los tubos deberán ser preferentemente rígidos y en casos especiales podrán usarse tubos curvables. Sus características mínimas serán las indicadas a continuación:

Característica	Código	Grado
Resistencia a la compresión	4	Fuerte
Resistencia al impacto	3	Media
Temperatura mínima de instalación y servicio	2	- 5 °C
Temperatura máxima de instalación y servicio	1	+ 60 °C
Resistencia al curvado	1-2	Rígido/curvable
Propiedades eléctricas	1-2	Continuidad elect.
Resistencia a la penetración de objetos sólidos	4	Contra objetos D <sup>3</sup> 1mm
Resistencia a la penetración del agua	2	Contra gotas de agua
Resistencia a la corrosión de tubos metálicos	2	Protección int/ext
Resistencia a la tracción	0	No declarada
Resistencia a la propagación de la llama	1	No propagador
Resistencia a las cargas suspendidas	0	No declarada

### **Tubos en canalizaciones empotradas**

En las canalizaciones empotradas, los tubos protectores podrán ser rígidos, curvables o flexibles, con unas características mínimas indicadas a continuación:

1. Tubos empotrados en obras de fábrica (paredes, techos y falsos techos), huecos de la construcción o canales protectoras de obra.

Se considera suelo ligero aquel suelo uniforme que no sea del tipo pedregoso y con cargas superiores ligeras, como por ejemplo, aceras, parques y jardines. Suelo pesado es aquel del tipo pedregoso y duro y con cargas superiores pesadas, como por ejemplo, calzadas y vías férreas.

Característica	Código	Grado
Resistencia a la compresión	2	Ligera
Resistencia al impacto	2	Ligera
Temperatura mínima de instalación y servicio	2	- 5 °C
Temperatura máxima de instalación y servicio	1	+ 60 °C
Resistencia al curvado	1-2-3-4	Cualquiera de las especificadas
Propiedades eléctricas	0	No declarada
Resistencia a la penetración de objetos sólidos	4	Contra objetos D <sup>3</sup> 1mm
Resistencia a la penetración del agua	2	Contra gotas de agua
Resistencia a la corrosión de tubos metálicos	2	Protección int/ext
Resistencia a la tracción	0	No declarada
Resistencia a la propagación de la llama	1	No propagador
Resistencia a las cargas suspendidas	0	No declarada

2. Tubos empotrados embebidos en hormigón o en canalizaciones precableadas

Característica	Código	Grado
Resistencia a la compresión	3	Media
Resistencia al impacto	3	Media
Temperatura mínima de instalación y servicio	2	- 5 °C
Temperatura máxima de instalación y servicio	2	+90°C (+ 60 °C Ccanal.precable.Ordi)
Resistencia al curvado	1-2-3-4	Cualquiera de las especificadas
Propiedades eléctricas	0	No declarada
Resistencia a la penetración de objetos sólidos	5	Protegido contra polvo
Resistencia a la penetración del agua	3	Protegido contra agua
Resistencia a la corrosión de tubos metálicos	2	Protección int/ext
Resistencia a la tracción	0	No declarada
Resistencia a la propagación de la llama	1	No propagador
Resistencia a las cargas suspendidas	0	No declarada

### Tubos en canalizaciones enterradas

Las características mínimas de los tubos enterrados serán las siguientes:

Característica	Código	Grado
Resistencia a la compresión	NA	250 N / 450 N /750 N
Resistencia al impacto	NA	Ligero/Normal/Normal
Temperatura mínima de instalación y servicio	NA	NA
Temperatura máxima de instalación y servicio	NA	NA
Resistencia al curvado	1-2-3-4	Cualquiera de las especificadas
Propiedades eléctricas	0	No declarada
Resistencia a la penetración de objetos sólidos	4	Contra objetos D <sup>3</sup> 1mm
Resistencia a la penetración del agua	3	Contra el agua de la lluvia
Resistencia a la corrosión de tubos metálicos	2	Protección int/ext
Resistencia a la tracción	0	No declarada
Resistencia a la propagación de la llama	0	No declarada
Resistencia a las cargas suspendidas	0	No declarada

Notas:

- NA: No aplicable.
- Para tubos embebidos en hormigón aplica 250 N y grado Ligero; para tubos en suelo ligero aplica 450 N y grado Normal; para tubos en suelos pesados aplica 750 N y grado Normal

Se considera suelo ligero aquel suelo uniforme que no sea del tipo pedregoso y con cargas superiores ligeras, como, por ejemplo, aceras, parques y jardines. Suelo pesado

es aquel del tipo pedregoso y duro y con cargas superiores pesadas, como, por ejemplo, calzadas y vías férreas.

### **Instalación**

- Los cables utilizados serán de tensión asignada no inferior a 450/750 V. El diámetro exterior mínimo de los tubos, en función del número y la sección de los conductores a conducir, se obtendrá de las tablas indicadas en la ITC-BT-21, así como las características mínimas según el tipo de instalación. Para la ejecución de las canalizaciones bajo tubos protectores, se tendrán en cuenta las prescripciones generales siguientes:
- El trazado de las canalizaciones se hará siguiendo líneas verticales y horizontales o paralelas a las aristas de las paredes que limitan el local donde se efectúa la instalación.
- Los tubos se unirán entre sí mediante accesorios adecuados a su clase que aseguren la continuidad de la protección que proporcionan a los conductores.
- Los tubos aislantes rígidos curvables en caliente podrán ser ensamblados entre sí en caliente, recubriendo el empalme con una cola especial cuando se precise una unión estanca.
- Las curvas practicadas en los tubos serán continuas y no originarán reducciones de sección inadmisibles. Los radios mínimos de curvatura para cada clase de tubo serán los especificados por el fabricante conforme a UNE-EN.
- Será posible la fácil introducción y retirada de los conductores en los tubos después de colocarlos y fijados éstos y sus accesorios, disponiendo para ello los registros que se consideren convenientes, que en tramos rectos no estarán separados entre sí más de 15 metros. El número de curvas en ángulo situadas entre dos registros consecutivos no será superior a 3. Los conductores se alojarán normalmente en los tubos después de colocados éstos.
- Los registros podrán estar destinados únicamente a facilitar la introducción y retirada de los conductores en los tubos o servir al mismo tiempo como cajas de empalme o derivación.

- Las conexiones entre conductores se realizarán en el interior de cajas apropiadas de material aislante y no propagador de la llama. Si son metálicas estarán protegidas contra la corrosión. Las dimensiones de estas cajas serán tales que permitan alojar holgadamente todos los conductores que deban contener. Su profundidad será al menos igual al diámetro del tubo mayor más un 50 % del mismo, con un mínimo de 40 mm. Su diámetro o lado interior mínimo será de 60 mm. Cuando se quieran hacer estancas las entradas de los tubos en las cajas de conexión, deberán emplearse prensaestopas o racores adecuados.
- En los tubos metálicos sin aislamiento interior, se tendrá en cuenta la posibilidad de que se produzcan condensaciones de agua en su interior, para lo cual se elegirá convenientemente el trazado de su instalación, previendo la evacuación y estableciendo una ventilación apropiada en el interior de los tubos mediante el sistema adecuado, como puede ser, por ejemplo, el uso de una "T" de la que uno de los brazos no se emplea.
- Los tubos metálicos que sean accesibles deben ponerse a tierra. Su continuidad eléctrica deberá quedar convenientemente asegurada. En el caso de utilizar tubos metálicos flexibles, es necesario que la distancia entre dos puestas a tierra consecutivas de los tubos no exceda de 10 metros.
- No podrán utilizarse los tubos metálicos como conductores de protección o de neutro.

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

- Los tubos se fijarán a las paredes o techos por medio de bridas o abrazaderas protegidas contra la corrosión y sólidamente sujetas. La distancia entre éstas será, como máximo, de 0,50 metros. Se dispondrán fijaciones de una y otra parte en los cambios de dirección, en los empalmes y en la proximidad inmediata de las entradas en cajas o aparatos.
- Los tubos se colocarán adaptándose a la superficie sobre la que se instalan, curvándose o usando los accesorios necesarios.

- En alineaciones rectas, las desviaciones del eje del tubo respecto a la línea que une los puntos extremos no serán superiores al 2 por 100.

#### 4.2.2. Conductores aislados fijados directamente sobre pared

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

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

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

dispositivos adecuados. La estanqueidad podrá quedar asegurada con la ayuda de prensaestopas.

- Los empalmes y conexiones se harán por medio de cajas o dispositivos equivalentes provistos de tapas desmontables que aseguren a la vez la continuidad de la protección mecánica establecida, el aislamiento y la inaccesibilidad de las conexiones y permitiendo su verificación en caso necesario.
- Es conveniente disponer los tubos, siempre que sea posible, a una altura mínima de 2,50 metros sobre el suelo, con objeto de protegerlos de eventuales daños mecánicos.

#### 4.2.3. Conductores aislados enterrados

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

#### 4.2.4. Conductores aislados en el interior de la construcción

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

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

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

La sección de los huecos será, como mínimo, igual a cuatro veces la ocupada por los cables o tubos, y su dimensión más pequeña no será inferior a dos veces el diámetro exterior de mayor sección de éstos, con un mínimo de 20 milímetros. Las paredes que separen un hueco que contenga canalizaciones eléctricas de los locales inmediatos, tendrán suficiente solidez para proteger éstas contra acciones previsibles.

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

La canalización podrá ser reconocida y conservada sin que sea necesaria la destrucción parcial de las paredes, techos, etc., o sus guarnecidos y decoraciones. Los empalmes y derivaciones de los cables serán accesibles, disponiéndose para ellos las cajas de derivación adecuadas.

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

#### 4.2.5. Conductores aislados en bandeja

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

El material usado para la fabricación será acero laminado de primera calidad, galvanizado por inmersión. La anchura de las canaletas será de 100 mm como mínimo, con incrementos de 100 en 100 mm. La longitud de los tramos rectos será de dos metros. El fabricante indicará en su catálogo la carga máxima admisible, en N/m, en función de la anchura y de la distancia entre soportes. Todos los accesorios, como codos, cambios de plano, reducciones, tes, uniones, soportes, etc, tendrán la misma calidad que la bandeja.

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

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

#### 4.2.6. Normas de instalaciones en presencia de otras canalizaciones no eléctricas

En caso de proximidad de canalizaciones eléctricas con otras no eléctricas, se dispondrán de forma que entre las superficies exteriores de ambas se mantenga una distancia mínima de 3 cm. En caso de proximidad con conductos de calefacción, de aire caliente, vapor o humo, las canalizaciones eléctricas se establecerán de forma que no puedan alcanzar una temperatura peligrosa y, por consiguiente, se mantendrán separadas por una distancia conveniente o por medio de pantallas calorífugas.

Las canalizaciones eléctricas no se situarán por debajo de otras canalizaciones que puedan dar lugar a condensaciones, tales como las destinadas a conducción de vapor, de agua, de gas, etc., a menos que se tomen las disposiciones necesarias para proteger las canalizaciones eléctricas contra los efectos de estas condensaciones.

#### 4.2.7. La accesibilidad de las instalaciones

Las canalizaciones deberán estar dispuestas de forma que faciliten su maniobra, inspección y acceso a sus conexiones. Las canalizaciones eléctricas se establecerán de forma que, mediante la conveniente identificación de sus circuitos y elementos, se pueda proceder en todo momento a reparaciones, transformaciones, etc.

En toda la longitud de los pasos de canalizaciones a través de elementos de la construcción, tales como muros, tabiques y techos, no se dispondrán empalmes o derivaciones de cables, estando protegidas contra los deterioros mecánicos, las acciones químicas y los efectos de la humedad.

Las cubiertas, tapas o envolventes, mandos y pulsadores de maniobra de aparatos tales como mecanismos, interruptores, bases, reguladores, etc, instalados en los locales húmedos o mojados, serán de material aislante.

## 4.3. Conductores

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

### 4.3.1. Materiales

Los conductores serán de los siguientes tipos:

- De 450/750 V de tensión nominal.
  - Conductor: de cobre.
  - Formación: unipolares.
  - Aislamiento: PVC - Tensión de prueba: 2.500 V.
  
- De 0,6/1 kV de tensión nominal.
  - Conductor: de cobre.
  - Formación: multipolares.
  - Aislamiento: Polietileno reticulado (XLPE).
  - Tensión de prueba: 4.000 V.

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

Los conductores de sección igual o superior a 6 mm<sup>2</sup> deberán estar constituidos por cable obtenido por trenzado de hilo de cobre del diámetro correspondiente a la sección del conductor de que se trate.

### 4.3.2. Dimensionado

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

- Intensidad máxima admisible. Como intensidad se tomará la propia de cada carga. Partiendo de las intensidades nominales así establecidas, se elegirá la sección del cable que admita esa intensidad de acuerdo a las prescripciones del Reglamento Electrotécnico para Baja Tensión ITC-BT-19 o las recomendaciones del fabricante, adoptando los oportunos coeficientes correctores según las condiciones de la instalación. En cuanto a coeficientes de mayoración de la carga, se deberán tener presentes las Instrucciones ITC-BT-44 para receptores de alumbrado e ITC-BT-47 para receptores de motor.
- Caída de tensión en servicio. La sección de los conductores a utilizar se determinará de forma que la caída de tensión entre el origen de la instalación y cualquier punto de utilización, sea menor del 3 % de la tensión nominal en el origen de la instalación, para alumbrado, y del 5 % para los demás usos, considerando alimentados todos los receptores susceptibles de funcionar simultáneamente. Para la derivación individual la caída de tensión máxima admisible será del 1,5 %. El valor de la caída de tensión podrá compensarse entre la de la instalación interior y la de la derivación individual, de forma que la caída de tensión total sea inferior a la suma de los valores límites especificados para ambas.
- Caída de tensión transitoria. La caída de tensión en todo el sistema durante el arranque de motores no debe provocar condiciones que impidan el arranque de los mismos, desconexión de los contactores, parpadeo de alumbrado, etc.

La sección del conductor neutro será la especificada en la Instrucción ITC-BT-07, apartado 1, en función de la sección de los conductores de fase o polares de la instalación.

Los conductores de protección serán del mismo tipo que los conductores activos especificados en el apartado anterior, y tendrán una sección mínima igual a la fijada por

la tabla 2 de la ITC-BT-18, en función de la sección de los conductores de fase o polares de la instalación.

Se podrán instalar por las mismas canalizaciones que éstos o bien en forma independiente, siguiéndose a este respecto lo que señalen las normas particulares de la empresa distribuidora de la energía.

#### 4.3.3. Identificación de las instalaciones

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

Los conductores de la instalación deben ser fácilmente identificables, especialmente por lo que respecta al conductor neutro y al conductor de protección. Esta identificación se realizará por los colores que presenten sus aislamientos. Cuando exista conductor neutro en la instalación o se prevea para un conductor de fase su pase posterior a conductor neutro, se identificarán éstos por el color azul claro. Al conductor de protección se le identificará por el color verde-amarillo. Todos los conductores de fase, o en su caso, aquellos para los que no se prevea su pase posterior a neutro, se identificarán por los colores marrón, negro o gris.

#### 4.4. Cajas de empalmes

Las conexiones entre conductores se realizarán en el interior de cajas apropiadas de material plástico resistente incombustible o metálicas, en cuyo caso estarán aisladas interiormente y protegidas contra la oxidación. Las dimensiones de estas cajas serán tales que permitan alojar holgadamente todos los conductores que deban contener.

Cuando se quieran hacer estancas las entradas de los tubos en las cajas de conexión, deberán emplearse prensaestopas adecuados. En ningún caso se permitirá la unión de conductores, como empalmes o derivaciones por simple retorcimiento o arrollamiento entre sí de los conductores, sino que deberá realizarse siempre utilizando bornes de conexión.

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

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

## 4.5. Mecanismos y tomas de corriente

Los interruptores y conmutadores cortarían la corriente máxima del circuito en que estén colocados sin dar lugar a la formación de arco permanente, abriendo o cerrando los circuitos sin posibilidad de una posición intermedia. Serán del tipo cerrado y de material aislante. Las dimensiones de las piezas de contacto serán tales que la temperatura no pueda exceder de 65 °C en ninguna de sus piezas.

Su construcción será tal que permita realizar un número total de 10.000 maniobras de apertura y cierre, con su carga nominal a la tensión de trabajo. Llevarán marcada su intensidad y tensiones nominales, y estarán probadas a una tensión de 500 a 1.000 voltios.

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

## 4.6. Cuadros eléctricos

Todos los cuadros eléctricos serán nuevos y se entregarán en obra sin ningún defecto.

Estarán diseñados siguiendo los requisitos de estas especificaciones y se construirán de acuerdo con el Reglamento Electrotécnico para Baja Tensión y con las recomendaciones de la Comisión Electrotécnica Internacional (CEI).

Cada circuito en salida de cuadro estará protegido contra las sobrecargas y cortocircuitos. La protección contra corrientes de defecto hacia tierra se hará por circuito o grupo de circuitos según se indica en el proyecto, mediante el empleo de interruptores diferenciales de sensibilidad adecuada, según ITC-BT-24.

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

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

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

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

Todos los cables se instalarán dentro de canaletas provistas de tapa desmontable. Los cables de fuerza irán en canaletas distintas en todo su recorrido de las canaletas para los cables de mando y control.

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

La profundidad, altura y anchura será la necesaria para la colocación de los componentes e igual a un múltiplo entero del módulo del fabricante. Los cuadros estarán diseñados para poder ser ampliados por ambos extremos.

Los aparatos indicadores (lámparas, amperímetros, voltímetros, etc), dispositivos de mando (pulsadores, interruptores, conmutadores, etc), paneles sinópticos, etc, se montarán sobre la parte frontal de los cuadros.

Todos los componentes interiores, aparatos y cables, serán accesibles desde el exterior por el frente.

El cableado interior de los cuadros se llevará hasta una regleta de bornas situada junto a las entradas de los cables desde el exterior.

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

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

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

## 4.7. Interruptores automáticos

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

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

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

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

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

## 4.8. Interruptores diferenciales

1º- La protección contra contactos directos se asegurará adoptando las siguientes medidas:

### **Protección por aislamiento de las partes activas**

Las partes activas deberán estar recubiertas de un aislamiento que no pueda ser eliminado más que destruyéndolo. Protección por medio de barreras o envolventes. Las partes activas deben estar situadas en el interior de las envolventes o detrás de barreras que posean, como mínimo, el grado de protección IP XXB, según UNE20.324. Si se necesitan aberturas mayores para la reparación de piezas o para el buen funcionamiento de los equipos, se adoptarán precauciones apropiadas para impedir que

las personas o animales domésticos toquen las partes activas y se garantizará que las personas sean conscientes del hecho de que las partes activas no deben ser tocadas voluntariamente.

Las superficies superiores de las barreras o envolventes horizontales que son fácilmente accesibles, deben responder como mínimo al grado de protección IP4X o IPXX.

Las barreras o envolventes deben fijarse de manera segura y ser de una robustez y durabilidad suficientes para mantener los grados de protección exigidos, con una separación suficiente de las partes activas en las condiciones normales de servicio, teniendo en cuenta las influencias externas.

Cuando sea necesario suprimir las barreras, abrir las envolventes o quitar partes de éstas, esto no debe ser posible más que:

- bien con la ayuda de una llave o de una herramienta;
- bien, después de quitar la tensión de las partes activas protegidas por estas barreras o estas envolventes, no pudiendo ser restablecida la tensión hasta después de volver a colocar las barreras o las envolventes;
- bien, si hay interpuesta una segunda barrera que posee como mínimo el grado de protección IP2X o IP XXB, que no pueda ser quitada más que con la ayuda de una llave o de una herramienta y que impida todo contacto con las partes activas.

### **Protección complementaria por dispositivos de corriente diferencial-residual**

Esta medida de protección está destinada solamente a complementar otras medidas de protección contra los contactos directos. El empleo de dispositivos de corriente diferencial-residual, cuyo valor de corriente diferencial asignada de funcionamiento sea inferior o igual a 30 mA, se reconoce como medida de protección complementaria en caso de fallo de otra medida de protección contra los contactos directos o en caso de imprudencia de los usuarios.

2º- La protección contra contactos indirectos se conseguirá mediante "corte automático de la alimentación". Esta medida consiste en impedir, después de la aparición de un fallo, que una tensión de contacto de valor suficiente se mantenga durante un tiempo

tal que pueda dar como resultado un riesgo. La tensión límite convencional es igual a 50 V, valor eficaz en corriente alterna, en condiciones normales y a 24 V en locales húmedos.

Todas las masas de los equipos eléctricos protegidos por un mismo dispositivo de protección, deben ser interconectadas y unidas por un conductor de protección a una misma toma de tierra. El punto neutro de cada generador o transformador debe ponerse a tierra.

Se cumplirá la siguiente condición:

$$R_a \times I_a \leq U$$

Donde:

- $R_a$  es la suma de las resistencias de la toma de tierra y de los conductores de protección de masas.
- $I_a$  es la corriente que asegura el funcionamiento automático del dispositivo de protección. Cuando el dispositivo de protección es un dispositivo de corriente diferencial-residual es la corriente diferencial-residual asignada.
- $U$  es la tensión de contacto límite convencional (50 ó 24V).

## 4.9. Embarrados

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

Las barras serán de cobre electrolítico de alta conductividad y adecuadas para soportar la intensidad de plena carga y las corrientes de cortocircuito que se especifiquen en memoria y planos.

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

## 4.10. Receptores de alumbrado

Las luminarias serán conformes a los requisitos establecidos en las normas de la serie UNE-EN 60598.

La masa de las luminarias suspendidas excepcionalmente de cables flexibles no debe exceder de 5 kg. Los conductores, que deben ser capaces de soportar este peso, no deben presentar empalmes intermedios y el esfuerzo deberá realizarse sobre un elemento distinto del borne de conexión.

Las partes metálicas accesibles de las luminarias que no sean de Clase II o Clase III, deberán tener un elemento de conexión para su puesta a tierra, que irá conectado de manera fiable y permanente al conductor de protección del circuito.

El uso de lámparas de gases con descargas a alta tensión (neón, etc), se permitirá cuando su ubicación esté fuera del volumen de accesibilidad o cuando se instalen barreras o envolventes separadoras.

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

En el caso de distribuciones monofásicas, el conductor neutro tendrá la misma sección que los de fase. Será aceptable un coeficiente diferente para el cálculo de la sección de los conductores, siempre y cuando el factor de potencia de cada receptor sea mayor o igual a 0,9 y si se conoce la carga que supone cada uno de los elementos asociados a las lámparas y las corrientes de arranque, que tanto éstas como aquéllos puedan producir. En este caso, el coeficiente será el que resulte.

En instalaciones con lámparas de muy baja tensión (p.e. 12 V) debe preverse la utilización de transformadores adecuados, para asegurar una adecuada protección térmica, contra cortocircuitos y sobrecargas y contra los choques eléctricos.

Para los rótulos luminosos y para instalaciones que los alimentan con tensiones asignadas de salida en vacío comprendidas entre 1 y 10 kV se aplicará lo dispuesto en la norma UNE-EN 50.107.

## 4.11. 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 deberá conseguir que en el conjunto de instalaciones, edificios y superficie próxima del terreno no aparezcan 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.

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.

### 4.11.1. Uniones a tierra

#### **Tomas de tierra**

Para la toma de tierra se pueden utilizar electrodos formados por:

- barras, tubos;
- pletinas, conductores desnudos;
- placas;
- anillos o mallas metálicas constituidos por los elementos anteriores o sus combinaciones;
- armaduras de hormigón enterradas, con excepción de las armaduras pretensadas;
- otras estructuras enterradas que se demuestre que son apropiadas.

Los conductores de cobre utilizados como electrodos serán de construcción y resistencia eléctrica según la clase 2 de la norma UNE 21.022.

El tipo y la profundidad de enterramiento de las tomas de tierra deben ser tales que la posible pérdida de humedad del suelo, la presencia del hielo u otros efectos climáticos, no aumenten la resistencia de la toma de tierra por encima del valor previsto. La profundidad nunca será inferior a 0,50 m.

#### 4.11.2. Conductores de tierra

La sección de los conductores de tierra, cuando estén enterrados, deberá estar de acuerdo con los valores indicados en la tabla siguiente. La sección no será inferior a la mínima exigida para los conductores de protección.

Tipo	Protegido mecánicamente	No protegido mecánicamente
Protegido contra la corrosión	Igual a conductores de protección ap. 7.1.1	16 mm <sup>2</sup> Cu 16 mm <sup>2</sup> Acero Galvanizado
No protegido contra la corrosión	25 mm <sup>2</sup> Cu 50 mm <sup>2</sup> Hierro	25 mm <sup>2</sup> Cu 50 mm <sup>2</sup> Hierro

\* La protección contra la corrosión puede obtenerse mediante una envolvente.

Durante la ejecución de las uniones entre conductores de tierra y electrodos de tierra debe extremarse el cuidado para que resulten eléctricamente correctas. Debe cuidarse,

en especial, que las conexiones, no dañen ni a los conductores ni a los electrodos de tierra.

### **Bornes de puesta a tierra**

En toda instalación de puesta a tierra debe preverse un borne principal de tierra, al cual deben unirse los conductores siguientes:

- Los conductores de tierra.
- Los conductores de protección.
- Los conductores de unión equipotencial principal.
- Los conductores de puesta a tierra funcional, si son necesarios.

Debe preverse sobre los conductores de tierra y en lugar accesible, un dispositivo que permita medir la resistencia de la toma de tierra correspondiente. Este dispositivo puede estar combinado con el borne principal de tierra, debe ser desmontable necesariamente por medio de un útil, tiene que ser mecánicamente seguro y debe asegurar la continuidad eléctrica.

### **Conductores de protección**

Los conductores de protección sirven para unir eléctricamente las masas de una instalación con el borne de tierra, con el fin de asegurar la protección contra contactos indirectos.

Los conductores de protección tendrán una sección mínima igual a la fijada en la tabla siguiente:

Sección conductores fase (mm <sup>2</sup> )	Sección conductores protección (mm <sup>2</sup> )
$S_f \leq 16$	$S_f$
$16 < S_f$	16
$S_f > 35$	$S_f/2$

En todos los casos, los conductores de protección que no forman parte de la canalización de alimentación serán de cobre con una sección, al menos de:

- 2,5 mm<sup>2</sup>, si los conductores de protección disponen de una protección mecánica.
- 4 mm<sup>2</sup>, si los conductores de protección no disponen de una protección mecánica.

Como conductores de protección pueden utilizarse:

- conductores en los cables multiconductores, o
- conductores aislados o desnudos que posean una envolvente común con los conductores activos, o
- conductores separados desnudos o aislados.

Ningún aparato deberá ser intercalado en el conductor de protección. Las masas de los equipos a unir con los conductores de protección no deben ser conectadas en serie en un circuito de protección.

## 4.12. Inspecciones y pruebas en fábrica

La aparatamenta se someterá en fábrica a una serie de ensayos para comprobar que están libres de defectos mecánicos y eléctricos.

En particular se harán por lo menos las siguientes comprobaciones:

- Se medirá la resistencia de aislamiento con relación a tierra y entre conductores, que tendrá un valor de al menos 0,50 MΩ.
- Una prueba de rigidez dieléctrica, que se efectuará aplicando una tensión igual a dos veces la tensión nominal más 1.000 voltios, con un mínimo de 1.500 voltios, durante 1 minuto a la frecuencia nominal. Este ensayo se realizará estando los aparatos de interrupción cerrados y los cortocircuitos instalados como en servicio normal.
- Se inspeccionarán visualmente todos los aparatos y se comprobará el funcionamiento mecánico de todas las partes móviles.

- Se pondrá el cuadro de baja tensión y se comprobará que todos los relés actúan correctamente.
- Se calibrarán y ajustarán todas las protecciones de acuerdo con los valores suministrados por el fabricante.

Estas pruebas podrán realizarse, a petición de la DO, en presencia del técnico encargado por la misma.

Cuando se exijan los certificados de ensayo, la EIM enviará los protocolos de ensayo, debidamente certificados por el fabricante, a la DO.

### 4.13. Control

Se realizarán cuantos análisis, verificaciones, comprobaciones, ensayos, pruebas y experiencias con los materiales, elementos o partes de la instalación que se ordenen por el Técnico Director de la misma, siendo ejecutados en laboratorio que designe la dirección, con cargo a la contrata.

Antes de su empleo en la obra, montaje o instalación, todos los materiales a emplear, cuyas características técnicas, así como las de su puesta en obra, han quedado ya especificadas en apartados anteriores, serán reconocidos por el Técnico Director o persona en la que éste delegue, sin cuya aprobación no podrá procederse a su empleo. Los que por mala calidad, falta de protección o aislamiento u otros defectos no se estimen admisibles por aquél, deberán ser retirados inmediatamente.

Este reconocimiento previo de los materiales no constituirá su recepción definitiva, y el Técnico Director podrá retirar en cualquier momento aquellos que presenten algún defecto no apreciado anteriormente, aún a costa, si fuera preciso, de deshacer la instalación o montaje ejecutados con ellos. Por tanto, la responsabilidad del contratista en el cumplimiento de las especificaciones de los materiales no cesará mientras no sean recibidos definitivamente los trabajos en los que se hayan empleado.

### 4.14. Seguridad

En general, basándonos en la Ley de Prevención de Riesgos Laborales y las especificaciones de las normas NTE, se cumplirán, entre otras, las siguientes condiciones de seguridad:

- Siempre que se vaya a intervenir en una instalación eléctrica, tanto en la ejecución de la misma como en su mantenimiento, los trabajos se realizarán sin tensión, asegurándonos la inexistencia de ésta mediante los correspondientes aparatos de medición y comprobación.
- En el lugar de trabajo se encontrará siempre un mínimo de dos operarios.
- Se utilizarán guantes y herramientas aislantes.
- Cuando se usen aparatos o herramientas eléctricos, además de conectarlos a tierra cuando así lo precisen, estarán dotados de un grado de aislamiento II, o estarán alimentados con una tensión inferior a 50 V mediante transformadores de seguridad.
- Serán bloqueados en posición de apertura, si es posible, cada uno de los aparatos de protección, seccionamiento y maniobra, colocando en su mando un letrero con la prohibición de maniobrarlo.
- No se restablecerá el servicio al finalizar los trabajos antes de haber comprobado que no exista peligro alguno.
- En general, mientras los operarios trabajen en circuitos o equipos a tensión o en su proximidad, usarán ropa sin accesorios metálicos y evitarán el uso innecesario de objetos de metal o artículos inflamables; llevarán las herramientas o equipos en bolsas y utilizarán calzado aislante, al menos, sin herrajes ni clavos en las suelas.
- Se cumplirán asimismo todas las disposiciones generales de seguridad de obligado cumplimiento relativas a seguridad, higiene y salud en el trabajo, y las ordenanzas municipales que sean de aplicación.

#### 4.15. Limpieza

Antes de la Recepción provisional, los cuadros se limpiarán de polvo, pintura, cascarillas y de cualquier material que pueda haberse acumulado durante el curso de la obra en su interior o al exterior.

## 4.16. Mantenimiento

Cuando sea necesario intervenir nuevamente en la instalación, bien sea por causa de averías o para efectuar modificaciones en la misma, deberán tenerse en cuenta todas las especificaciones reseñadas en los apartados de ejecución, control y seguridad, en la misma forma que si se tratara de una instalación nueva.

Se aprovechará la ocasión para comprobar el estado general de la instalación, sustituyendo o reparando aquellos elementos que lo precisen, utilizando materiales de características similares a los reemplazados.

## 4.17. Criterios de medición

Las unidades de obra serán medidas con arreglo a lo especificado en la normativa vigente, o bien, en el caso de que ésta no sea suficiente explícita, en la forma reseñada en el Pliego Particular de Condiciones que les sea de aplicación.

A las unidades medidas se les aplicarán los precios que figuren en el Presupuesto, en los cuales se consideran incluidos todos los gastos de transporte, indemnizaciones y el importe de los derechos fiscales con los que se hallen gravados por las distintas Administraciones, además de los gastos generales de la contrata. Si hubiera necesidad de realizar alguna unidad de obra no comprendida en el Proyecto, se formalizará el correspondiente precio contradictorio.

Los cables, bandejas y tubos se medirán por unidad de longitud (metro), según tipo y dimensiones.

En la medición se entenderán incluidos todos los accesorios necesarios para el montaje (grapaspas, terminales, bornes, prensaestopas, cajas de derivación, etc), así como la mano de obra para el transporte en el interior de la obra, montaje y pruebas de recepción.

Los cuadros y receptores eléctricos se medirán por unidades montadas y conexionadas.

## PLIEGO DE CONDICIONES: INSTALACIÓN ELÉCTRICA DE UN TALLER DE CARPINTERÍA METÁLICA

La conexión de los cables a los elementos receptores (cuadros, motores, resistencias, aparatos de control, etc) será efectuada por el suministrador del mismo elemento receptor.

El transporte de los materiales en el interior de la obra estará a cargo de la EIM.

## 5. Condiciones técnicas para la obra civil y montaje de centros de transformación de interior prefabricados

### 5.1. Obra civil

Corresponde al Contratista la responsabilidad en la ejecución de los trabajos que deberán realizarse conforme a las reglas del arte.

#### 5.1.1. Emplazamiento

El lugar elegido para la instalación del centro debe permitir la colocación y reposición de todos los elementos del mismo, concretamente los que son pesados y grandes, como transformadores. Los accesos al centro deben tener las dimensiones adecuadas para permitir el paso de dichos elementos.

El emplazamiento del centro debe ser tal que esté protegido de inundaciones y filtraciones.

En el caso de terrenos inundables el suelo del centro debe estar, como mínimo, 0,20 m por encima del máximo nivel de aguas conocido, o si no al centro debe proporcionársele una estanquidad perfecta hasta dicha cota.

El local que contiene el centro debe estar construido en su totalidad con materiales incombustibles.

#### 5.1.2. Excavación

Se efectuará la excavación con arreglo a las dimensiones y características del centro y hasta la cota necesaria indicada en el Proyecto.

La carga y transporte a vertedero de las tierras sobrantes será por cuenta del Contratista.

#### 5.1.3. Acondicionamiento

Como norma general, una vez realizada la excavación se extenderá una capa de arena de 10 cm de espesor aproximadamente, procediéndose a continuación a su nivelación y compactación.

En caso de ubicaciones especiales, y previo a la realización de la nivelación mediante el lecho de arena, habrá que tener presente las siguientes medidas:

- Terrenos no compactados. Será necesario realizar un asentamiento adecuado a las condiciones del terreno, pudiendo incluso ser necesaria la construcción de una bancada de hormigón de forma que distribuya las cargas en una superficie más amplia.
- Terrenos en ladera. Se realizará la excavación de forma que se alcance una plataforma de asiento en zona suficientemente compactada y de las dimensiones necesarias para que el asiento sea completamente horizontal. Puede ser necesaria la canalización de las aguas de lluvia de la parte alta, con objeto de que el agua no arrastre el asiento del CT.
- Terrenos con nivel freático alto. En estos casos, o bien se eleva la capa de asentamiento del CT por encima del nivel freático, o bien se protege al CT mediante un revestimiento impermeable que evite la penetración de agua en el hormigón.

#### 5.1.4. Edificio prefabricado de hormigón

Los distintos edificios prefabricados de hormigón se ajustarán íntegramente a las distintas Especificaciones de Materiales de la compañía suministradora, verificando su diseño los siguientes puntos:

- Los suelos estarán previstos para las cargas fijas y rodantes que implique el material.
- Se preverán, en lugares apropiados del edificio, orificios para el paso del interior al exterior de los cables destinados a la toma de tierra, y cables de B.T. y M.T. Los orificios estarán inclinados y desembocarán hacia el exterior a una profundidad de 0,40 m del suelo como mínimo.

- También se preverán los agujeros de empotramiento para herrajes del equipo eléctrico y el emplazamiento de los carriles de rodamiento de los transformadores. Asimismo, se tendrán en cuenta, las tuberías para conductores de tierra, registros para las tomas de tierra y canales para los cables A.T. y B.T. En los lugares de paso, estos canales estarán cubiertos por losas amovibles.
- Los muros prefabricados de hormigón podrán estar constituidos por paneles convenientemente ensamblados, o bien formando un conjunto con la cubierta y la solera, de forma que se impida totalmente el riesgo de filtraciones.
- La cubierta estará debidamente impermeabilizada de forma que no quede comprometida su estanquidad, ni haya riesgo de filtraciones. Su cara interior podrá quedar como resulte después del desencofrado. No se efectuará en ella ningún empotramiento que comprometa su estanquidad.
- El acabado exterior del centro será normalmente liso y preparado para ser recubierto por pinturas de la debida calidad y del color que mejor se adapte al medio ambiente. Cualquier otra terminación: canto rodado, recubrimientos especiales, etc., podrá ser aceptada. Las puertas y recuadros metálicos estarán protegidos contra la oxidación.
- La cubierta estará calculada para soportar la sobrecarga que corresponda a su destino, para lo cual se tendrá en cuenta lo que al respecto fija la Norma UNE-EN 61330.
- Las puertas de acceso al centro de transformación desde el exterior cumplirán íntegramente lo que al respecto fija la Norma UNE-EN 61330. En cualquier caso, serán incombustibles, suficientemente rígidas y abrirán hacia afuera de forma que puedan abatirse sobre el muro de fachada.

Se realizará el transporte, la carga y descarga de los elementos constitutivos del edificio prefabricado, sin que éstos sufran ningún daño en su estructura. Para ello deberán usarse los medios de fijación previstos por el fabricante para su traslado y ubicación, así como las recomendaciones para su montaje.

De acuerdo con la Recomendación UNESA 1303-A, el edificio prefabricado estará construido de tal manera que, una vez instalado, su interior sea una superficie equipotencial. Todas las varillas metálicas embebidas en el hormigón que constituyan la armadura del sistema equipotencial, estarán unidas entre sí mediante soldaduras eléctricas. Las conexiones entre varillas metálicas pertenecientes a diferentes elementos, se efectuarán de forma que se consiga la equipotencialidad entre estos.

Ningún elemento metálico unido al sistema equipotencial podrá ser accesible desde el exterior del edificio, excepto las piezas que, insertadas en el hormigón, estén destinadas a la manipulación de las paredes y de la cubierta, siempre que estén situadas en las partes superiores de estas.

Cada pieza de las que constituyen el edificio deberá disponer de dos puntos metálicos, lo más separados entre sí, y fácilmente accesibles, para poder comprobar la continuidad eléctrica de la armadura. La continuidad eléctrica podrá conseguirse mediante los elementos mecánicos del ensamblaje.

### 5.1.5. Ventilación

Los locales estarán provistos de ventilación para evitar la condensación y, cuando proceda, refrigerar los transformadores.

Normalmente se recurrirá a la ventilación natural, aunque en casos excepcionales podrá utilizarse también la ventilación forzada.

Cuando se trate de ubicaciones de superficie, se empleará una o varias tomas de aire del exterior, situadas a 0,20 m. del suelo como mínimo, y en la parte opuesta una o varias salidas, situadas lo más altas posible.

En ningún caso las aberturas darán sobre locales a temperatura elevada o que contengan polvo perjudicial, vapores corrosivos, líquidos, gases, vapores o polvos inflamables.

Todas las aberturas de ventilación estarán dispuestas y protegidas de tal forma que se garantice un grado de protección mínimo de personas contra el acceso a zonas peligrosas, contra la entrada de objetos sólidos extraños y contra la entrada del agua IP23D, según Norma UNE-EN 61330.

## 5.2. Instalación eléctrica

### 5.2.1. Apareamiento AT

Las celdas empleadas serán prefabricadas, con envolvente metálica y tipo "modular". De esta forma, en caso de avería, será posible retirar únicamente la celda dañada, sin necesidad de desaprovechar el resto de las funciones.

Utilizarán el hexafluoruro de azufre (SF<sub>6</sub>) como elemento de corte y extinción. El aislamiento integral en SF<sub>6</sub> confiere a la apareamiento sus características de resistencia al medio ambiente, bien sea a la polución del aire, a la humedad, o incluso a la eventual sumersión del centro de transformación por efecto de riadas.

Por ello, esta característica es esencial especialmente en las zonas con alta polución, en las zonas con clima agresivo (costas marítimas y zonas húmedas) y en las zonas más expuestas a riadas o entrada de agua en el centro. El corte en SF<sub>6</sub> resulta también más seguro que el aire, debido a lo expuesto anteriormente.

Las celdas empleadas deberán permitir la extensibilidad in situ del centro de transformación, de forma que sea posible añadir más líneas o cualquier otro tipo de función, sin necesidad de cambiar la apareamiento previamente existente en el centro.

Las celdas podrán incorporar protecciones del tipo autoalimentado, es decir, que no necesitan imperativamente alimentación. Igualmente, estas protecciones serán electrónicas, dotadas de curvas CEI normalizadas (bien sean normalmente inversas, muy inversas o extremadamente inversas), y entrada para disparo por termostato sin necesidad de alimentación auxiliar.

Los cables se conectarán desde la parte frontal de las cabinas. Los accionamientos manuales irán reagrupados en el frontal de la celda a una altura ergonómica a fin de facilitar la explotación.

El interruptor y el seccionador de puesta a tierra será un único aparato, de tres posiciones (cerrado, abierto y puesto a tierra), asegurando así la imposibilidad de cierre simultáneo del interruptor y seccionador de puesta a tierra. La posición de seccionador abierto y seccionador de puesta a tierra cerrado serán visibles directamente a través de

mirillas, a fin de conseguir una máxima seguridad de explotación en cuanto a la protección de personas se refiere.

Las celdas responderán en su concepción y fabricación a la definición de aparataje bajo envolvente metálica compartimentada de acuerdo con la norma UNE 20099. Se deberán distinguir al menos los siguientes compartimentos:

- Compartimento de aparellaje. Estará relleno de SF6 y sellado de por vida. El sistema de sellado será comprobado individualmente en fabricación y no se requerirá ninguna manipulación del gas durante toda la vida útil de la instalación (hasta 30 años). Las maniobras de cierre y apertura de los interruptores y cierre de los seccionadores de puesta a tierra se efectuarán con la ayuda de un mecanismo de acción brusca independiente del operador.
- Compartimento del juego de barras. Se compondrá de tres barras aisladas conexionadas mediante tornillos.
- Compartimento de conexión de cables. Se podrán conectar cables secos y cables con aislamiento de papel impregnado. Las extremidades de los cables serán simplificadas para cables secos y termorretráctiles para cables de papel impregnado.
- Compartimento de mando. Contiene los mandos del interruptor y del seccionador de puesta a tierra, así como la señalización de presencia de tensión. Se podrán montar en obra motorizaciones, bobinas de cierre y/o apertura y contactos auxiliares si se requieren posteriormente.
- Compartimento de control. En el caso de mandos motorizados, este compartimento estará equipado de bornas de conexión y fusibles de baja tensión. En cualquier caso, este compartimento será accesible con tensión, tanto en barras como en los cables.

### 5.2.2. Transformador

El transformador será trifásico, con neutro accesible en el secundario, refrigeración natural seco.

Los transformadores, para mejor ventilación, estarán situados en la zona de flujo natural de aire, de forma que la entrada de aire esté situada en la parte inferior de las paredes adyacentes al mismo, y las salidas de aire en la zona superior de esas paredes.

### 5.2.3. Equipos de medida

Ya que el centro de transformación es tipo "abonado", se instalará un equipo de medida compuesto por transformadores de medida, ubicados en una celda de medida de A.T., y un equipo de contadores de energía activa y reactiva, ubicado en el armario de contadores, así como de sus correspondientes elementos de conexión, instalación y precintado.

Los transformadores de medida deberán tener las dimensiones adecuadas de forma que se puedan instalar en la celda de A.T. guardando las distancias correspondientes a su aislamiento. Por ello será preferible que sean suministrados por el propio fabricante de las celdas, ya instalados en ellas. En el caso de que los transformadores no sean suministrados por el fabricante de las celdas se le deberá hacer la consulta sobre el modelo exacto de transformadores que se van a instalar, a fin de tener la garantía de que las distancias de aislamiento, pletinas de interconexión, etc. serán las correctas.

Los contadores de energía activa y reactiva estarán homologados por el organismo competente.

La tierra de los secundarios de los transformadores de tensión y de intensidad se llevará directamente de cada transformador al punto de unión con la tierra para medida y de aquí se llevará, en un solo hilo, a la regleta de verificación.

La tierra de medida estará unida a la tierra del neutro de Baja Tensión constituyendo la tierra de servicio, que será independiente de la tierra de protección.

En general, para todo lo referente al montaje del equipo de medida, precintabilidad, grado de protección, etc. se tendrán en cuenta lo indicado a tal efecto en la normativa de la compañía suministradora.

### 5.2.4. Acometidas subterráneas

Los cables de alimentación subterránea entrarán en el centro, alcanzando la celda que corresponda, por un canal o tubo. Las secciones de estos canales y tubos permitirán la colocación de los cables con la mayor facilidad posible.

Los tubos serán de superficie interna lisa, siendo su diámetro 1,6 veces el diámetro del cable como mínimo, y preferentemente de 15 cm. La disposición de los canales y tubos será tal que los radios de curvatura a que deban someterse los cables serán como mínimo igual a 10 veces su diámetro, con un mínimo de 0,60 m.

Después de colocados los cables se obstruirá el orificio de paso por un tapón al que, para evitar la entrada de roedores, se incorporarán materiales duros que no dañen el cable.

En el exterior del centro los cables estarán directamente enterrados, excepto si atraviesan otros locales, en cuyo caso se colocarán en tubos o canales. Se tomarán las medidas necesarias para asegurar en todo momento la protección mecánica de los cables, y su fácil identificación.

#### 5.2.5. Puesta a tierra

Las puestas a tierra se realizarán en la forma indicada en el Proyecto, debiendo cumplirse estrictamente lo referente a separación de circuitos, forma de constitución y valores deseados para las puestas a tierra.

##### **Condiciones de los circuitos de puesta a tierra**

- No se unirán al circuito de puesta a tierra las puertas de acceso y ventanas metálicas de ventilación del CT.
- La conexión del neutro a su toma se efectuará, siempre que sea posible, antes del dispositivo de seccionamiento B.T.
- En ninguno de los circuitos de puesta a tierra se colocarán elementos de seccionamiento.
- Cada circuito de puesta a tierra llevará un borne para la medida de la resistencia de tierra, situado en un punto fácilmente accesible.
- Los circuitos de tierra se establecerán de manera que se eviten los deterioros debidos a acciones mecánicas, químicas o de otra índole.

- La conexión del conductor de tierra con la toma de tierra se efectuará de manera que no haya peligro de aflojarse o soltarse.
- Los circuitos de puesta a tierra formarán una línea continua, en la que no podrán incluirse en serie las masas del centro. Siempre la conexión de las masas se efectuará por derivación.
- Los conductores de tierra enterrados serán de cobre, y su sección nunca será inferior a 50 mm<sup>2</sup>.
- Cuando la alimentación a un centro se efectúe por medio de cables subterráneos provistos de cubiertas metálicas, se asegurará la continuidad de éstas por medio de un conductor de cobre lo más corto posible, de sección no inferior a 50 mm<sup>2</sup>. La cubierta metálica se unirá al circuito de puesta a tierra de las masas.
- La continuidad eléctrica entre un punto cualquiera de la masa y el conductor de puesta a tierra, en el punto de penetración en el suelo, satisfará la condición de que la resistencia eléctrica correspondiente sea inferior a 0,4  $\Omega$ .

### 5.3. Normas de ejecución las instalaciones

Todas las normas de construcción e instalación del centro se ajustarán, en todo caso, a los planos, mediciones y calidades que se expresan, así como a las directrices que la Dirección Facultativa estime oportunas.

Además del cumplimiento de lo expuesto, las instalaciones se ajustarán a las normativas que le pudieran afectar, emanadas por organismos oficiales y en particular las de la compañía suministradora de la electricidad.

El acopio de materiales se hará de forma que estos no sufran alteraciones durante su depósito en la obra, debiendo retirar y reemplazar todos los que hubieran sufrido alguna descomposición o defecto durante su estancia, manipulación o colocación en la obra.

La admisión de materiales no se permitirá sin la previa aceptación por parte del Director de Obra. En este sentido, se realizarán cuantos ensayos y análisis indique el D.O., aunque no estén indicados en este Pliego de Condiciones. Para ello se tomarán como referencia las distintas Recomendaciones UNESA, Normas UNE, etc. que les sean de aplicación.

## 5.4. Pruebas reglamentarias

La aparamenta eléctrica que compone la instalación deberá ser sometida a los diferentes ensayos de tipo y de serie que contemplen las normas UNE o recomendaciones UNESA conforme a las cuales esté fabricada.

Una vez ejecutada la instalación se procederá, por parte de entidad acreditada por los organismos públicos competentes al efecto, a la medición reglamentaria de los siguientes valores:

- Resistencia de aislamiento de la instalación.
- Resistencia del sistema de puesta a tierra.
- Tensiones de paso y de contacto.

Las pruebas y ensayos a que serán sometidas las celdas una vez terminada su fabricación serán las siguientes:

- Prueba de operación mecánica.
- Prueba de dispositivos auxiliares, hidráulicos, neumáticos y eléctricos.
- Verificación de cableado.
- Ensayo de frecuencia industrial.
- Ensayo dieléctrico de circuitos auxiliares y de control.
- Ensayo de onda de choque 1,2/50 ms.
- Verificación del grado de protección.

## 5.5. Condiciones de uso, mantenimiento y seguridad

### 5.5.1. Prevenciones generales

Queda terminantemente prohibida la entrada en el local a toda persona ajena al servicio y siempre que el encargado del mismo se ausente, deberá dejarlo cerrado con llave.

## PLIEGO DE CONDICIONES: INSTALACIÓN ELÉCTRICA DE UN TALLER DE CARPINTERÍA METÁLICA

Se pondrán en sitio visible del local, y a su entrada, placas de aviso de "Peligro de muerte".

En el interior del local no habrá más objetos que los destinados al servicio al centro de transformación, como banqueta, guantes, etc.

No está permitido fumar ni encender cerillas ni cualquier otra clase de combustible en el interior del local del centro de transformación y en caso de incendio no se empleará nunca agua.

No se tocará ninguna parte de la instalación en tensión, aunque se esté aislado.

Todas las maniobras se efectuarán colocándose convenientemente sobre la banqueta.

Cada grupo de celdas llevará una placa de características con los siguientes datos:

- Nombre del fabricante.
- Tipo de aparamenta y número de fabricación.
- Año de fabricación.
- Tensión nominal.
- Intensidad nominal.
- Intensidad nominal de corta duración.
- Frecuencia industrial.

Junto al accionamiento de la aparamenta de las celdas se incorporarán, de forma gráfica y clara, las marcas e indicaciones necesarias para la correcta manipulación de dicha aparamenta.

En sitio bien visible estarán colocadas las instrucciones relativas a los socorros que deben prestarse en los accidentes causados por electricidad, debiendo estar el personal instruido prácticamente a este respecto, para aplicarlas en caso necesario. También, y en sitio visible, debe figurar el presente Reglamento y esquema de todas las conexiones de la instalación, aprobado por la Consejería de Industria, a la que se Instalación Eléctrica de Baja Tensión de un Taller de Calderería y Mecanizado PLIEGO

DE CONDICIONES 49 pasará aviso en el caso de introducir alguna modificación en este centro de transformación, para su inspección y aprobación, en su caso.

### 5.5.2. Puesta en servicio

Se conectarán primero los seccionadores de alta y a continuación el interruptor de alta, dejando en vacío el transformador. Posteriormente, se conectará el interruptor general de baja, procediendo en último término a la maniobra de la red de baja tensión.

Si al poner en servicio una línea se disparase el interruptor automático o hubiera fusión de cartuchos fusibles, antes de volver a conectar se reconocerá detenidamente la línea e instalaciones y, si se observase alguna irregularidad, se dará cuenta de modo inmediato a la empresa suministradora de energía.

### 5.5.3. Separación de servicio

Se procederá en orden inverso al determinado en el apartado anterior, o sea, desconectando la red de baja tensión y separando después el interruptor de alta y seccionadores.

### 5.5.4. Mantenimiento

El mantenimiento consistirá en la limpieza, engrasado y verificado de los componentes fijos y móviles de todos aquellos elementos que fuese necesario.

A fin de asegurar un buen contacto en las mordazas de los fusibles y cuchillas de los interruptores, así como en las bornas de fijación de las líneas de alta y de baja tensión, la limpieza se efectuará con la debida frecuencia. Esta se hará sobre banqueta, con trapos perfectamente secos, y teniendo muy presente que el aislamiento que es necesario para garantizar la seguridad personal, sólo se consigue teniendo en perfectas condiciones y sin apoyar en metales u otros materiales derivados a tierra.

Si es necesario cambiar los fusibles, se emplearán de las mismas características de resistencia y curva de fusión.

La temperatura del líquido refrigerante no debe sobrepasar los 60°C.

Deben humedecerse con frecuencia las tomas de tierra. Se vigilará el buen estado de los aparatos, y cuando se observase alguna anomalía en el funcionamiento del centro de

transformación, se pondrá en conocimiento de la compañía suministradora, para corregirla de acuerdo con ella.

## 5.6. Certificados y documentación

Se aportará, para la tramitación de este proyecto ante los organismos públicos, la documentación siguiente:

- Autorización administrativa.
- Proyecto, suscrito por técnico competente.
- Certificado de tensiones de paso y contacto, por parte de empresa homologada.
- Certificado de Dirección de obra.
- Contrato de mantenimiento.
- Escrito de conformidad por parte de la compañía suministradora.

## 5.7. Libro de órdenes

Se dispondrá en el centro de transformación de un libro de órdenes, en el que se harán constar las incidencias surgidas en el transcurso de su ejecución y explotación, incluyendo cada visita, revisión, etc.

### 5.7.1. Recepción de la obra

Durante la obra o una vez finalizada la misma, el Director de Obra podrá verificar que los trabajos realizados están de acuerdo con las especificaciones de este Pliego de Condiciones. Esta verificación se realizará por cuenta del Contratista.

Una vez finalizadas las instalaciones el Contratista deberá solicitar la oportuna recepción global de la Obra. En la recepción de la instalación se incluirán los siguientes conceptos:

- Aislamiento. Consistirá en la medición de la resistencia de aislamiento del conjunto de la instalación y de los aparatos más importantes.

## PLIEGO DE CONDICIONES: INSTALACIÓN ELÉCTRICA DE UN TALLER DE CARPINTERÍA METÁLICA

- Ensayo dieléctrico. Todo el material que forma parte del equipo eléctrico del centro deberá haber soportado por separado las tensiones de prueba a frecuencia industrial y a impulso tipo rayo.
- Instalación de puesta a tierra. Se comprobará la medida de las resistencias de tierra, las tensiones de contacto y de paso, la separación de los circuitos de tierra y el estado y resistencia de los circuitos de tierra.
- Regulación y protecciones. Se comprobará el buen estado de funcionamiento de los elementos de protección y su correcta regulación, así como los calibres de los fusibles.

## 6. Normativa

Para la redacción del presente proyecto eléctrico se han tenido en cuenta las siguientes disposiciones legales:

- Reglamento Electrotécnico para Baja Tensión, que fue aprobado por el Consejo de Ministros, reflejado en el Real Decreto 842 / 2002 de 2 de agosto de 2002 y publicado en el BOE nº. 224 de fecha 18 de septiembre de 2002.
- Instrucciones Técnicas Complementarias del Reglamento Electrotécnico para Baja Tensión. (Instrucciones ITC BT). Orden del 2 de Agosto de 2002 del Ministerio de Ciencia y Tecnología.
- Real Decreto 1955/2000 de 1 de Diciembre, por el que se regulan las Actividades de Transporte, Distribución, Comercialización, Suministro y Procedimientos de Autorización de Instalaciones de Energía Eléctrica.
- Real Decreto 3275/1982 de 12 de noviembre, sobre las Condiciones Técnicas y Garantías de Seguridad en Centrales Eléctricas, Subestaciones y Centros de Transformación, así como las Órdenes de 6 de julio de 1984, de 18 octubre de 1984 y de 27 de noviembre de 1987, por las que se aprueban y actualizan las Instrucciones Técnicas Complementarias sobre dicho reglamento.
- Real Decreto 363/2004, de 24 de Agosto por el cual se regula el procedimiento administrativo para la aplicación del Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión.
- Real Decreto 486/1997, de 14 de abril. Anexo IV: Reglamento de iluminación en los lugares de trabajo. - Real Decreto 1627/1997, de 24 de octubre, por el que se establecen disposiciones mínimas de seguridad y salud en las obras de construcción.
- Real Decreto 614/2001 de 8 de junio, disposiciones mínimas para la protección de la salud y seguridad de los trabajadores frente al riesgo eléctrico.
- Ley 31/1995 de 8 de noviembre sobre prevención de Riesgos Laborales.

## PLIEGO DE CONDICIONES: INSTALACIÓN ELÉCTRICA DE UN TALLER DE CARPINTERÍA METÁLICA

- Real Decreto 486/1997, de 14 de abril por el que se establecen las disposiciones mínimas de seguridad y salud en los lugares de trabajo.
- Normativa particular de la compañía suministradora (iDE), sobre la construcción, montaje y características de materiales de líneas subterráneas de Media Tensión, Centros de Transformación y redes subterráneas de distribución en Baja Tensión.
- Normas UNE, CENELEC (Comisión Europea de Normalización), CEI (Comité Electrotécnico Internacional) y Recomendaciones UNESA, que sean aplicables.

## MÁSTER UNIVERSITARIO EN INGNIERÍA INDUSTRIAL

# DOCUMENTO 6: ESTUDIO DE SALUD Y SEGURIDAD

## *INSTALACIÓN ELÉCTRICA DE UN TALLER DE CARPINTERÍA METÁLICA*

<b>Estudiante</b>	<i>Díaz, Helguera, Xabier</i>
<b>Director/Directora</b>	<i>Buigues, Beraza, Garikoitz</i>
<b>Departamento</b>	<b>Ingeniería eléctrica</b>
<b>Curso académico</b>	<i>2021/2022</i>

*Bilbao, septiembre 2022*

# Índice

Índice.....	i
1. Objeto del estudio de seguridad y salud.....	1
2. Normativa de seguridad y salud en las obras .....	2
3. Principios generales aplicables durante la ejecución de la obra.....	3
4. Identificación y evaluación de riesgos eléctricos .....	5
4.1. Colocación de soportes y embarrados.....	5
4.2. Montaje de celdas prefabricadas, transformadores de potencia y cuadros de BT .....	6
4.3. Operaciones de puesta en tensión.....	7
5. Disposiciones mínimas de seguridad y salud .....	8
5.1. Aplicables a la señalización en el trabajo .....	8
5.2. Aplicables a los equipos de trabajo.....	9
5.3. Aplicables a los equipos de trabajo móviles .....	10
6. Equipos de protección individual.....	11
6.1. Protección auditiva.....	11
6.2. Protección de la cabeza.....	11
6.3. Protección contra caídas .....	12
6.3.1. Arnéses anticaídas.....	12
6.3.2. Dispositivos de anclaje .....	12
6.4. Protección de cara y ojos .....	13
6.5. Protección de manos y brazos .....	13
6.6. Protección de pies y piernas .....	14
6.7. Protección respiratoria.....	14
7. Protecciones colectivas .....	16
7.1. Vallado de la obra.....	16
7.2. Barandilla de seguridad.....	16
7.3. Señalización.....	17
7.4. Instalación eléctrica provisional.....	18
7.4.1. Especificaciones generales.....	18
7.4.2. Cuadros eléctricos .....	19
7.4.3. Puesta a tierra .....	21
7.4.4. Conductores eléctricos.....	21
7.4.5. Lámparas eléctricas portátiles .....	22
7.5. Contra incendios .....	23

ESTUDIO DE SEGURIDAD Y SALUD: INSTALACIÓN ELÉCTRICA DE UN TALLER DE CARPINTERÍA METÁLICA

8. Primeros auxilios ..... 25

# 1. Objeto del estudio de seguridad y salud

El objeto del presente documento es dar cumplimiento a los requisitos mínimos de seguridad y salud en las obras, identificando, analizando y estudiando los posibles riesgos laborales.

Del mismo modo, es objeto de este estudio de seguridad dar cumplimiento a la Ley de Prevención de Riesgos Laborales en lo referente a la obligación del empresario titular de un centro de trabajo, de informar y dar instrucciones en relación a los riesgos existentes y con las medidas de protección y prevención correspondientes.

Se detallarán las siguientes características en el estudio:

- Las normas de seguridad y salud aplicables en la obra.
- La identificación de los riesgos laborales que puedan ser evitados, indicando las medidas técnicas necesarias.
- Relación de los riesgos laborales que no pueden eliminarse, especificando las medidas preventivas y protecciones técnicas necesarias para controlar y reducir riesgos valorando su eficacia.
- Previsiones e informaciones útiles para efectuar en su día, en las debidas condiciones de seguridad y salud, los previsibles trabajos posteriores.

## 2. Normativa de seguridad y salud en las obras

Disposiciones mínimas de Seguridad y Salud que deberán aplicarse:

- Ley 31/1995, de 8 de noviembre, de Prevención de Riesgos Laborales.
- Ley 54/2003, de 13 de diciembre, reforma de Ley de Prevención de Riesgos Laborales.
- Real Decreto 171/2004, de 30 de enero, por el que se desarrolla el artículo 24 de la Ley 31/1995 en materia de coordinación de actividades empresariales.
- R. D. 614/2001, de 8 de junio, sobre disposiciones mínimas para la protección de la salud y seguridad de los trabajadores frente al riesgo eléctrico.
- R. D. 842/2002. Nuevo Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión e Instrucciones Técnicas Complementarias.
- R. D. 3572/1982. Reglamento sobre Condiciones Técnicas y Garantías de Seguridad en Centrales Eléctricas, Subestaciones y Centros de Transformación. Instrucciones Técnicas Complementarias.
- R. D. 39/1997, de 17 de enero. Reglamento de Servicios de Prevención.
- R. D. 485/1997 en materia de Señalización de seguridad y salud en el trabajo.
- R. D. 486/1997, de 14 de abril. Disposiciones mínimas de seguridad y salud en los lugares de trabajo.
- R. D. 487/1997 relativo a la Manipulación manual de cargas que entrañe riesgos.
- R. D. 773/1997 relativo a la Utilización por los trabajadores de los equipos de protección personal individual.
- Real Decreto 604/2006, de 19 de mayo, por el que se modifica el R.D 39/1997.

### 3. Principios generales aplicables durante la ejecución de la obra

El artículo 10 del R.D.1627/1997 establece que se aplicarán los principios de acción preventiva recogidos en el artículo 15 de la "Ley de Prevención de Riesgos Laborales (Ley 31/1995, de 8 de noviembre)" durante la ejecución de la obra y en particular en las siguientes actividades:

- El mantenimiento de la obra en buen estado de orden y limpia.
- La elección del emplazamiento de los lugares y áreas de trabajo, teniendo en cuenta sus condiciones de acceso y la determinación de las vías o zonas de desplazamiento o circulación.
- La manipulación de los diferentes materiales y la utilización de los medios auxiliares.
- El mantenimiento, el control previo a la puesta en servicio y el control de las instalaciones y dispositivos necesarios para la ejecución de la obra, con objeto de corregir los defectos que pudieran afectar a la seguridad y salud de los trabajadores.
- La delimitación y condicionamiento de las zonas de almacenamiento y depósito de los diferentes materiales, en particular si se trata de materias y sustancias peligrosas.
- La recogida de los materiales peligrosos utilizados.
- El almacenamiento y la eliminación o evacuación de residuos. La adaptación en función de la evolución de la obra del periodo de tiempo efectivo que se deberá dedicar a los diferentes trabajos o fases del trabajo.
- La cooperación entre los contratistas, subcontratistas y trabajadores autónomos.

## ESTUDIO DE SEGURIDAD Y SALUD: INSTALACIÓN ELÉCTRICA DE UN TALLER DE CARPINTERÍA METÁLICA

- Las interacciones e incompatibilidades con cualquier otro tipo de trabajo o actividad que se realice a la obra o cerca de la obra. Se aplicarán las medidas generales de prevención, de acuerdo con los siguientes principios: ☐ Evitar riesgos.
- Evaluar los riesgos que no se puedan evitar.
- Combatir los riesgos en su origen.
- Adaptar el trabajo a la persona, en particular en lo que respecta a los puestos de trabajo, la elección de los equipos y los métodos de trabajo y de producción, con el objeto de reducir el trabajo monótono y repetitivo y reducir los efectos del mismo a la salud.
- Tener en cuenta la evolución de la técnica.
- Sustituir aquello que es peligroso por aquello que tenga poco o ningún peligro.
- Planificar la prevención, buscando un conjunto coherente que integre la técnica, la organización del trabajo, las condiciones de trabajo, las relaciones sociales y la influencia de los factores ambientales en el trabajo.
- Adoptar medidas que antepongan la protección colectiva a la individual.
- Dar las debidas instrucciones a los trabajadores.

Además, se tendrán en cuenta:

- Las capacidades profesionales de los trabajadores en materia de seguridad y salud en el momento de encomendar los trabajos.
- La garantía de que sólo los trabajadores que hayan recibido información suficiente y adecuada puedan acceder a las zonas de riesgo grave y específico.
- La efectividad de las medidas preventivas deberá prever las distracciones e imprudencias no temerarias que pudiera cometer el trabajador.

## 4. Identificación y evaluación de riesgos eléctricos

Para el análisis de riesgos y medidas de prevención, se dividen los trabajos por unidades constructivas detallando en cada caso los riesgos particulares más habituales.

De este modo, la identificación de riesgos permitirá adoptar en cada momento la postura más adecuada, así como minimizar los posibles daños.

### 4.1. Colocación de soportes y embarrados

#### - Riesgos más frecuentes

Caídas a distinto nivel.

Choques o golpes.

Proyección de partículas.

Contacto eléctrico indirecto.

#### - Medidas de prevención

Verificar que las plataformas de trabajo son las adecuadas y que dispongan de superficies de apoyo en condiciones.

Verificar que las escaleras portátiles disponen de los elementos antideslizantes.

Disponer de iluminación suficiente.

Dotar de las herramientas y útiles adecuados.

Dotar de la adecuada protección personal para trabajos mecánicos y velar por su utilización.

Las herramientas eléctricas portátiles serán de doble aislamiento y su conexión se efectuará a un cuadro eléctrico dotado con interruptor diferencial de alta sensibilidad.

## 4.2. Montaje de celdas prefabricadas, transformadores de potencia y cuadros de BT

### - Riesgos más frecuentes

Atrapamientos contra objetos.

Caídas de objetos pesados.

Esfuerzos excesivos.

Choques o golpes.

### - Medidas de prevención

Verificar que nadie se sitúe en la trayectoria de la carga.

Revisar los ganchos, grilletes, etc., comprobando si son los idóneos para la carga a elevar.

Comprobar el reparto correcto de las cargas en los distintos ramales del cable.

Dirigir las operaciones por el jefe del equipo, dando claramente las instrucciones que serán acordes con el R. D. 485/1997 de señalización.

Dar órdenes de no circular ni permanecer debajo de las cargas suspendidas.

Señalizar la zona en la que se manipulen las cargas. ☑ Verificar el buen estado de los elementos siguientes:

- Cables, poleas y tambores.
- Mandos y sistemas de parada.
- Limitadores de cargas y finales de carrera.
- Frenos.

Dotar de la adecuada protección personal para manejo de cargas y velar por su utilización.

Ajustar los trabajos estrictamente a las características de la grúa. Deberá existir un cartel suficientemente visible con las cargas máximas permitidas.

La carga será observada en todo momento durante su puesta en obra.

### 4.3. Operaciones de puesta en tensión

#### - **Riesgos más frecuentes**

Contacto eléctrico en AT y BT.

Arco eléctrico en AT y BT.

Elementos candentes.

#### - **Medidas de prevención**

Coordinar con la Empresa Suministradora definiendo las maniobras eléctricas necesarias.

Abrir con corte visible o efectivo las posibles fuentes de tensión.

Comprobar en el punto de trabajo la ausencia de tensión. ☒ Enclavar los aparatos de maniobra.

Señalizar la zona de trabajo a todos los componentes de grupo de la situación en la que se encuentran los puntos en tensión más cercanos.

Dotar de la adecuada protección personal y velar por su utilización.

## 5. Disposiciones mínimas de seguridad y salud

### 5.1. Aplicables a la señalización en el trabajo

La elección del tipo de señal y del número y emplazamiento de las señales o dispositivos de señalización a utilizar en cada caso se realizará de forma que la señalización resulte lo más eficaz posible, teniendo en cuenta:

- Las características de la señal.
- Los riesgos, elementos o circunstancias que hayan de señalizarse.
- La extensión de la zona a cubrir.
- El número de trabajadores afectados.

Para la señalización de desniveles, obstáculos u otros elementos que originen riesgo de caída de personas, choques o golpes, así como para la señalización de riesgos eléctricos, presencia de materias inflamables, tóxica, corrosiva o riesgo biológico, podrá optarse por una señal de advertencia de forma triangular, con un pictograma característico de color negro sobre fondo amarillo y bordes negros.

Las vías de circulación de vehículos deberán estar delimitadas con claridad mediante franjas continuas de color blanco o amarillo.

Los equipos de protección contra incendios deberán ser de color rojo.

La señalización para la localización e identificación de las vías de evacuación y de los equipos de salvamento o socorro (botiquín portátil) se realizará mediante una señal de forma cuadrada o rectangular, con un pictograma característico de color blanco sobre fondo verde.

La señalización dirigida a alertar a los trabajadores o a terceros de la aparición de una situación de peligro y de la consiguiente y urgente necesidad de actuar de una forma determinada o de evacuar la zona de peligro, se realizará mediante una señal luminosa, una señal acústica o una comunicación verbal.

## 5.2. Aplicables a los equipos de trabajo

Se deberán tener en cuenta las siguientes consideraciones mínimas en relación a los equipos de trabajo:

1. Cada equipo de trabajo deberá estar provisto de un mando de accionamiento que permita su parada total en condiciones de seguridad.
2. Cualquier equipo de trabajo que entrañe riesgo de caída de objetos o de proyecciones deberá estar provisto de dispositivos de protección adecuados.
3. Cualquier equipo de trabajo que entrañe riesgo por emanación de gases, vapores o líquidos o por emisión de polvo deberá estar provisto de dispositivos adecuados de captación o extracción cerca de la fuente emisora correspondiente.
4. Si fuera necesario para la seguridad o la salud de los trabajadores, los equipos de trabajo y sus elementos deberán estabilizarse por fijación o por otros medios.
5. Las zonas y puntos de trabajo o mantenimiento de un equipo de trabajo deberán estar adecuadamente iluminadas en función de las tareas que deben realizarse.
6. Las partes de un equipo de trabajo que alcancen temperaturas elevadas o muy bajas deberán estar protegidas cuando corresponda contra los riesgos de contacto o la proximidad de los trabajadores.
7. Todo equipo de trabajo deberá ser adecuado para proteger a los trabajadores expuestos contra el riesgo de contacto directo o indirecto de la electricidad y los que entrañen riesgo por ruido, vibraciones o radiaciones deberá disponer de las protecciones o dispositivos adecuados para limitar, en la medida de lo posible, la generación y propagación de estos agentes físicos.
8. Las herramientas manuales deberán estar construidas con materiales resistentes y la unión entre sus elementos deberá ser firme, de manera que se eviten las roturas o proyecciones de los mismos.

La utilización de todos estos equipos no podrá realizarse en contradicción con las instrucciones facilitadas por el fabricante, comprobándose antes del iniciar la tarea que todas sus protecciones y condiciones de uso son las adecuadas.

Deberán tomarse las medidas necesarias para evitar el atrapamiento del cabello, ropas de trabajo u otros objetos del trabajador, evitando, en cualquier caso, someter a los equipos a sobrecargas, sobre presiones, velocidades o tensiones excesivas.

### **5.3. Aplicables a los equipos de trabajo móviles**

Las carretillas elevadoras deberán estar acondicionadas mediante la instalación de una cabina para el conductor, una estructura que impida que la carretilla vuelque, quede espacio suficiente para el trabajador entre el suelo y determinadas partes de dicha carretilla y una estructura que mantenga al trabajador sobre el asiento de conducción en buenas condiciones.

Los equipos de trabajo automotores deberán contar con dispositivos de frenado y parada, con dispositivos para garantizar una visibilidad adecuada y con una señalización acústica de advertencia. En cualquier caso, su conducción estará reservada a los trabajadores que hayan recibido una información específica.

## 6. Equipos de protección individual

Del análisis, identificación y evaluación de los riesgos laborales, existen una serie de riesgos que se deben resolver con el empleo de equipos de protección individual (EPIs), cuyas especificaciones técnicas y requisitos establecidos para los mismos por la normativa vigente, se detallan a continuación.

### 6.1. Protección auditiva

Protector contra el ruido que se coloca en el interior del conducto auditivo externo o en la concha a la entrada del conducto auditivo externo.

#### - Tipos

Tapón auditivo desechable: previsto para ser usado una sola vez.

Tapón auditivo reutilizable: previsto para ser usado más de una vez.

Tapón auditivo moldeado personalizado: confeccionado a partir de un molde de concha y conducto auditivo del usuario.

Tapón auditivo unido por un arnés: tapones unidos por un elemento de conexión semirrígido.

#### - Normas EN aplicables

UNE-EN 352-2: Protectores auditivos. Requisitos de seguridad y ensayos. Parte 2: tapones.

UNE- EN 458: Protectores auditivos. Recomendaciones relativas a la selección, uso, precauciones de empleo y mantenimiento

### 6.2. Protección de la cabeza

Elemento que se coloca sobre la cabeza, destinado a proteger la parte superior de la cabeza del usuario contra objetos en caída. El casco estará compuesto como mínimo de un armazón y un arnés.

Los cascos de protección están previstos fundamentalmente para proteger al usuario contra la caída de objetos y las consecuentes lesiones cerebrales y fracturas de cráneo.

Norma EN aplicable: UNE-EN 397: Cascos de protección para la industria

## 6.3. Protección contra caídas

### 6.3.1. Arnese anticaídas

Dispositivo de prensión del cuerpo destinado a parar las caídas, es decir, componente de un sistema anticaídas. El arnés anticaída puede estar constituido por bandas, elementos de ajuste, hebillas y otros elementos, dispuestos y ajustados de forma adecuada sobre el cuerpo de una persona para sujetarla durante una caída y después de la parada de ésta.

#### - Normas EN aplicables

- UNE-EN 361: EPI contra la caída de alturas. Arnese anticaídas.
- UNE-EN 363: EPI contra la caída de alturas. Sistemas anticaídas.
- UNE-EN 362: EPI contra la caída de alturas. Conectores.
- UNE-EN 364: EPI contra la caída de alturas. Métodos de ensayo.
- UNE-EN 365: EPI contra la caída de alturas. Requisitos generales para instrucciones de uso y marcado.

### 6.3.2. Dispositivos de anclaje

Elemento o series de elementos o componentes que incorporan uno o varios puntos de anclaje.

#### - Tipos

- Clase B: Puntos de anclaje provisionales transportables, tales como anclajes a vigas, a perfiles metálicos o trípodes.
- Clase E: Anclajes de peso muerto utilizables sobre superficies horizontales.

- **Normas EN aplicables**

- UNE-EN 795: Protección contra caídas de altura. Dispositivos de anclaje. Requisitos y ensayos.
- UNE-EN 354: Equipos de protección individual contra caídas de altura. Elementos de amarre. ☒ UNE-EN 360: Equipos de protección individual contra caídas de altura. Dispositivos anticaídas retráctiles. ☒ UNE-EN 362: Equipos de protección individual contra caídas de altura. Conectores. ☒ UNE-EN 365: Equipos de protección individual contra caídas de altura. Requisitos generales para instrucciones de uso y marcado.

## 6.4. Protección de cara y ojos

Montura universal, monturas integrales y pantallas faciales de resistencia incrementada para uso en general en diferentes actividades de construcción.

En el mercado de estos elementos se tendrán en cuenta aspectos fundamentales como:

- Resistencia mecánica al impacto de partículas.
- Resistencia al arco eléctrico de cortocircuito.
- Propiedad de no adherencia de metales fundidos y resistencia a la penetración de sólidos calientes.
- Resistencia de deterioro superficial de partículas finas. ☒ Resistencia al empañamiento.

Norma EN aplicable: UNE-EN 166: Protección individual de los ojos. Requisitos.

## 6.5. Protección de manos y brazos

Se emplearán guantes de protección contra riesgos mecánicos de dos tipos, en función de la protección necesaria en cada caso:

- Protección por igual: fabricado con el mismo material de modo que ofrezca un grado de protección uniforme a toda la superficie de la mano.

- Protección específica: proporciona un área de protección aumentada a una parte de la mano.
- **Normas EN aplicables**
  - UNE-EN 388: Guantes de protección contra riesgos mecánicos.
  - UNE-EN 420: Requisitos generales para guantes.

## 6.6. Protección de pies y piernas

Se empleará calzado de uso profesional, que incorpora elementos de protección destinados a proteger al usuario de las lesiones que pudieran provocar los accidentes, en aquellos sectores de trabajo para los que el calzado ha sido concebido, sin llevar topes de protección contra impactos en la zona de la puntera.

- **Normas EN aplicables**
  - UNE-EN 344-1: Calzado de seguridad, calzado de protección y calzado de trabajo para uso profesional. Parte 1: requisitos y métodos de ensayo.
  - UNE-EN 344-2: Calzado de seguridad, calzado de protección y calzado de trabajo para uso profesional. Parte 2: Requisitos adicionales y método de ensayo.
  - UNE-EN 347-1: Especificaciones para el calzado de trabajo de uso profesional.
  - UNE-EN 347-2: Calzado de trabajo para uso profesional. Parte 2: Especificaciones adicionales.

## 6.7. Protección respiratoria

Para la protección respiratoria se empleará:

- Media máscara: adaptador facial que cubre la nariz, la boca y el mentón; de utilización general para diversas tareas en la construcción.
- Cuarto de máscara: adaptador facial que recubre la nariz y la boca.

- **Normas EN aplicables**

- UNE-EN 140: E.P.R. Medias máscaras y cuartos de máscaras. Requisitos, ensayos, marcado.
- UNE-EN 148-1: E.P.R. Roscas para adaptadores faciales. 1. Conector de rosca estándar.
- UNE-EN 148-2: E.P.R. Roscas para adaptadores faciales. 2. Conector de rosca central.

## 7. Protecciones colectivas

Relación de medidas alternativas de protección colectiva cuya utilización está prevista en esta obra y que han sido determinadas a partir de la identificación de riesgos.

### 7.1. Vallado de la obra

Consiste en el vallado del perímetro de la obra antes de su inicio. Se tendrán en cuenta las siguientes consideraciones en relación al vallado, con el objetivo de reducir los riesgos identificados:

- El vallado de obra tendrá al menos 2 metros de altura.
- El vallado constará de accesos distintos para el personal y para la maquinaria o transportes necesarios en obra. Portón para acceso de vehículos de 4 m. de anchura y puerta independiente para acceso de personal.
- El vallado como medida de seguridad estará al menos a 2 metros de distancia de cualquier punto de trabajo, para evitar en caso de caída impactos sobre la construcción.
- Se prohibirá aparcar en la zona de entrada de vehículos.
- Se prohibirá el paso de personal por la entrada de vehículos.
- Se prohibirá la entrada a toda persona ajena a la obra.
- Se colocará a la entrada el cartel de obra con la señalización correspondiente.

### 7.2. Barandilla de seguridad

Se emplearán barandillas de seguridad en diversas partes de la obra con el fin de delimitar una determinada zona o impedir el paso; como puede ser el caso de señalizaciones de zonas de trabajo de máquinas y equipos, de manera que impida el paso de personas y otras máquinas; o en desvíos provisionales de tráfico durante las operaciones de carga y descarga de materiales.

Se tendrán en cuenta las siguientes consideraciones:

- Se instruirá al personal sobre la utilización de las barandillas de seguridad, así como sobre sus riesgos.
- Se utilizarán siempre unidas modularmente, de modo que el viento no pueda tumbarlas.
- Su acopio se realizará en puntos concretos de la obra, no abandonándolas al azar en cualquier sitio.
- Se tendrá especial cuidado al colocarlas, dejando al menos libres caminos de circulación de 60 cm.
- No se utilizarán barandillas de seguridad en zonas en las que la caída accidental al vacío pueda provocar un accidente.

### 7.3. Señalización

Se emplearán señales, indicadores, vallas y luces de seguridad para anunciar de antemano todos los peligros que se presentan en la obra.

La señalización se basará en los fundamentos de los códigos de señales, de modo que se perciba el mensaje inequívocamente, para lo cual es necesario una educación preventiva que permita el conocimiento del significado de las señales.

Medios principales de señalización de la obra:

1. Vallado: se utilizarán vallados fijos y móviles, que delimitan áreas determinadas de almacenaje, circulación, zonas de evidente peligro, etc. El vallado de zonas de peligro debe complementarse con señales del peligro previsto.
2. Balizamiento: para hacer visibles los obstáculos u objetos que puedan provocar accidentes.
3. Señales: se ajustarán a la normativa actual.

4. Etiquetas: se utilizarán las señales acompañadas con frases que se pueden redactar en colores distintos, llamativos, que especifiquen peligros o indicaciones de posición o modo de uso del producto contenido en los envases.

Se tendrán en cuenta las siguientes consideraciones:

- La señalización de seguridad complementará, pero no sustituirá nunca a las medidas de prevención adoptadas en la obra.
- No se utilizarán al mismo tiempo dos señales que puedan dar lugar a confusión.
- Las señales serán de tamaño y dimensiones tales que permitan su clara visibilidad desde el punto más alejado desde el que deban ser vistas.
- La señalización deberá permanecer mientras exista la situación que motiva su colocación.
- Retirada de sobras de materiales, herramientas y restos de obra no colocados (piezas rotas, envoltorios, palets, etc.).
- Deberán realizarse periódicamente revisiones de la señalización, para controlar el buen estado y la correcta aplicación de las mismas.
- Las señales serán retiradas cuando deje de existir la situación que las justificaba.

## 7.4. Instalación eléctrica provisional

### 7.4.1. Especificaciones generales

El tendido e instalación eléctrica comprende el siguiente conjunto de trabajos.

Montaje de cuadros de control y maniobra, instalación de tierras, tubos de acero galvanizado u otro material por el interior de los cuales irán los cables, instalación de las cajas registros, llaves, puntos de luz, tomas de corriente, fusibles y demás accesorios.

Estas instalaciones eléctricas deberán adaptarse a lo especificado en el Reglamento Electrotécnico para Baja Tensión, el cual en sus Instrucciones ITC-BT-027: 'Instalaciones en Locales Mojados', y ITC-BT-028 'Instalaciones Temporales Obras', indica lo siguiente:

- **Instalaciones en locales mojados**

Locales o emplazamientos mojados son aquellos en que los suelos, techos y paredes están o pueden estar impregnados de humedad y donde se vean aparecer, aunque sólo sea temporalmente, lodo o gotas de agua. También se consideran como locales mojados las instalaciones a la intemperie.

Los aparatos de mando, protección y tomas de corriente serán del tipo protegido contra las proyecciones de agua o bien se instalarán en el interior de cajas que les proporcionen una protección equivalente.

Queda prohibido en estos locales la utilización de aparatos móviles o portátiles, excepto cuando se utilicen como sistema de protección.

Los receptores de alumbrado tendrán sus piezas metálicas bajo tensión, protegidas contra las proyecciones de agua.

La cubierta del portalámparas será en su totalidad de materia aislante hidrófuga, salvo cuando se instalen en el interior de cubiertas destinadas a los receptores de alumbrado, lo que deberá hacerse siempre que éstos se coloquen en un lugar fácilmente accesible (esto no rige cuando los receptores de alumbrado están alimentados a 24 voltios).

#### - **Instalaciones temporales**

Los conductores aislados utilizados tanto para acometidas como para las instalaciones exteriores, serán de 1000 voltios de tensión nominal como mínimo y los utilizados en instalaciones interiores serán de 440 voltios como mínimo de tensión nominal.

### 7.4.2. Cuadros eléctricos

Desde el punto de vista de la seguridad en los trabajos de la obra, las condiciones mínimas que deberán reunir los cuadros eléctricos que se instalen en las mismas, serán las siguientes:

- En el origen de la instalación se dispondrá un interruptor general de corte omnipolar, accesible desde el exterior del cuadro eléctrico sin tener que abrir la tapa, que corte la corriente eléctrica a la totalidad de la obra.

## ESTUDIO DE SEGURIDAD Y SALUD: INSTALACIÓN ELÉCTRICA DE UN TALLER DE CARPINTERÍA METÁLICA

- Se comprobará que, al accionar el botón de prueba del diferencial, lo que se deberá realizar periódicamente, éste se desconecta y en caso contrario es absolutamente obligatorio proceder a la revisión del diferencial por personal especializado y en último caso sustituirlo por uno nuevo.
- Asimismo, se dispondrán interruptores diferenciales cuyas sensibilidades mínimas serán:
  - Para instalación de fuerza: 300 mA.
  - Para instalación de alumbrado: 30 mA.
- Existirán tantos interruptores magnetotérmicos, como de circuitos se disponga.
- Los distintos elementos deben disponerse sobre una placa de montaje de material aislante.
- El conjunto, por las condiciones desfavorables de la obra, se ubicará en un armario con las siguientes características:
  - Sus grados de estanqueidad contra el agua, polvo y resistencia mecánica contra impactos, tendrán unos índices de protección de al menos I.P. 5-4-3.
  - Su carcasa metálica estará dotada de puesta a tierra.
  - Dispondrá de cerradura que estará al cuidado del encargado o del especialista que designen, manteniendo la puerta siempre cerrada.
- Las partes activas de la instalación se recubrirán con aislante adecuado.
- Las tomas de corriente se ubicarán preferentemente en los laterales del armario para facilitar que éste pueda permanecer cerrado.
- Las bases de enchufe dispondrán de los correspondientes puntos de toma de tierra para poder conectar así, las distintas máquinas que lo necesiten.
- Los accesos al cuadro eléctrico deberán mantenerse, en todo momento, limpios y libres de obstáculos, en previsión de facilitar cualquier maniobra en caso de emergencia.

- La tapa del cuadro deberá permanecer siempre cerrada y se abrirá exclusivamente por personal competente y autorizado para ello.
- Todas las bornas de las diferentes conexiones deberán estar provistas de protectores adecuados que impidan un contacto directo con las mismas.
- En el cuadro eléctrico general, se deben colocar interruptores (uno por enchufe) que permitan dejar sin corriente los enchufes en los cuales se vaya a conectar maquinaria de 10 o más amperios, de forma que sea posible enchufar y desenchufar la máquina sin corriente.
- Los tableros portantes de las bases de enchufe de los cuadros eléctricos auxiliares, deberán fijarse de manera eficaz a elementos rígidos de la edificación.

#### 7.4.3. Puesta a tierra

Toda máquina utilizada en la obra con alimentación eléctrica que trabaje a tensiones superiores a 24 V y no posea doble aislamiento deberá estar dotada de puesta a tierra, con resistencia adecuada; esta adecuación estará en función de la sensibilidad del interruptor diferencial.

Las casetas metálicas de obra que dispongan de instalación eléctrica estarán conectadas a tierra.

Los conductores para puesta a tierra irán directamente de la máquina al electrodo, sin interposición de fusible ni dispositivo de corte alguno.

#### 7.4.4. Conductores eléctricos

El cableado de alimentación eléctrica a las distintas máquinas y desde el punto de vista de la seguridad en el trabajo, como mínimo, tendrán en cuenta y cumplirán obligatoriamente los siguientes aspectos:

- No se colocarán por el suelo en zonas de paso de vehículos y acopio de cargas; en caso de no poder evitar que discurran por esas zonas se dispondrán elevados y fuera del alcance de los vehículos que por allí deban circular o enterrados y protegidos por una canalización resistente y debidamente señalizados.

- Asimismo, deberán colocarse elevados si hay zonas encharcadas.
- Sus extremos estarán dotados de sus correspondientes clavijas de conexión y se prohíbe conectar directamente los hilos desnudos en las bases de enchufe.
- En caso de tener que realizar empalmes éstos se realizarán por personas especializadas y las condiciones de estanqueidad serán como mínimo las propias del conductor.

La naturaleza y el espesor de los aislamientos están en relación directa con el valor de la tensión correspondiente a la energía a conducir y por el ambiente.

Debido a las condiciones meteorológicas desfavorables en una obra y fundamentalmente por la acción solar, los cables con aislamiento de PVC envejecen pronto, presentando fisuras, disminuyendo su resistencia a los esfuerzos mecánicos, por lo que se aconseja los aislados con neopreno, de mejores cualidades mecánicas y eléctricas.

- Un cable deteriorado no debe forrarse con esparadrapo, cinta aislante ni plástica, sino con la autovulcanizante, cuyo poder de aislamiento es muy superior a las anteriores y, de cualquier modo, las condiciones de estanqueidad serán como mínimo las propias del conductor.
- Los cables para conexión a las tomas de corriente de las diferentes máquinas, llevarán además de los hilos de alimentación eléctrica correspondientes, uno más para la conexión a tierra en el enchufe.

#### 7.4.5. Lámparas eléctricas portátiles

Tal y como exige la Ordenanza de Seguridad e Higiene en el Trabajo, estos equipos reunirán las siguientes condiciones mínimas:

- Tendrán mango aislante.
- Dispondrán de un dispositivo protector de la lámpara, de suficiente resistencia mecánica.

- Su tensión de alimentación será de 24 voltios, o bien estar alimentadas por medio de un transformador de separación de circuitos.

Las tomas de corriente y prolongadores utilizados en estas instalaciones NO serán intercambiables con otros elementos iguales utilizados en instalaciones de voltaje superior.

- **Normas generales**

Las conexiones se realizarán siempre sin tensión.

Las pruebas que se tengan que realizar con tensión, se harán después de comprobar el acabado de la instalación eléctrica y respetando la normativa vigente.

Se utilizará casco aislante homologado.

## 7.5. Contra incendios

Se tomarán las siguientes medidas preventivas contra incendios.

### **Uso del agua**

Donde existan conducciones de agua a presión, se instalarán suficientes tomas o bocas de agua a distancia conveniente entre si y cercanas a los puestos fijos de trabajos y lugares de paso del personal, colocando junto a tales tomas las correspondientes mangueras, que tendrán la sección y resistencia adecuada.

Cuando se carezca normalmente de agua a presión o ésta sea insuficiente, se instalarán depósitos con agua suficiente para combatir los posibles incendios.

En los incendios provocados por líquidos, grasas o pinturas inflamables o polvos orgánicos, sólo deberá emplearse agua muy pulverizada.

No se empleará agua para extinguir fuegos en polvos de aluminio o magnesio o en presencia de carburo de calcio u otras sustancias que al contacto con el agua produzcan explosiones, gases inflamables o nocivos.

En incendios que afecten a instalaciones eléctricas con tensión, se prohibirá el empleo de extintores de espuma química, soda o ácida o agua.

### **Extintores portátiles**

En proximidad a los puestos de trabajo con mayor riesgo de incendio colocados en sitio visible y accesible fácilmente, se dispondrán extintores portátiles o móviles sobre ruedas, de espuma física o química, mezcla de ambas o polvos secos, anhídrido carbónico o agua, según convenga a la causa determinante del fuego a extinguir.

Cuando se empleen distintos tipos de extintores serán rotulados con carteles indicadores del lugar y clase de incendio en que deban emplearse.

Se instruirá al personal, cuando sea necesario, del peligro que presenta el empleo de tetracloruro de carbono y cloruro de metilo en atmósferas cerradas y de las reacciones químicas peligrosas que puedan producirse en los locales de trabajo entre los líquidos extintores y las materias sobre las que puedan proyectarse.

Los extintores serán revisados periódicamente y cargados según las normas de las casas constructoras inmediatamente después de usarlos.

### **Empleo de arenas finas**

Para extinguir los fuegos que se produzcan en polvos o virutas de magnesio y aluminio, se dispondrá en lugares próximos a los de trabajo, de cajones o retenes suficientes de arena fina seca, de polvo de piedra u otras materias inertes semejantes.

### **Prohibiciones personales**

En las zonas de la obra con alto riesgo de incendio, queda prohibido fumar o introducir cerillas, mecheros o útiles de ignición.

Las prohibiciones expuestas anteriormente, se indicarán con carteles visibles a la entrada y en los espacios libres de las paredes de tales dependencias.

Se prohíbe igualmente al personal introducir o emplear útiles de trabajo, no autorizados por la empresa, que puedan ocasionar chispas por contacto o proximidad a sustancias inflamables.

### **Equipos contra incendios**

En la obra, conforme se establece en el Plan de Emergencia, se instruirá y enseñará especialmente al personal integrado en el equipo o brigada contra incendios, sobre el manejo y conservación de las instalaciones y material extintor, señales de alarma, evacuación de los trabajadores y socorro inmediato de los accidentados.

El material asignado a los equipos de extinción de incendios: escalas, cubiertas de lona o tejidos ignífugos, hachas, picos, palas, etc., no podrá ser usado para otros fines y su emplazamiento será conocido por las personas que deban emplearlo.

### **Alarmas y simulacros de incendios**

Para comprobar el buen funcionamiento de los sistemas de prevención, el entrenamiento de los Equipos contra incendios y que los trabajadores en general conocen y participan con aquellos, se efectuarán durante la ejecución de las obras, alarmas y simulacros de incendios, por orden de la empresa y bajo la dirección del jefe de equipo contra incendios, que solo advertirá de los mismos a las personas que deban ser informadas en evitación de daños o riesgos innecesarios.

## **8. Primeros auxilios**

Se dispondrá de un botiquín con el contenido de material especificado a la normativa vigente. Se informará al inicio de la obra, de la situación de los diferentes centros médicos a los cuales se habrán de trasladar los accidentados.

Es conveniente disponer en la obra y en lugar bien visible, de una lista con los teléfonos y direcciones de los centros asignados para urgencias, ambulancias, taxis, etc. para garantizar el rápido traslado de los posibles accidentados.

# MÁSTER UNIVERSITARIO EN INGNIERÍA INDUSTRIAL

## ANEXO 1

### ***INSTALACIÓN ELÉCTRICA DE UN TALLER DE CARPINTERÍA METÁLICA***

<b>Estudiante</b>	<i>Díaz, Helguera, Xabier</i>
<b>Director/Directora</b>	<i>Buigues, Beraza, Garikoitz</i>
<b>Departamento</b>	<b>Ingeniería eléctrica</b>
<b>Curso académico</b>	<i>2021/2022</i>

*Bilbao, septiembre 2022*



**Final**

## Observaciones preliminares

Indicaciones para planificación:

Las magnitudes de consumo de energía no tienen en cuenta escenas de luz ni sus estados de atenuación.

## Contenido

Portada .....	1
Observaciones preliminares .....	2
Contenido .....	3
Descripción .....	7
Imágenes .....	8
Lista de luminarias .....	9

## Fichas de producto

SIMON - Luminaria 720 Advance M4 60x60 NW CLC DALI (1x LED 720 M4 60x60 NW) .....	10
SIMON - Luminaria 720 Advance M4 120x30 NW CLC DALI (1x LED 720 M4 120x30 NW) .....	12
SIMON - Luminaria estanca 780 600 IP65 4000K On-Off (1x 780 IP65 4000K 600) .....	14
SIMON - SLIM suspendida de 1'2m, 3000K con óptica simétrica con difusor opal. Negro. (1x SLIM 1,2m 3000K SIMETRICO) .....	16

Terreno 1

### Edificación 1

Lista de luminarias .....	18
---------------------------	----

Terreno 1 - Edificación 1

### Piso 0

Lista de locales / Escena de luz 1 .....	19
Lista de luminarias .....	21
Objetos de cálculo / Escena de luz 1 .....	22

Terreno 1 - Edificación 1 - Piso 0

### Aseo Taller

Resumen / Escena de luz 1 .....	24
Plano de situación de luminarias .....	26
Lista de luminarias .....	28
Objetos de cálculo / Escena de luz 1 .....	29
Plano útil (Aseo Taller) / Escena de luz 1 / Iluminancia perpendicular (Adaptativamente) .....	31

## Contenido

Terreno 1 - Edificación 1 - Piso 0

### CGBT

Resumen / Escena de luz 1	32
Plano de situación de luminarias	34
Lista de luminarias	36
Objetos de cálculo / Escena de luz 1	37
Plano útil (CGBT) / Escena de luz 1 / Iluminancia perpendicular (Adaptativamente)	39

Terreno 1 - Edificación 1 - Piso 0

### Taller

Resumen / Escena de luz 1	40
Plano de situación de luminarias	42
Lista de luminarias	59
Objetos de cálculo / Escena de luz 1	60
Plano útil (Taller) / Escena de luz 1 / Iluminancia perpendicular (Adaptativamente)	62

Terreno 1 - Edificación 1

### Piso 1

Lista de locales / Escena de luz 1	63
Lista de luminarias	67
Objetos de cálculo / Escena de luz 1	68

Terreno 1 - Edificación 1 - Piso 1

### Despacho 1

Resumen / Escena de luz 1	70
Plano de situación de luminarias	72
Lista de luminarias	74
Objetos de cálculo / Escena de luz 1	75
Plano útil (Despacho 1) / Escena de luz 1 / Iluminancia perpendicular (Adaptativamente)	77

Terreno 1 - Edificación 1 - Piso 1

### Despacho 2

Resumen / Escena de luz 1	78
Plano de situación de luminarias	80
Lista de luminarias	82

## Contenido

Objetos de cálculo / Escena de luz 1	83
Plano útil (Despacho 2) / Escena de luz 1 / Iluminancia perpendicular (Adaptativamente)	85

Terreno 1 - Edificación 1 - Piso 1

### Despacho 3

Resumen / Escena de luz 1	86
Plano de situación de luminarias	88
Lista de luminarias	90
Objetos de cálculo / Escena de luz 1	91
Plano útil (Despacho 3) / Escena de luz 1 / Iluminancia perpendicular (Adaptativamente)	93

Terreno 1 - Edificación 1 - Piso 1

### Oficina

Resumen / Escena de luz 1	94
Plano de situación de luminarias	96
Lista de luminarias	99
Objetos de cálculo / Escena de luz 1	100
Plano útil (Oficina) / Escena de luz 1 / Iluminancia perpendicular (Adaptativamente)	102

Terreno 1 - Edificación 1 - Piso 1

### Pasillo oficina

Resumen / Escena de luz 1	103
Plano de situación de luminarias	105
Lista de luminarias	107
Objetos de cálculo / Escena de luz 1	108
Plano útil (Pasillo oficina) / Escena de luz 1 / Iluminancia perpendicular (Adaptativamente)	110

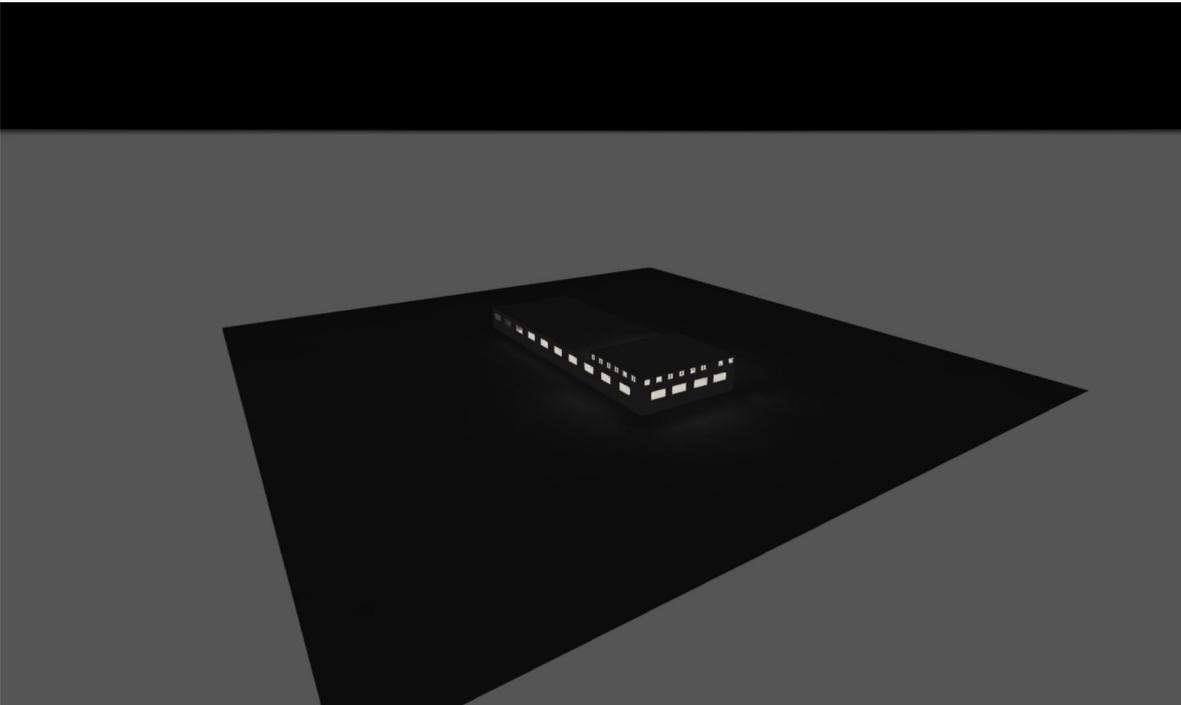
Terreno 1 - Edificación 1 - Piso 1

### Sala de reuniones

Resumen / Escena de luz 1	111
Plano de situación de luminarias	113
Lista de luminarias	115
Objetos de cálculo / Escena de luz 1	116

## Contenido

Plano útil (Sala de reuniones) / Escena de luz 1 / Iluminancia perpendicular (Adaptativamente) .....	118
Terreno 1 - Edificación 1 - Piso 1	
<b>Vestuarios</b>	
Resumen / Escena de luz 1 .....	119
Plano de situación de luminarias .....	121
Lista de luminarias .....	123
Objetos de cálculo / Escena de luz 1 .....	124
Plano útil (Vestuarios) / Escena de luz 1 / Iluminancia perpendicular (Adaptativamente) .....	126
Glosario .....	127



## Descripción

## Imágenes

Proyecto 0



## Lista de luminarias

$\Phi_{total}$ 969000 lm	$P_{total}$ 9844.0 W	Rendimiento lumínico 98.4 lm/W
-----------------------------	-------------------------	-----------------------------------

Uni.	Fabricante	N° de artículo	Nombre del artículo	P	$\Phi$	Rendimiento lumínico
42	SIMON	72060540-884	Luminaria 720 Advance M4 60x60 NW CLC DALI	28.0 W	4100 lm	146.4 lm/W
26	SIMON	72061540-884	Luminaria 720 Advance M4 120x30 NW CLC DALI	28.0 W	4100 lm	146.4 lm/W
12	SIMON	78030033-884	Luminaria estanca 780 600 IP65 4000K On-Off	20.0 W	2100 lm	105.0 lm/W
350	SIMON	90013010-388	SLIM suspendida de 1'2m, 3000K con óptica simétrica con difusor opal. Negro.	22.0 W	1900 lm	86.4 lm/W

## Ficha de producto

SIMON - Luminaria 720 Advance M4 60x60 NW CLC DALI



Nº de artículo	72060540-884
P	28.0 W
$\Phi_{Lámpara}$	4100 lm
$\Phi_{Luminaria}$	4100 lm
$\eta$	100.00 %
Rendimiento lumínico	146.4 lm/W
CCT	4000 K
CRI	82

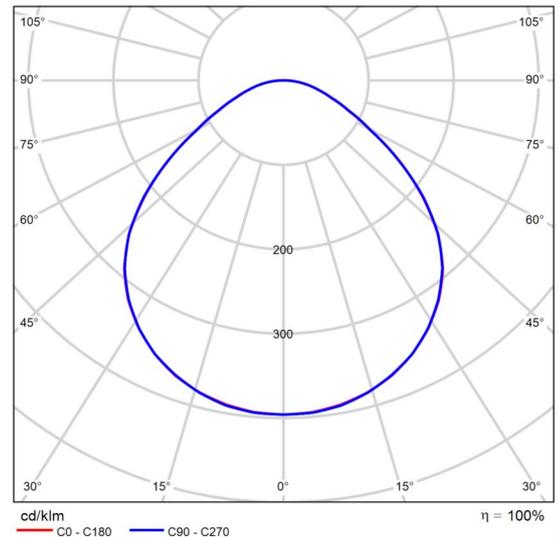
SIMON 72060540-884. Luminaria 720 Advance M4 60x60 NW CLC DALI.

Características técnicas:  
IP44. Flujo 4100lm. Tc LED NW. Óptica TRASLÚCIDA. CRI 82.  
Potencia 28W. Equipo electrónico CLC DALI.

Acabado en blanco, 4'900 Kg.

Certificaciones:  
2006/95/CE - Directiva Baja Tensión.  
2004/108/CE - Directiva CEM.  
UNE-EN 60598: 2005 Luminarias.  
UNE-EN 62031: 2009 Módulos LED para alumbrado general.

Requisitos de seguridad.  
UNE-EN 61347-2-13: 2007 Dispositivos de control de lámpara.  
UNE-EN 55015:2007 Límites y métodos de medida de las características relativas a la perturbación radioeléctrica de los equipos de iluminación y similares.  
UNE-EN 61547 Equipos para alumbrado de uso general.



CDL polar

Valoración de deslumbramiento según UGR												
		70	70	50	50	30	70	70	50	50	30	
p Techo		50	30	50	30	30	50	30	50	30	30	
p Paredes		20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	
p Suelo		20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	
Tamaño del local	X	Mirado en perpendicular al eje de lámpara					Mirado longitudinalmente al eje de lámpara					
Y		2H	3H	4H	6H	8H	2H	3H	4H	6H	8H	
2H	2H	16.6	17.9	16.9	18.1	18.4	16.7	17.9	16.9	18.2	18.4	
	3H	17.5	18.6	17.8	18.9	19.1	17.5	18.6	17.8	18.9	19.2	
	4H	17.8	18.9	18.1	19.2	19.5	17.8	18.9	18.2	19.2	19.5	
	6H	18.1	19.1	18.5	19.4	19.7	18.2	19.2	18.5	19.5	19.8	
	8H	18.2	19.2	18.6	19.5	19.8	18.3	19.3	18.6	19.6	19.9	
	12H	18.3	19.3	18.7	19.6	19.9	18.4	19.3	18.7	19.6	20.0	
4H	2H	17.0	18.1	17.4	18.4	18.7	17.1	18.1	17.4	18.4	18.7	
	3H	18.1	19.0	18.4	19.3	19.6	18.1	19.0	18.5	19.3	19.7	
	4H	18.5	19.4	18.9	19.7	20.1	18.6	19.4	19.0	19.7	20.1	
	6H	19.0	19.7	19.4	20.1	20.5	19.0	19.7	19.4	20.1	20.5	
	8H	19.2	19.8	19.6	20.2	20.7	19.2	19.9	19.6	20.3	20.7	
	12H	19.3	19.9	19.8	20.4	20.8	19.4	20.0	19.8	20.4	20.8	
8H	4H	18.7	19.4	19.2	19.8	20.2	18.8	19.4	19.2	19.8	20.2	
	6H	19.3	19.9	19.8	20.3	20.8	19.4	19.9	19.8	20.3	20.8	
	8H	19.6	20.1	20.1	20.5	21.0	19.6	20.1	20.1	20.6	21.1	
	12H	19.8	20.3	20.3	20.7	21.2	19.9	20.3	20.4	20.8	21.3	
12H	4H	18.7	19.4	19.2	19.8	20.2	18.8	19.4	19.2	19.8	20.2	
	6H	19.4	19.9	19.9	20.3	20.8	19.4	19.9	19.9	20.4	20.8	
	8H	19.7	20.1	20.2	20.6	21.1	19.7	20.2	20.2	20.6	21.1	
Variación de la posición del espectador para separaciones S entre luminarias												
S = 1.0H		+0.2 / -0.2					+0.2 / -0.2					
S = 1.5H		+0.5 / -0.8					+0.5 / -0.7					
S = 2.0H		+1.0 / -1.3					+1.0 / -1.3					
Tabla estándar		BK04					BK04					
Sumando de corrección		1.9					1.9					
Índice de deslumbramiento corregido en relación a 4100lm Flujo luminoso total												

Diagrama UGR (SHR: 0.25)

## Ficha de producto

SIMON - Luminaria 720 Advance M4 60x60 NW CLC DALI

Requisitos de inmunidad - CEM.

UNE-EN 61000-3-2 Compatibilidad electromagnética (CEM).

UNE-EN 61000-3-3 Compatibilidad electromagnética (CEM).

## Ficha de producto

SIMON - Luminaria 720 Advance M4 120x30 NW CLC DALI



Nº de artículo	72061540-884
P	28.0 W
$\Phi$ Lámpara	4100 lm
$\Phi$ Luminaria	4100 lm
$\eta$	100.00 %
Rendimiento lumínico	146.4 lm/W
CCT	4000 K
CRI	82

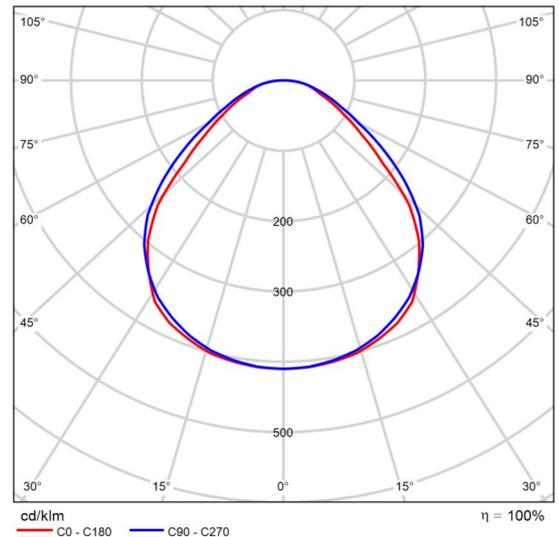
SIMON 72061540-884. Luminaria 720 Advance M4 120x30 NW CLC DALI.

Características técnicas:  
 IP44. Flujo 4100lm. Tc LED NW. Óptica TRASLÚCIDA. CRI 82.  
 Potencia 28W. Equipo electrónico CLC DALI.

Acabado en blanco, 4'900 Kg.

Certificaciones:  
 2006/95/CE - Directiva Baja Tensión.  
 2004/108/CE - Directiva CEM.  
 UNE-EN 60598: 2005 Luminarias.  
 UNE-EN 62031: 2009 Módulos LED para alumbrado general.

Requisitos de seguridad.  
 UNE-EN 61347-2-13: 2007 Dispositivos de control de lámpara.  
 UNE-EN 55015:2007 Límites y métodos de medida de las características relativas a la perturbación radioeléctrica de los equipos de iluminación y similares.  
 UNE-EN 61547 Equipos para alumbrado de uso general.



CDL polar

Valoración de deslumbramiento según UGR												
p Techo		70	70	50	50	30	70	70	50	50	30	
p Paredes		50	30	50	30	30	50	30	50	30	30	
p Suelo		20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	
Tamaño del local	X	Mirado en perpendicular al eje de lámpara					Mirado longitudinalmente al eje de lámpara					
Y												
2H	2H	15.6	16.9	15.9	17.1	17.3	16.8	18.1	17.1	18.3	18.5	
	3H	16.4	17.6	16.8	17.8	18.1	17.7	18.9	18.1	19.1	19.4	
	4H	16.9	17.9	17.2	18.2	18.5	18.2	19.2	18.5	19.5	19.8	
	6H	17.3	18.3	17.7	18.6	18.9	18.5	19.5	18.9	19.8	20.1	
	8H	17.6	18.5	17.9	18.8	19.2	18.7	19.7	19.1	20.0	20.3	
12H	17.8	18.7	18.2	19.0	19.4	18.8	19.7	19.2	20.1	20.4		
4H	2H	16.1	17.1	16.4	17.4	17.7	17.1	18.1	17.4	18.4	18.7	
	3H	17.1	18.0	17.5	18.3	18.7	18.2	19.1	18.6	19.4	19.8	
	4H	17.7	18.5	18.1	18.8	19.2	18.8	19.6	19.2	20.0	20.3	
	6H	18.3	19.0	18.7	19.4	19.8	19.3	20.1	19.8	20.4	20.8	
	8H	18.6	19.2	19.0	19.6	20.0	19.6	20.2	20.0	20.6	21.1	
12H	18.8	19.5	19.3	19.9	20.3	19.8	20.4	20.2	20.8	21.2		
8H	4H	17.9	18.6	18.4	19.0	19.4	19.0	19.6	19.4	20.0	20.4	
	6H	18.7	19.3	19.2	19.7	20.1	19.7	20.2	20.1	20.7	21.1	
	8H	19.1	19.6	19.6	20.0	20.5	20.0	20.5	20.5	21.0	21.4	
	12H	19.5	19.9	20.0	20.4	20.9	20.3	20.8	20.8	21.2	21.7	
	12H	18.0	18.6	18.4	19.0	19.4	19.0	19.6	19.4	20.0	20.4	
6H	18.8	19.3	19.3	19.7	20.2	19.7	20.2	20.2	20.7	21.1		
8H	19.2	19.7	19.7	20.1	20.6	20.1	20.5	20.6	21.0	21.5		
Variación de la posición del espectador para separaciones S entre luminarias												
S = 1.0H		+0.3 / -0.3					+0.2 / -0.2					
S = 1.5H		+0.5 / -0.6					+0.4 / -0.7					
S = 2.0H		+1.0 / -1.1					+0.9 / -1.1					
Tabla estándar		BK05					BK05					
Sumando de corrección		1.6					2.7					
Índice de deslumbramiento corregido en relación a 4100lm Flujo luminoso total												

Diagrama UGR (SHR: 0.25)

## Ficha de producto

SIMON - Luminaria 720 Advance M4 120x30 NW CLC DALI

Requisitos de inmunidad - CEM.

UNE-EN 61000-3-2 Compatibilidad electromagnética (CEM).

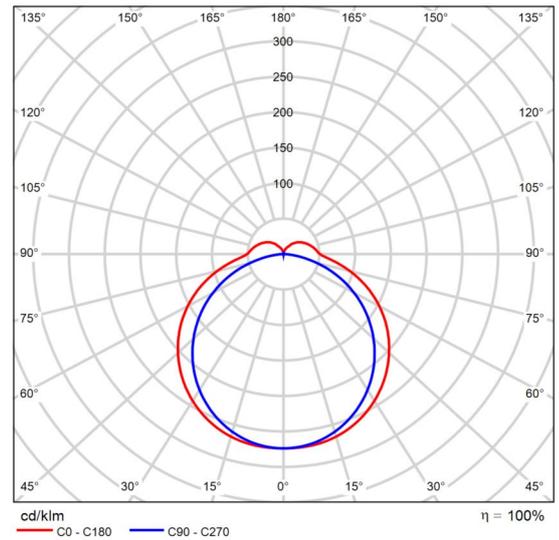
UNE-EN 61000-3-3 Compatibilidad electromagnética (CEM).

## Ficha de producto

SIMON - Luminaria estanca 780 600 IP65 4000K On-Off



Nº de artículo	78030033-884
P	20.0 W
$\Phi$ Lámpara	2100 lm
$\Phi$ Luminaria	2100 lm
$\eta$	100.00 %
Rendimiento lumínico	105.0 lm/W
CCT	4000 K
CRI	80



CDL polar

SIMON 78030033-884. Luminaria estanca 780 IP65 4000K 600.

Características técnicas:  
Potencia 20W. Flujo 2100 lm. Óptica General 4000K CRI 80. IP65.  
Equipo electrónico.

Acabado en blanco, 0,5Kg

Certificaciones:  
2006/95/CE - Directiva Baja Tensión.  
2004/108/CE - Directiva CEM.  
UNE-EN 60598: 2005 Luminarias.  
UNE-EN 62031: 2009 Módulos LED para alumbrado General.

Requisitos de seguridad.  
UNE-EN 61347-2-13: 2007 Dispositivos de control de lámpara.  
UNE-EN 55015:2007 Límites y métodos de medida de las características relativas a la perturbación radioeléctrica de los equipos de iluminación y similares.  
UNE-EN 61547 Equipos para alumbrado de uso General.

Valoración de deslumbramiento según UGR											
p Techo	70	70	50	50	30	70	70	50	50	30	
p Paredes	50	30	50	30	30	50	30	50	30	30	
p Suelo	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	
Tamaño del local X Y	Mirado en perpendicular al eje de lámpara					Mirado longitudinalmente al eje de lámpara					
2H	2H	21.5	22.8	21.9	23.2	23.6	20.9	22.2	21.4	22.7	23.1
	3H	23.3	24.5	23.8	24.9	25.4	22.4	23.6	22.9	24.0	24.5
	4H	24.1	25.2	24.6	25.7	26.2	22.9	24.0	23.4	24.5	25.0
	6H	24.9	25.9	25.4	26.4	26.9	23.3	24.3	23.8	24.8	25.3
	8H	25.2	26.2	25.7	26.7	27.2	23.3	24.3	23.9	24.8	25.4
	12H	25.5	26.5	26.0	27.0	27.5	23.3	24.3	23.9	24.8	25.4
4H	2H	22.1	23.2	22.6	23.7	24.2	21.7	22.8	22.2	23.2	23.8
	3H	24.1	25.1	24.7	25.6	26.1	23.3	24.3	23.9	24.8	25.4
	4H	25.1	25.9	25.7	26.5	27.1	24.0	24.9	24.6	25.4	26.0
	6H	26.0	26.7	26.6	27.3	27.9	24.5	25.2	25.0	25.8	26.4
	8H	26.4	27.1	27.0	27.7	28.3	24.6	25.3	25.2	25.8	26.5
	12H	26.8	27.4	27.4	28.0	28.7	24.6	25.3	25.2	25.8	26.5
8H	4H	25.4	26.1	26.0	26.6	27.3	24.4	25.1	25.0	25.7	26.3
	6H	26.5	27.0	27.1	27.7	28.3	25.1	25.6	25.7	26.2	26.9
	8H	27.0	27.5	27.6	28.1	28.8	25.3	25.8	25.9	26.4	27.1
	12H	27.5	28.0	28.2	28.6	29.4	25.4	25.8	26.0	26.5	27.2
12H	4H	25.4	26.0	26.0	26.6	27.3	24.5	25.1	25.1	25.7	26.4
	6H	26.5	27.0	27.2	27.7	28.4	25.2	25.7	25.8	26.3	27.0
	8H	27.1	27.6	27.8	28.2	28.9	25.5	25.9	26.1	26.6	27.3
Variación de la posición del espectador para separaciones S entre luminarias											
S = 1.0H		+0.1	-0.1				+0.1	-0.1			
S = 1.5H		+0.2	-0.3				+0.2	-0.3			
S = 2.0H		+0.3	-0.5				+0.4	-0.7			
Tabla estándar		BK08				BK06					
Sumando de corrección		10.8				8.5					
Índice de deslumbramiento corregido en relación a 2100lm Flujo luminoso total											

Diagrama UGR (SHR: 0.25)

## Ficha de producto

SIMON - Luminaria estanca 780 600 IP65 4000K On-Off

Requisitos de inmunidad - CEM.

UNE-EN 61000-3-2 Compatibilidad electromagnética (CEM).

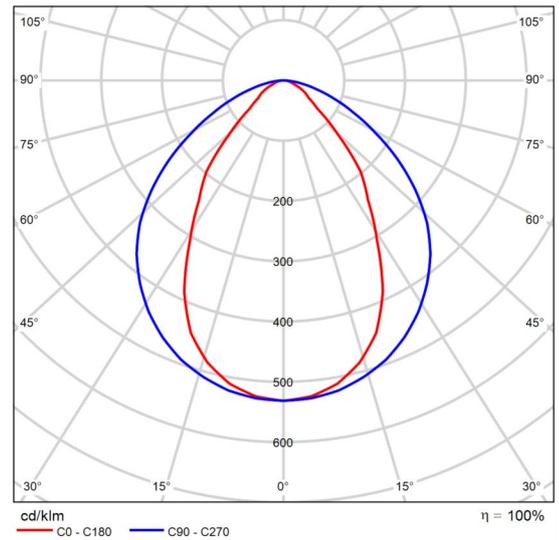
UNE-EN 61000-3-3 Compatibilidad electromagnética (CEM).

## Ficha de producto

SIMON - SLIM suspendida de 1'2m, 3000K con óptica simétrica con difusor opal. Negro.



Nº de artículo	90013010-388
P	22.0 W
Φ <sub>Lámpara</sub>	1900 lm
Φ <sub>Luminaria</sub>	1900 lm
η	100.00 %
Rendimiento lumínico	86.4 lm/W
CCT	3000 K
CRI	80



CDL polar

SIMON 90013010-388. Luminaria suspendida SLIM.

SLIM suspendida de 1'2m, 3000K con óptica simétrica con difusor opal. Negro.

Características técnicas:

Potencia 22W. Flujo 1900 lm. Óptica simétrica LED 3000K CRI 80. IP20.

Equipo electrónico 1-10V. Acabado en negro, 2.000 Kg.

Certificaciones:

2006/95/CE - Directiva Baja Tensión.

2004/108/CE - Directiva CEM.

UNE-EN 60598: 2005 Luminarias.

UNE-EN 62031: 2009 Módulos LED para alumbrado general.

Requisitos de seguridad.

UNE-EN 61347-2-13: 2007 Dispositivos de control de lámpara.

UNE-EN 55015:2007 Límites y métodos de medida de las características relativas a la perturbación radioeléctrica de los equipos de iluminación y similares.

Valoración de deslumbramiento según UGR												
p Techo		70	70	50	50	30	70	70	50	50	30	
p Paredes		50	30	50	30	30	50	30	50	30	30	
p Suelo		20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	
Tamaño del local X Y		Mirado en perpendicular al eje de lámpara					Mirado longitudinalmente al eje de lámpara					
2H	2H	19.7	20.9	20.0	21.1	21.3	25.3	26.4	25.6	26.7	26.9	
	3H	20.0	21.0	20.3	21.3	21.5	26.4	27.4	26.7	27.7	27.9	
	4H	20.1	21.1	20.4	21.3	21.6	26.7	27.7	27.1	28.0	28.3	
	6H	20.2	21.1	20.5	21.4	21.7	27.0	27.9	27.3	28.2	28.5	
	8H	20.2	21.1	20.6	21.4	21.7	27.0	27.9	27.4	28.2	28.5	
	12H	20.2	21.1	20.6	21.4	21.7	27.1	27.9	27.4	28.2	28.6	
4H	2H	20.4	21.4	20.7	21.7	21.9	25.2	26.2	25.5	26.5	26.7	
	3H	20.8	21.6	21.1	21.9	22.2	26.4	27.2	26.8	27.5	27.9	
	4H	20.9	21.7	21.3	22.0	22.4	26.8	27.6	27.2	27.9	28.3	
	6H	21.1	21.7	21.5	22.1	22.5	27.2	27.8	27.6	28.2	28.6	
	8H	21.1	21.7	21.6	22.1	22.5	27.3	27.9	27.7	28.3	28.7	
	12H	21.2	21.7	21.6	22.1	22.6	27.3	27.9	27.8	28.3	28.7	
8H	4H	21.1	21.7	21.5	22.1	22.5	26.8	27.4	27.2	27.8	28.2	
	6H	21.3	21.8	21.8	22.2	22.7	27.1	27.6	27.6	28.0	28.5	
	8H	21.4	21.9	21.9	22.3	22.8	27.2	27.7	27.7	28.1	28.6	
	12H	21.5	21.9	22.0	22.4	22.9	27.3	27.7	27.8	28.1	28.6	
	12H	4H	21.1	21.6	21.5	22.0	22.5	26.7	27.3	27.2	27.7	28.1
		6H	21.3	21.8	21.8	22.2	22.7	27.1	27.5	27.6	28.0	28.4
8H		21.5	21.8	22.0	22.3	22.8	27.2	27.6	27.7	28.0	28.5	
Variación de la posición del espectador para separaciones S entre luminarias												
S = 1.0H		+1.0 / -1.7					+0.2 / -0.3					
S = 1.5H		+1.8 / -2.3					+0.5 / -0.7					
S = 2.0H		+2.6 / -3.1					+1.6 / -1.5					
Tabla estándar		BK03					BK04					
Sumando de corrección		3.9					10.2					
Índice de deslumbramiento corregido en relación a 1900lm Flujo luminoso total												

Diagrama UGR (SHR: 0.25)

## Ficha de producto

SIMON - SLIM suspendida de 1'2m, 3000K con óptica simétrica con difusor opal. Negro.

UNE-EN 61547 Equipos para alumbrado de uso general.

Requisitos de inmunidad - CEM.

UNE-EN 61000-3-2 Compatibilidad electromagnética (CEM).

UNE-EN 61000-3-3 Compatibilidad electromagnética (CEM).

## Edificación 1

**Lista de luminarias** $\Phi_{total}$ 

969000 lm

 $P_{total}$ 

9844.0 W

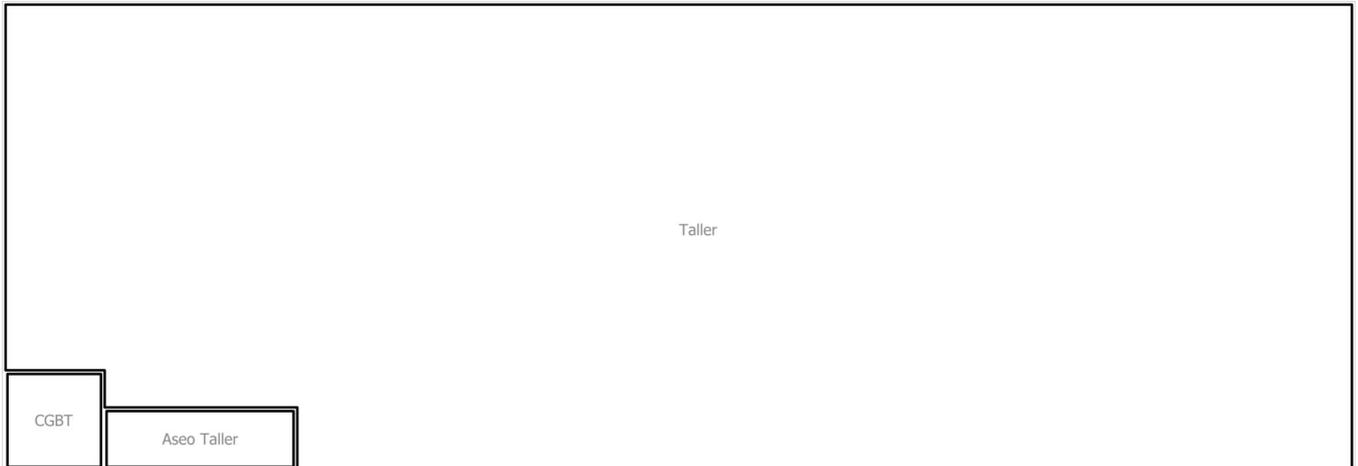
Rendimiento lumínico

98.4 lm/W

Uni.	Fabricante	N° de artículo	Nombre del artículo	P	$\Phi$	Rendimiento lumínico
42	SIMON	72060540-884	Luminaria 720 Advance M4 60x60 NW CLC DALI	28.0 W	4100 lm	146.4 lm/W
26	SIMON	72061540-884	Luminaria 720 Advance M4 120x30 NW CLC DALI	28.0 W	4100 lm	146.4 lm/W
12	SIMON	78030033-884	Luminaria estanca 780 600 IP65 4000K On-Off	20.0 W	2100 lm	105.0 lm/W
350	SIMON	90013010-388	SLIM suspendida de 1'2m, 3000K con óptica simétrica con difusor opal. Negro.	22.0 W	1900 lm	86.4 lm/W

Edificación 1 · Piso 0 (Escena de luz 1)

**Lista de locales**



Edificación 1 · Piso 0 (Escena de luz 1)

**Lista de locales**

## Aseo Taller

$P_{total}$ 120.0 W	$A_{Local}$ 30.00 m <sup>2</sup>	<b>Potencia específica de conexión</b> 4.00 W/m <sup>2</sup> = 1.71 W/m <sup>2</sup> /100 lx (Local)	$\bar{E}_{perpendicular}$ (Plano útil) 233 lx
------------------------	-------------------------------------	---	--

Uni.	Fabricante	Nº de artículo	Nombre del artículo	P	$\Phi_{Luminaria}$
6	SIMON	78030033-884	Luminaria estanca 780 600 IP65 4000K On-Off	20.0 W	2100 lm

## CGBT

$P_{total}$ 120.0 W	$A_{Local}$ 25.00 m <sup>2</sup>	<b>Potencia específica de conexión</b> 4.80 W/m <sup>2</sup> = 1.86 W/m <sup>2</sup> /100 lx (Local)	$\bar{E}_{perpendicular}$ (Plano útil) 257 lx
------------------------	-------------------------------------	---	--

Uni.	Fabricante	Nº de artículo	Nombre del artículo	P	$\Phi_{Luminaria}$
6	SIMON	78030033-884	Luminaria estanca 780 600 IP65 4000K On-Off	20.0 W	2100 lm

## Taller

$P_{total}$ 7700.0 W	$A_{Local}$ 1737.92 m <sup>2</sup>	<b>Potencia específica de conexión</b> 4.43 W/m <sup>2</sup> = 1.38 W/m <sup>2</sup> /100 lx (Local)	$\bar{E}_{perpendicular}$ (Plano útil) 320 lx
-------------------------	---------------------------------------	---	--

Uni.	Fabricante	Nº de artículo	Nombre del artículo	P	$\Phi_{Luminaria}$
350	SIMON	90013010-388	SLIM suspendida de 1'2m, 3000K con óptica simétrica con difusor opal. Negro.	22.0 W	1900 lm

Edificación 1 · Piso 0

**Lista de luminarias** $\Phi_{total}$ 

690200 lm

 $P_{total}$ 

7940.0 W

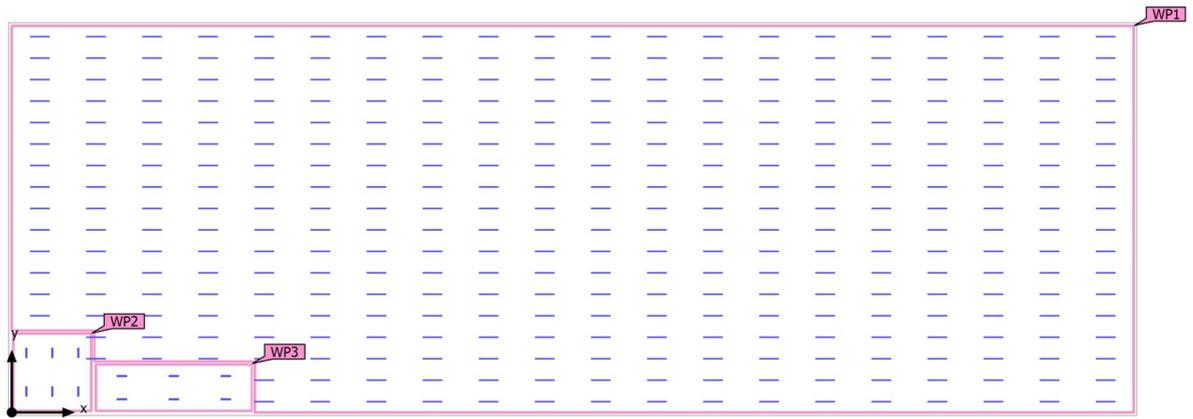
Rendimiento lumínico

86.9 lm/W

Uni.	Fabricante	N° de artículo	Nombre del artículo	P	$\Phi$	Rendimiento lumínico
12	SIMON	78030033-884	Luminaria estanca 780 600 IP65 4000K On-Off	20.0 W	2100 lm	105.0 lm/W
350	SIMON	90013010-388	SLIM suspendida de 1'2m, 3000K con óptica simétrica con difusor opal. Negro.	22.0 W	1900 lm	86.4 lm/W

Edificación 1 · Piso 0 (Escena de luz 1)

## Objetos de cálculo



Edificación 1 · Piso 0 (Escena de luz 1)

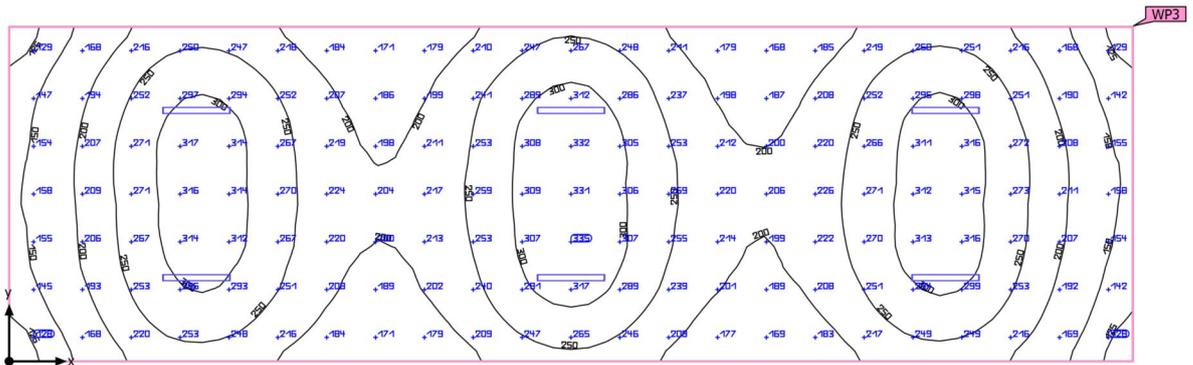
**Objetos de cálculo**

Planos útiles

Propiedades	$\bar{E}$ (Nominal)	$E_{\min}$	$E_{\max}$	$g_1$	$g_2$	Índice
Plano útil (Taller) Iluminancia perpendicular (Adaptativamente) Altura: 0.800 m, Zona marginal: 0.000 m	320 lx ( $\geq 300$ lx) ✓	126 lx	359 lx	0.39	0.35	WP1
Plano útil (CGBT) Iluminancia perpendicular (Adaptativamente) Altura: 0.800 m, Zona marginal: 0.000 m	257 lx ( $\geq 200$ lx) ✓	159 lx	311 lx	0.62	0.51	WP2
Plano útil (Aseo Taller) Iluminancia perpendicular (Adaptativamente) Altura: 0.800 m, Zona marginal: 0.000 m	233 lx ( $\geq 200$ lx) ✓	115 lx	332 lx	0.49	0.35	WP3

Edificación 1 · Piso 0 · Aseo Taller (Escena de luz 1)

### Resumen



Edificación 1 · Piso 0 · Aseo Taller (Escena de luz 1)

**Resumen**

## Resultados

	Tamaño	Calculado	Nominal	Verificación	Índice
Plano útil	$\bar{E}_{\text{perpendicular}}$	233 lx	$\geq 200$ lx	✓	WP3
	g <sub>1</sub>	0.49	-	-	WP3
Valores de consumo	Consumo	99 kWh/a	máx. 1100 kWh/a	✓	
Local	Potencia específica de conexión	4.00 W/m <sup>2</sup>	-	-	
		1.71 W/m <sup>2</sup> /100 lx	-	-	

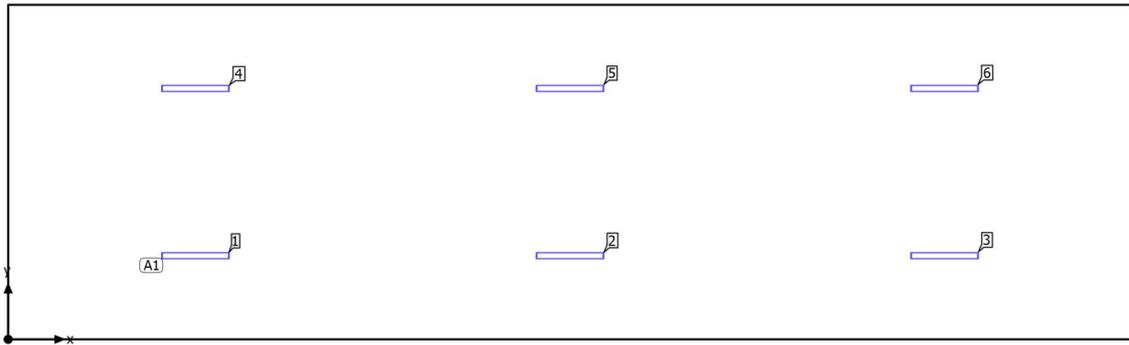
Perfil de uso: Áreas generales dentro de edificios - Salas de descanso, sanitarias y de primeros auxilios, Guardarropías, lavabos, baños, retretes

## Lista de luminarias

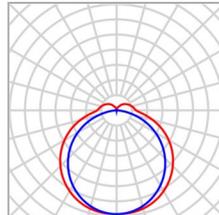
Uni.	Fabricante	Nº de artículo	Nombre del artículo	P	Φ	Rendimiento lumínico
6	SIMON	78030033-884	Luminaria estanca 780 600 IP65 4000K On-Off	20.0 W	2100 lm	105.0 lm/W

Edificación 1 · Piso 0 · Aseo Taller

**Plano de situación de luminarias**



Edificación 1 · Piso 0 · Aseo Taller

**Plano de situación de luminarias**

Fabricante	SIMON	P	20.0 W
N° de artículo	78030033-884	$\Phi$ Luminaria	2100 lm
Nombre del artículo	Luminaria estanca 780 600 IP65 4000K On-Off		
Lámpara	1x 780 IP65 4000K 600		

6 x SIMON Luminaria estanca 780 600 IP65 4000K On-Off

Tipo	Disposición en campo	X	Y	Altura de montaje	Luminaria
1era Luminaria (X/Y/Z)	1.667 m / 0.750 m / 2.500 m	1.667 m	0.750 m	2.500 m	1
Dirección X	3 Uni., Centro - centro, 3.333 m	5.000 m	0.750 m	2.500 m	2
		8.333 m	0.750 m	2.500 m	3
Dirección Y	2 Uni., Centro - centro, 1.500 m	1.667 m	2.250 m	2.500 m	4
Organización	A1	5.000 m	2.250 m	2.500 m	5
		8.333 m	2.250 m	2.500 m	6

Edificación 1 · Piso 0 · Aseo Taller

**Lista de luminarias** $\Phi_{total}$ 

12600 lm

 $P_{total}$ 

120.0 W

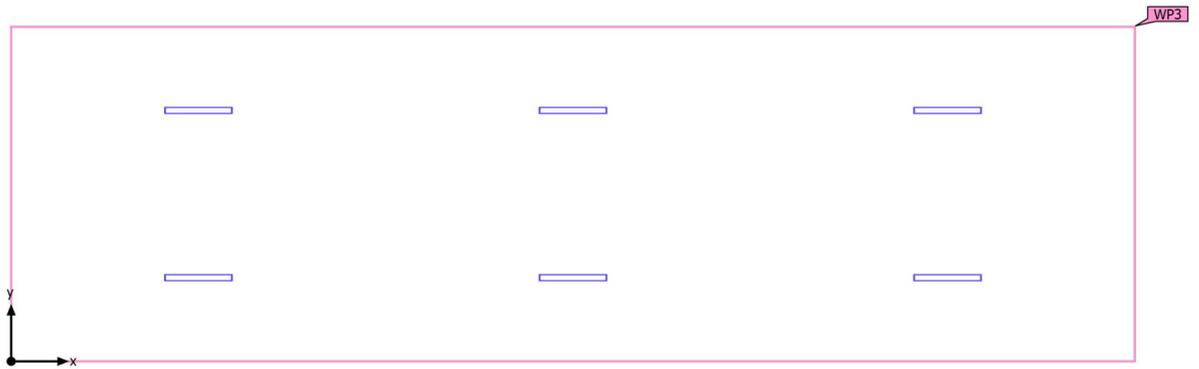
Rendimiento lumínico

105.0 lm/W

Uni.	Fabricante	N° de artículo	Nombre del artículo	P	$\Phi$	Rendimiento lumínico
6	SIMON	78030033-884	Luminaria estanca 780 600 IP65 4000K On-Off	20.0 W	2100 lm	105.0 lm/W

Edificación 1 · Piso 0 · Aseo Taller (Escena de luz 1)

## Objetos de cálculo



Edificación 1 · Piso 0 · Aseo Taller (Escena de luz 1)

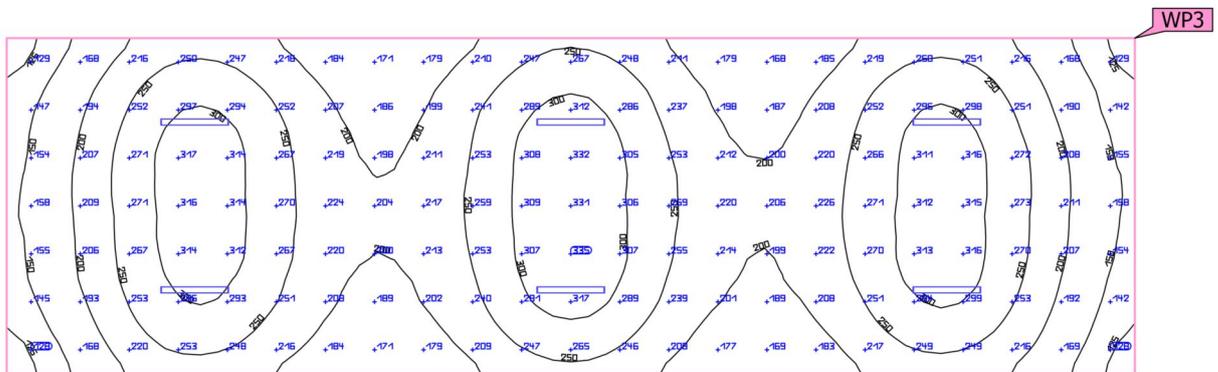
**Objetos de cálculo**

Planos útiles

Propiedades	$\bar{E}$ (Nominal)	$E_{\min}$	$E_{\max}$	$g_1$	$g_2$	Índice
Plano útil (Aseo Taller) Iluminancia perpendicular (Adaptativamente) Altura: 0.800 m, Zona marginal: 0.000 m	233 lx ( $\geq 200$ lx) ✓	115 lx	332 lx	0.49	0.35	WP3

Perfil de uso: Áreas generales dentro de edificios - Salas de descanso, sanitarias y de primeros auxilios, Guardarropías, lavabos, baños, retretes

Edificación 1 · Piso 0 · Aseo Taller (Escena de luz 1)  
**Plano útil (Aseo Taller)**

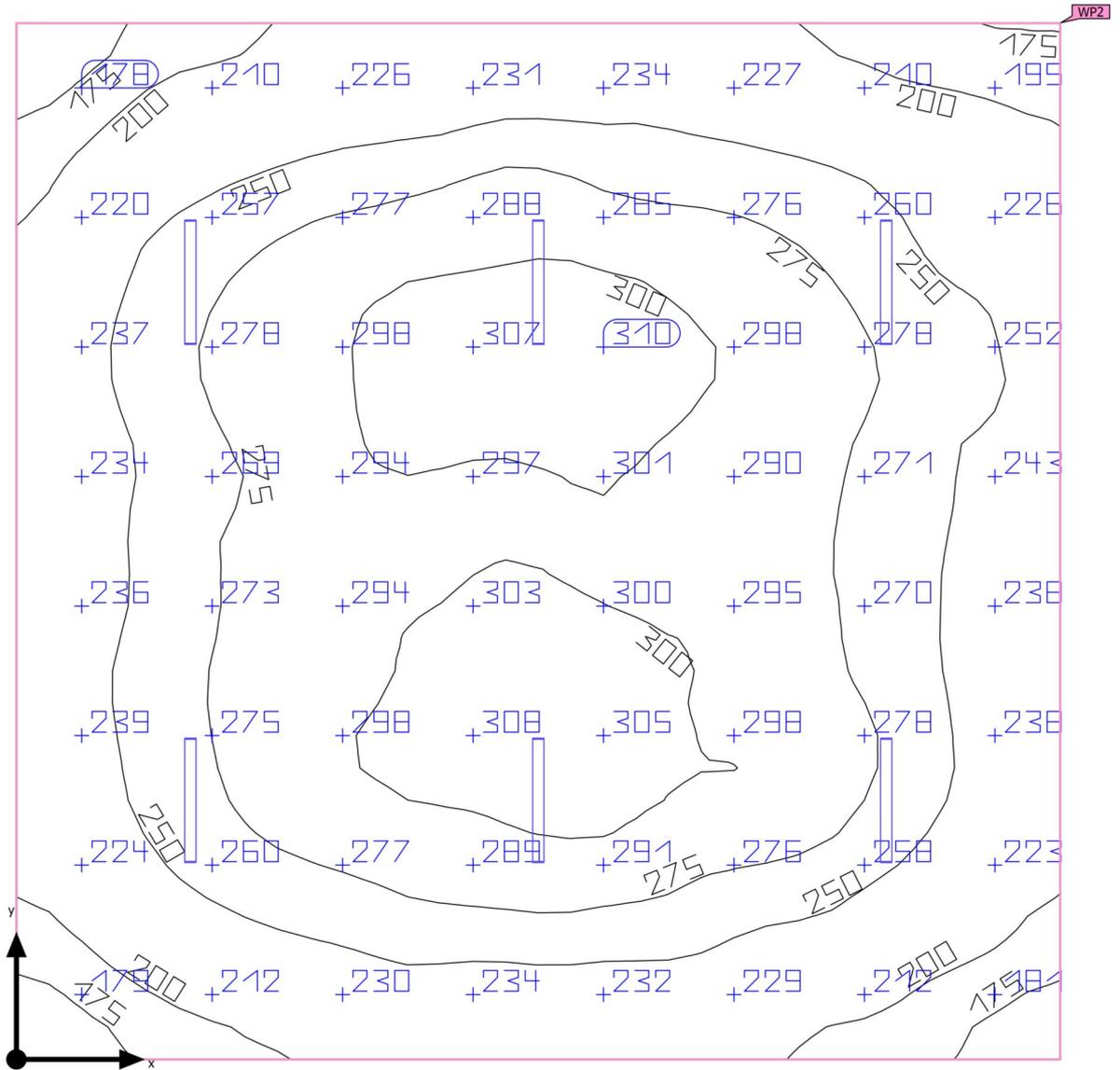


Propiedades	$\bar{E}$ (Nominal)	$E_{min}$	$E_{m\acute{a}x}$	$g_1$	$g_2$	Índice
Plano útil (Aseo Taller) Iluminancia perpendicular (Adaptativamente) Altura: 0.800 m, Zona marginal: 0.000 m	233 lx ( $\geq 200$ lx) ✓	115 lx	332 lx	0.49	0.35	WP3

Perfil de uso: Áreas generales dentro de edificios - Salas de descanso, sanitarias y de primeros auxilios, Guardarropías, lavabos, baños, retretes

Edificación 1 · Piso 0 · CGBT (Escena de luz 1)

## Resumen



Edificación 1 · Piso 0 · CGBT (Escena de luz 1)

**Resumen**

## Resultados

	Tamaño	Calculado	Nominal	Verificación	Índice
Plano útil	$\bar{E}_{\text{perpendicular}}$	257 lx	$\geq 200$ lx	✓	WP2
	g <sub>1</sub>	0.62	-	-	WP2
Valores de consumo	Consumo	[12 - 20] kWh/a	máx. 900 kWh/a	✓	
Local	Potencia específica de conexión	4.80 W/m <sup>2</sup>	-	-	
		1.86 W/m <sup>2</sup> /100 lx	-	-	

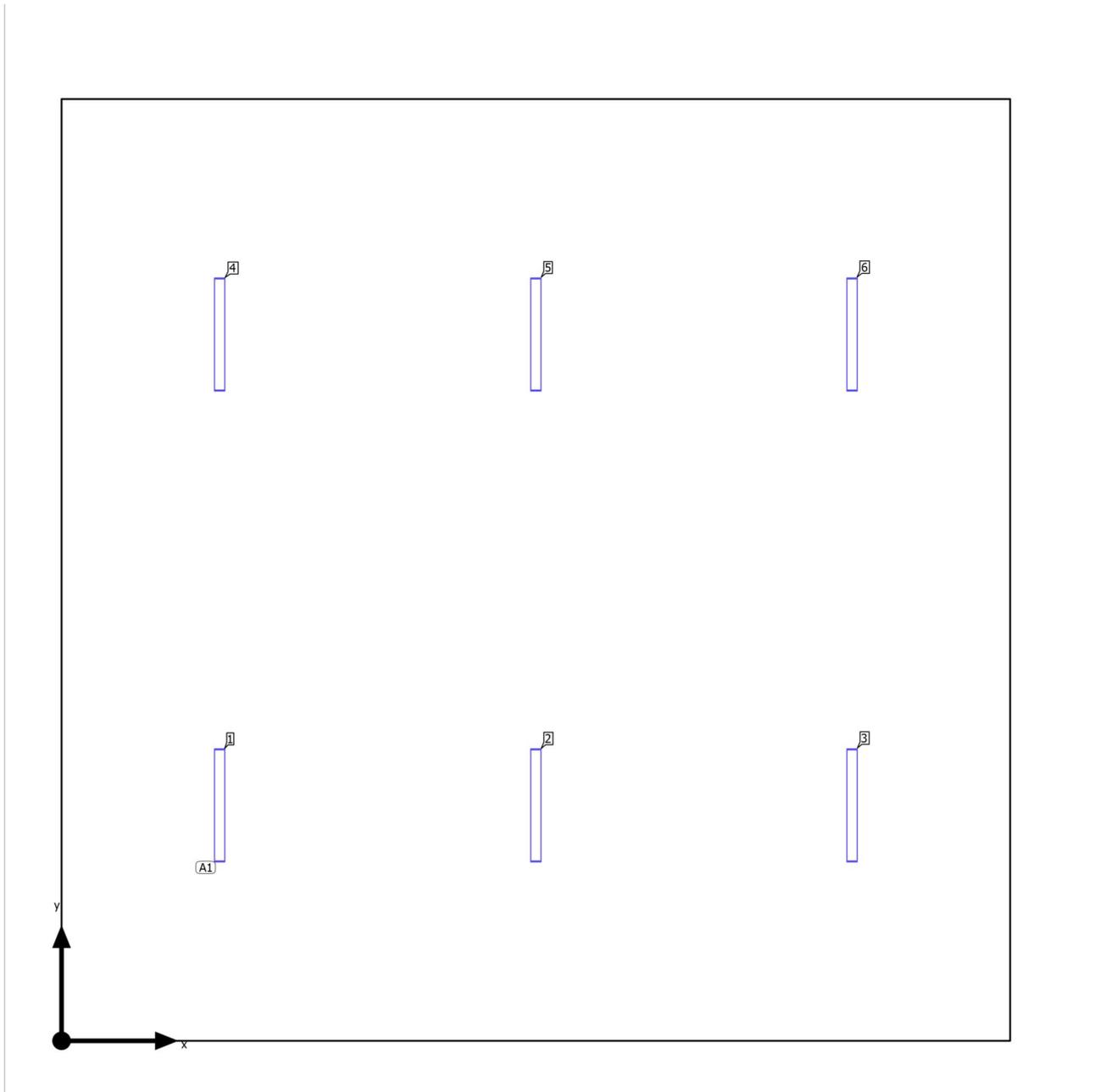
Perfil de uso: Áreas generales dentro de edificios - Salas de control, Salas para instalaciones de tecnología de edificios, salas de distribución

## Lista de luminarias

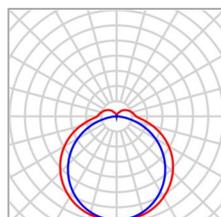
Uni.	Fabricante	Nº de artículo	Nombre del artículo	P	Φ	Rendimiento lumínico
6	SIMON	78030033-884	Luminaria estanca 780 600 IP65 4000K On-Off	20.0 W	2100 lm	105.0 lm/W

Edificación 1 · Piso 0 · CGBT

**Plano de situación de luminarias**



Edificación 1 · Piso 0 · CGBT

**Plano de situación de luminarias**

Fabricante	SIMON	P	20.0 W
N° de artículo	78030033-884	$\Phi$ Luminaria	2100 lm
Nombre del artículo	Luminaria estanca 780 600 IP65 4000K On-Off		
Lámpara	1x 780 IP65 4000K 600		

6 x SIMON Luminaria estanca 780 600 IP65 4000K On-Off

Tipo	Disposición en campo	X	Y	Altura de montaje	Luminaria
1era Luminaria (X/Y/Z)	0.833 m / 1.250 m / 3.000 m	0.833 m	1.250 m	3.000 m	1
		2.500 m	1.250 m	3.000 m	2
Dirección X	3 Uni., Centro - centro, 1.667 m	4.167 m	1.250 m	3.000 m	3
		0.833 m	3.750 m	3.000 m	4
Dirección Y	2 Uni., Centro - centro, 2.500 m	2.500 m	3.750 m	3.000 m	5
		4.167 m	3.750 m	3.000 m	6
Organización	A1				

Edificación 1 · Piso 0 · CGBT

**Lista de luminarias** $\Phi_{total}$ 

12600 lm

 $P_{total}$ 

120.0 W

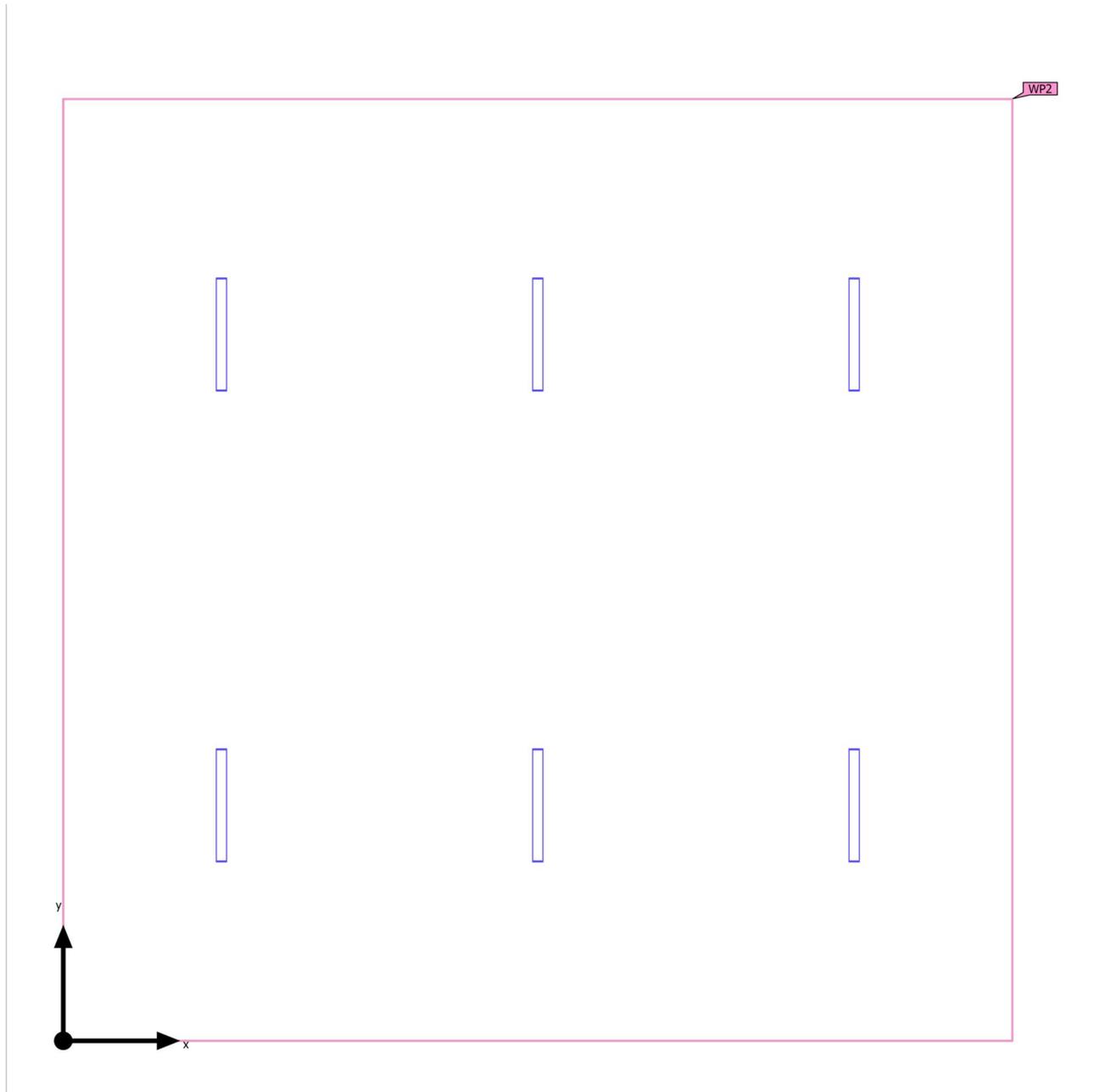
Rendimiento lumínico

105.0 lm/W

Uni.	Fabricante	N° de artículo	Nombre del artículo	P	$\Phi$	Rendimiento lumínico
6	SIMON	78030033-884	Luminaria estanca 780 600 IP65 4000K On-Off	20.0 W	2100 lm	105.0 lm/W

Edificación 1 · Piso 0 · CGBT (Escena de luz 1)

## Objetos de cálculo



Edificación 1 · Piso 0 · CGBT (Escena de luz 1)

**Objetos de cálculo**

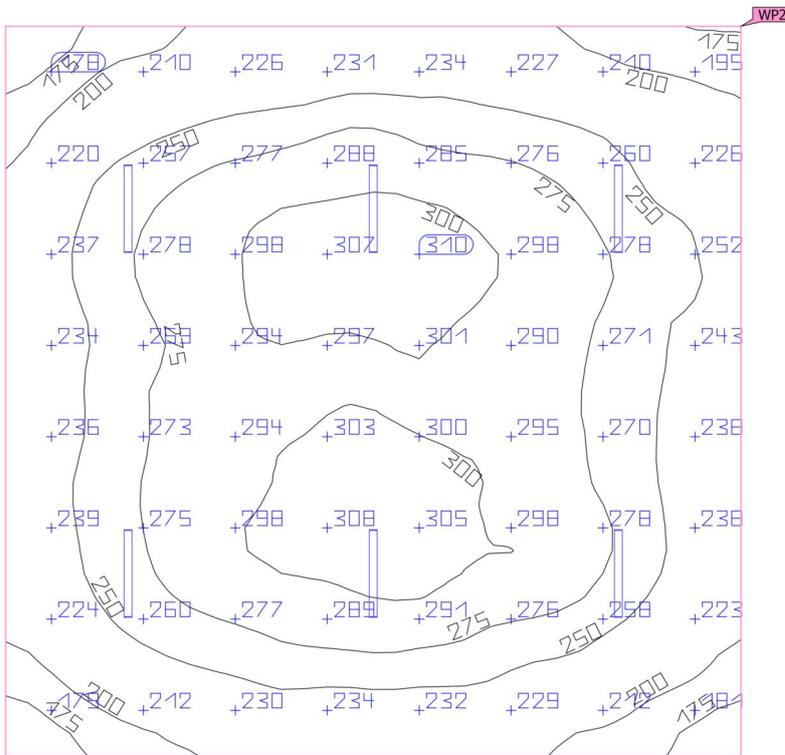
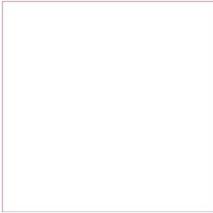
Planos útiles

Propiedades	$\bar{E}$ (Nominal)	$E_{\min}$	$E_{\max}$	$g_1$	$g_2$	Índice
Plano útil (CGBT) Iluminancia perpendicular (Adaptativamente) Altura: 0.800 m, Zona marginal: 0.000 m	257 lx ( $\geq 200$ lx) ✓	159 lx	311 lx	0.62	0.51	WP2

Perfil de uso: Áreas generales dentro de edificios - Salas de control, Salas para instalaciones de tecnología de edificios, salas de distribución

Edificación 1 · Piso 0 · CGBT (Escena de luz 1)

**Plano útil (CGBT)**

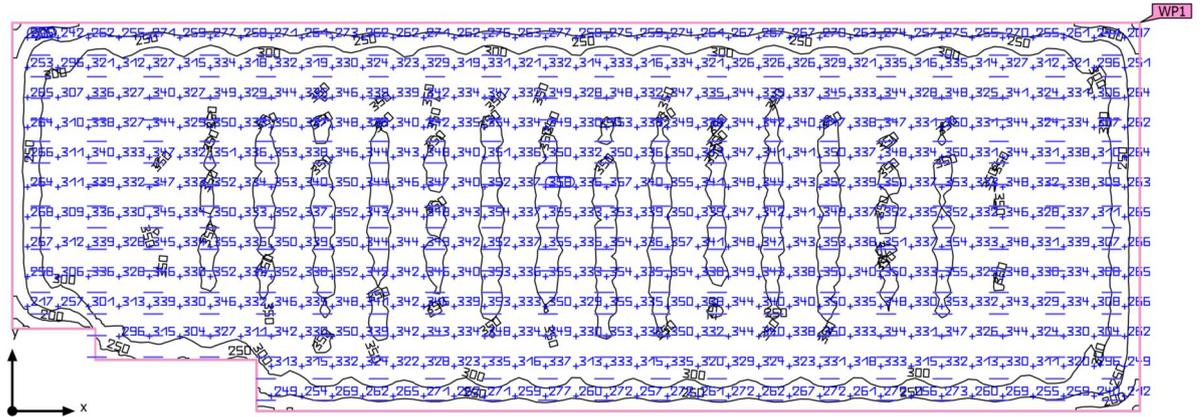


Propiedades	$\bar{E}$ (Nominal)	$E_{min}$	$E_{m\acute{a}x}$	$g_1$	$g_2$	Índice
Plano útil (CGBT)	257 lx	159 lx	311 lx	0.62	0.51	WP2
Iluminancia perpendicular (Adaptativamente)	$\geq 200$ lx					
Altura: 0.800 m, Zona marginal: 0.000 m	✓					

Perfil de uso: Áreas generales dentro de edificios - Salas de control, Salas para instalaciones de tecnología de edificios, salas de distribución

Edificación 1 · Piso 0 · Taller (Escena de luz 1)

Resumen



Edificación 1 · Piso 0 · Taller (Escena de luz 1)

**Resumen**

## Resultados

	Tamaño	Calculado	Nominal	Verificación	Índice
Plano útil	$\bar{E}_{\text{perpendicular}}$	320 lx	$\geq 300$ lx	✓	WP1
	g <sub>1</sub>	0.39	-	-	WP1
Valores de consumo	Consumo	[10550 - 17350] kWh/a	máx. 60850 kWh/a	✓	
Local	Potencia específica de conexión	4.43 W/m <sup>2</sup>	-	-	
		1.38 W/m <sup>2</sup> /100 lx	-	-	

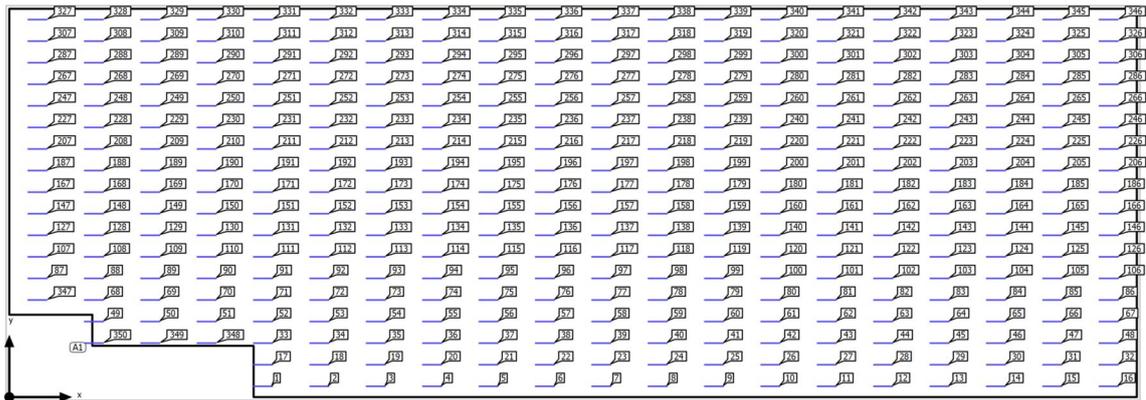
Perfil de uso: Actividades industriales y artesanales - Tratamiento y procesamiento de metal, Soldadura

## Lista de luminarias

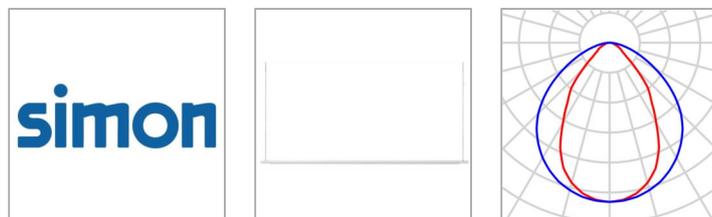
Uni.	Fabricante	Nº de artículo	Nombre del artículo	P	Φ	Rendimiento lumínico
350	SIMON	90013010-388	SLIM suspendida de 1'2m, 3000K con óptica simétrica con difusor opal. Negro.	22.0 W	1900 lm	86.4 lm/W

Edificación 1 · Piso 0 · Taller

## Plano de situación de luminarias



Edificación 1 · Piso 0 · Taller

**Plano de situación de luminarias**

Fabricante	SIMON	P	22.0 W
N° de artículo	90013010-388	$\Phi$ Luminaria	1900 lm
Nombre del artículo	SLIM suspendida de 1'2m, 3000K con óptica simétrica con difusor opal. Negro.		
Lámpara	1x SLIM 1,2m 3000K SIMETRICO		

350 x SIMON SLIM suspendida de 1'2m, 3000K con óptica simétrica con difusor opal. Negro.

Tipo	Disposición en campo	X	Y	Altura de montaje	Luminaria
1era Luminaria (X/Y/Z)	16.200 m / 0.694 m / 4.000 m	16.200 m	0.694 m	4.000 m	1
		19.800 m	0.694 m	4.000 m	2
Dirección X	20 Uni., Centro - centro, 3.600 m	23.400 m	0.694 m	4.000 m	3
		27.000 m	0.694 m	4.000 m	4
		30.600 m	0.694 m	4.000 m	5
Dirección Y	18 Uni., Centro - centro, 1.389 m	34.200 m	0.694 m	4.000 m	6
		37.800 m	0.694 m	4.000 m	7
		41.400 m	0.694 m	4.000 m	8
Organización	A1	45.000 m	0.694 m	4.000 m	9
		48.600 m	0.694 m	4.000 m	10
		52.200 m	0.694 m	4.000 m	11
		55.800 m	0.694 m	4.000 m	12

Edificación 1 · Piso 0 · Taller

**Plano de situación de luminarias**

X	Y	Altura de montaje	Luminaria
59.400 m	0.694 m	4.000 m	13
63.000 m	0.694 m	4.000 m	14
66.600 m	0.694 m	4.000 m	15
70.200 m	0.694 m	4.000 m	16
16.200 m	2.083 m	4.000 m	17
19.800 m	2.083 m	4.000 m	18
23.400 m	2.083 m	4.000 m	19
27.000 m	2.083 m	4.000 m	20
30.600 m	2.083 m	4.000 m	21
34.200 m	2.083 m	4.000 m	22
37.800 m	2.083 m	4.000 m	23
41.400 m	2.083 m	4.000 m	24
45.000 m	2.083 m	4.000 m	25
48.600 m	2.083 m	4.000 m	26
52.200 m	2.083 m	4.000 m	27
55.800 m	2.083 m	4.000 m	28
59.400 m	2.083 m	4.000 m	29
63.000 m	2.083 m	4.000 m	30
66.600 m	2.083 m	4.000 m	31
70.200 m	2.083 m	4.000 m	32
16.200 m	3.472 m	4.000 m	33
19.800 m	3.472 m	4.000 m	34
23.400 m	3.472 m	4.000 m	35
27.000 m	3.472 m	4.000 m	36

Edificación 1 · Piso 0 · Taller

**Plano de situación de luminarias**

X	Y	Altura de montaje	Luminaria
30.600 m	3.472 m	4.000 m	37
34.200 m	3.472 m	4.000 m	38
37.800 m	3.472 m	4.000 m	39
41.400 m	3.472 m	4.000 m	40
45.000 m	3.472 m	4.000 m	41
48.600 m	3.472 m	4.000 m	42
52.200 m	3.472 m	4.000 m	43
55.800 m	3.472 m	4.000 m	44
59.400 m	3.472 m	4.000 m	45
63.000 m	3.472 m	4.000 m	46
66.600 m	3.472 m	4.000 m	47
70.200 m	3.472 m	4.000 m	48
5.400 m	4.861 m	4.000 m	49
9.000 m	4.861 m	4.000 m	50
12.600 m	4.861 m	4.000 m	51
16.200 m	4.861 m	4.000 m	52
19.800 m	4.861 m	4.000 m	53
23.400 m	4.861 m	4.000 m	54
27.000 m	4.861 m	4.000 m	55
30.600 m	4.861 m	4.000 m	56
34.200 m	4.861 m	4.000 m	57
37.800 m	4.861 m	4.000 m	58
41.400 m	4.861 m	4.000 m	59
45.000 m	4.861 m	4.000 m	60

Edificación 1 · Piso 0 · Taller

**Plano de situación de luminarias**

X	Y	Altura de montaje	Luminaria
48.600 m	4.861 m	4.000 m	61
52.200 m	4.861 m	4.000 m	62
55.800 m	4.861 m	4.000 m	63
59.400 m	4.861 m	4.000 m	64
63.000 m	4.861 m	4.000 m	65
66.600 m	4.861 m	4.000 m	66
70.200 m	4.861 m	4.000 m	67
5.400 m	6.250 m	4.000 m	68
9.000 m	6.250 m	4.000 m	69
12.600 m	6.250 m	4.000 m	70
16.200 m	6.250 m	4.000 m	71
19.800 m	6.250 m	4.000 m	72
23.400 m	6.250 m	4.000 m	73
27.000 m	6.250 m	4.000 m	74
30.600 m	6.250 m	4.000 m	75
34.200 m	6.250 m	4.000 m	76
37.800 m	6.250 m	4.000 m	77
41.400 m	6.250 m	4.000 m	78
45.000 m	6.250 m	4.000 m	79
48.600 m	6.250 m	4.000 m	80
52.200 m	6.250 m	4.000 m	81
55.800 m	6.250 m	4.000 m	82
59.400 m	6.250 m	4.000 m	83
63.000 m	6.250 m	4.000 m	84

Edificación 1 · Piso 0 · Taller

**Plano de situación de luminarias**

X	Y	Altura de montaje	Luminaria
66.600 m	6.250 m	4.000 m	85
70.200 m	6.250 m	4.000 m	86
1.800 m	7.639 m	4.000 m	87
5.400 m	7.639 m	4.000 m	88
9.000 m	7.639 m	4.000 m	89
12.600 m	7.639 m	4.000 m	90
16.200 m	7.639 m	4.000 m	91
19.800 m	7.639 m	4.000 m	92
23.400 m	7.639 m	4.000 m	93
27.000 m	7.639 m	4.000 m	94
30.600 m	7.639 m	4.000 m	95
34.200 m	7.639 m	4.000 m	96
37.800 m	7.639 m	4.000 m	97
41.400 m	7.639 m	4.000 m	98
45.000 m	7.639 m	4.000 m	99
48.600 m	7.639 m	4.000 m	100
52.200 m	7.639 m	4.000 m	101
55.800 m	7.639 m	4.000 m	102
59.400 m	7.639 m	4.000 m	103
63.000 m	7.639 m	4.000 m	104
66.600 m	7.639 m	4.000 m	105
70.200 m	7.639 m	4.000 m	106
1.800 m	9.028 m	4.000 m	107
5.400 m	9.028 m	4.000 m	108

Edificación 1 · Piso 0 · Taller

**Plano de situación de luminarias**

X	Y	Altura de montaje	Luminaria
9.000 m	9.028 m	4.000 m	109
12.600 m	9.028 m	4.000 m	110
16.200 m	9.028 m	4.000 m	111
19.800 m	9.028 m	4.000 m	112
23.400 m	9.028 m	4.000 m	113
27.000 m	9.028 m	4.000 m	114
30.600 m	9.028 m	4.000 m	115
34.200 m	9.028 m	4.000 m	116
37.800 m	9.028 m	4.000 m	117
41.400 m	9.028 m	4.000 m	118
45.000 m	9.028 m	4.000 m	119
48.600 m	9.028 m	4.000 m	120
52.200 m	9.028 m	4.000 m	121
55.800 m	9.028 m	4.000 m	122
59.400 m	9.028 m	4.000 m	123
63.000 m	9.028 m	4.000 m	124
66.600 m	9.028 m	4.000 m	125
70.200 m	9.028 m	4.000 m	126
1.800 m	10.417 m	4.000 m	127
5.400 m	10.417 m	4.000 m	128
9.000 m	10.417 m	4.000 m	129
12.600 m	10.417 m	4.000 m	130
16.200 m	10.417 m	4.000 m	131
19.800 m	10.417 m	4.000 m	132

Edificación 1 · Piso 0 · Taller

**Plano de situación de luminarias**

X	Y	Altura de montaje	Luminaria
23.400 m	10.417 m	4.000 m	133
27.000 m	10.417 m	4.000 m	134
30.600 m	10.417 m	4.000 m	135
34.200 m	10.417 m	4.000 m	136
37.800 m	10.417 m	4.000 m	137
41.400 m	10.417 m	4.000 m	138
45.000 m	10.417 m	4.000 m	139
48.600 m	10.417 m	4.000 m	140
52.200 m	10.417 m	4.000 m	141
55.800 m	10.417 m	4.000 m	142
59.400 m	10.417 m	4.000 m	143
63.000 m	10.417 m	4.000 m	144
66.600 m	10.417 m	4.000 m	145
70.200 m	10.417 m	4.000 m	146
1.800 m	11.806 m	4.000 m	147
5.400 m	11.806 m	4.000 m	148
9.000 m	11.806 m	4.000 m	149
12.600 m	11.806 m	4.000 m	150
16.200 m	11.806 m	4.000 m	151
19.800 m	11.806 m	4.000 m	152
23.400 m	11.806 m	4.000 m	153
27.000 m	11.806 m	4.000 m	154
30.600 m	11.806 m	4.000 m	155
34.200 m	11.806 m	4.000 m	156

Edificación 1 · Piso 0 · Taller

**Plano de situación de luminarias**

X	Y	Altura de montaje	Luminaria
37.800 m	11.806 m	4.000 m	157
41.400 m	11.806 m	4.000 m	158
45.000 m	11.806 m	4.000 m	159
48.600 m	11.806 m	4.000 m	160
52.200 m	11.806 m	4.000 m	161
55.800 m	11.806 m	4.000 m	162
59.400 m	11.806 m	4.000 m	163
63.000 m	11.806 m	4.000 m	164
66.600 m	11.806 m	4.000 m	165
70.200 m	11.806 m	4.000 m	166
1.800 m	13.194 m	4.000 m	167
5.400 m	13.194 m	4.000 m	168
9.000 m	13.194 m	4.000 m	169
12.600 m	13.194 m	4.000 m	170
16.200 m	13.194 m	4.000 m	171
19.800 m	13.194 m	4.000 m	172
23.400 m	13.194 m	4.000 m	173
27.000 m	13.194 m	4.000 m	174
30.600 m	13.194 m	4.000 m	175
34.200 m	13.194 m	4.000 m	176
37.800 m	13.194 m	4.000 m	177
41.400 m	13.194 m	4.000 m	178
45.000 m	13.194 m	4.000 m	179
48.600 m	13.194 m	4.000 m	180

Edificación 1 · Piso 0 · Taller

**Plano de situación de luminarias**

X	Y	Altura de montaje	Luminaria
52.200 m	13.194 m	4.000 m	181
55.800 m	13.194 m	4.000 m	182
59.400 m	13.194 m	4.000 m	183
63.000 m	13.194 m	4.000 m	184
66.600 m	13.194 m	4.000 m	185
70.200 m	13.194 m	4.000 m	186
1.800 m	14.583 m	4.000 m	187
5.400 m	14.583 m	4.000 m	188
9.000 m	14.583 m	4.000 m	189
12.600 m	14.583 m	4.000 m	190
16.200 m	14.583 m	4.000 m	191
19.800 m	14.583 m	4.000 m	192
23.400 m	14.583 m	4.000 m	193
27.000 m	14.583 m	4.000 m	194
30.600 m	14.583 m	4.000 m	195
34.200 m	14.583 m	4.000 m	196
37.800 m	14.583 m	4.000 m	197
41.400 m	14.583 m	4.000 m	198
45.000 m	14.583 m	4.000 m	199
48.600 m	14.583 m	4.000 m	200
52.200 m	14.583 m	4.000 m	201
55.800 m	14.583 m	4.000 m	202
59.400 m	14.583 m	4.000 m	203
63.000 m	14.583 m	4.000 m	204

Edificación 1 · Piso 0 · Taller

**Plano de situación de luminarias**

X	Y	Altura de montaje	Luminaria
66.600 m	14.583 m	4.000 m	205
70.200 m	14.583 m	4.000 m	206
1.800 m	15.972 m	4.000 m	207
5.400 m	15.972 m	4.000 m	208
9.000 m	15.972 m	4.000 m	209
12.600 m	15.972 m	4.000 m	210
16.200 m	15.972 m	4.000 m	211
19.800 m	15.972 m	4.000 m	212
23.400 m	15.972 m	4.000 m	213
27.000 m	15.972 m	4.000 m	214
30.600 m	15.972 m	4.000 m	215
34.200 m	15.972 m	4.000 m	216
37.800 m	15.972 m	4.000 m	217
41.400 m	15.972 m	4.000 m	218
45.000 m	15.972 m	4.000 m	219
48.600 m	15.972 m	4.000 m	220
52.200 m	15.972 m	4.000 m	221
55.800 m	15.972 m	4.000 m	222
59.400 m	15.972 m	4.000 m	223
63.000 m	15.972 m	4.000 m	224
66.600 m	15.972 m	4.000 m	225
70.200 m	15.972 m	4.000 m	226
1.800 m	17.361 m	4.000 m	227
5.400 m	17.361 m	4.000 m	228

Edificación 1 · Piso 0 · Taller

**Plano de situación de luminarias**

X	Y	Altura de montaje	Luminaria
9.000 m	17.361 m	4.000 m	229
12.600 m	17.361 m	4.000 m	230
16.200 m	17.361 m	4.000 m	231
19.800 m	17.361 m	4.000 m	232
23.400 m	17.361 m	4.000 m	233
27.000 m	17.361 m	4.000 m	234
30.600 m	17.361 m	4.000 m	235
34.200 m	17.361 m	4.000 m	236
37.800 m	17.361 m	4.000 m	237
41.400 m	17.361 m	4.000 m	238
45.000 m	17.361 m	4.000 m	239
48.600 m	17.361 m	4.000 m	240
52.200 m	17.361 m	4.000 m	241
55.800 m	17.361 m	4.000 m	242
59.400 m	17.361 m	4.000 m	243
63.000 m	17.361 m	4.000 m	244
66.600 m	17.361 m	4.000 m	245
70.200 m	17.361 m	4.000 m	246
1.800 m	18.750 m	4.000 m	247
5.400 m	18.750 m	4.000 m	248
9.000 m	18.750 m	4.000 m	249
12.600 m	18.750 m	4.000 m	250
16.200 m	18.750 m	4.000 m	251
19.800 m	18.750 m	4.000 m	252

Edificación 1 · Piso 0 · Taller

**Plano de situación de luminarias**

X	Y	Altura de montaje	Luminaria
23.400 m	18.750 m	4.000 m	253
27.000 m	18.750 m	4.000 m	254
30.600 m	18.750 m	4.000 m	255
34.200 m	18.750 m	4.000 m	256
37.800 m	18.750 m	4.000 m	257
41.400 m	18.750 m	4.000 m	258
45.000 m	18.750 m	4.000 m	259
48.600 m	18.750 m	4.000 m	260
52.200 m	18.750 m	4.000 m	261
55.800 m	18.750 m	4.000 m	262
59.400 m	18.750 m	4.000 m	263
63.000 m	18.750 m	4.000 m	264
66.600 m	18.750 m	4.000 m	265
70.200 m	18.750 m	4.000 m	266
1.800 m	20.139 m	4.000 m	267
5.400 m	20.139 m	4.000 m	268
9.000 m	20.139 m	4.000 m	269
12.600 m	20.139 m	4.000 m	270
16.200 m	20.139 m	4.000 m	271
19.800 m	20.139 m	4.000 m	272
23.400 m	20.139 m	4.000 m	273
27.000 m	20.139 m	4.000 m	274
30.600 m	20.139 m	4.000 m	275
34.200 m	20.139 m	4.000 m	276

Edificación 1 · Piso 0 · Taller

**Plano de situación de luminarias**

X	Y	Altura de montaje	Luminaria
37.800 m	20.139 m	4.000 m	277
41.400 m	20.139 m	4.000 m	278
45.000 m	20.139 m	4.000 m	279
48.600 m	20.139 m	4.000 m	280
52.200 m	20.139 m	4.000 m	281
55.800 m	20.139 m	4.000 m	282
59.400 m	20.139 m	4.000 m	283
63.000 m	20.139 m	4.000 m	284
66.600 m	20.139 m	4.000 m	285
70.200 m	20.139 m	4.000 m	286
1.800 m	21.528 m	4.000 m	287
5.400 m	21.528 m	4.000 m	288
9.000 m	21.528 m	4.000 m	289
12.600 m	21.528 m	4.000 m	290
16.200 m	21.528 m	4.000 m	291
19.800 m	21.528 m	4.000 m	292
23.400 m	21.528 m	4.000 m	293
27.000 m	21.528 m	4.000 m	294
30.600 m	21.528 m	4.000 m	295
34.200 m	21.528 m	4.000 m	296
37.800 m	21.528 m	4.000 m	297
41.400 m	21.528 m	4.000 m	298
45.000 m	21.528 m	4.000 m	299
48.600 m	21.528 m	4.000 m	300

Edificación 1 · Piso 0 · Taller

**Plano de situación de luminarias**

X	Y	Altura de montaje	Luminaria
52.200 m	21.528 m	4.000 m	301
55.800 m	21.528 m	4.000 m	302
59.400 m	21.528 m	4.000 m	303
63.000 m	21.528 m	4.000 m	304
66.600 m	21.528 m	4.000 m	305
70.200 m	21.528 m	4.000 m	306
1.800 m	22.917 m	4.000 m	307
5.400 m	22.917 m	4.000 m	308
9.000 m	22.917 m	4.000 m	309
12.600 m	22.917 m	4.000 m	310
16.200 m	22.917 m	4.000 m	311
19.800 m	22.917 m	4.000 m	312
23.400 m	22.917 m	4.000 m	313
27.000 m	22.917 m	4.000 m	314
30.600 m	22.917 m	4.000 m	315
34.200 m	22.917 m	4.000 m	316
37.800 m	22.917 m	4.000 m	317
41.400 m	22.917 m	4.000 m	318
45.000 m	22.917 m	4.000 m	319
48.600 m	22.917 m	4.000 m	320
52.200 m	22.917 m	4.000 m	321
55.800 m	22.917 m	4.000 m	322
59.400 m	22.917 m	4.000 m	323
63.000 m	22.917 m	4.000 m	324

Edificación 1 · Piso 0 · Taller

**Plano de situación de luminarias**

X	Y	Altura de montaje	Luminaria
66.600 m	22.917 m	4.000 m	325
70.200 m	22.917 m	4.000 m	326
1.800 m	24.306 m	4.000 m	327
5.400 m	24.306 m	4.000 m	328
9.000 m	24.306 m	4.000 m	329
12.600 m	24.306 m	4.000 m	330
16.200 m	24.306 m	4.000 m	331
19.800 m	24.306 m	4.000 m	332
23.400 m	24.306 m	4.000 m	333
27.000 m	24.306 m	4.000 m	334
30.600 m	24.306 m	4.000 m	335
34.200 m	24.306 m	4.000 m	336
37.800 m	24.306 m	4.000 m	337
41.400 m	24.306 m	4.000 m	338
45.000 m	24.306 m	4.000 m	339
48.600 m	24.306 m	4.000 m	340
52.200 m	24.306 m	4.000 m	341
55.800 m	24.306 m	4.000 m	342
59.400 m	24.306 m	4.000 m	343
63.000 m	24.306 m	4.000 m	344
66.600 m	24.306 m	4.000 m	345
70.200 m	24.306 m	4.000 m	346
1.800 m	6.250 m	4.000 m	347
12.600 m	3.472 m	4.000 m	348

Edificación 1 · Piso 0 · Taller

**Plano de situación de luminarias**

X	Y	Altura de montaje	Luminaria
9.000 m	3.472 m	4.000 m	349
5.400 m	3.472 m	4.000 m	350

Edificación 1 · Piso 0 · Taller

**Lista de luminarias** $\Phi_{total}$ 

665000 lm

 $P_{total}$ 

7700.0 W

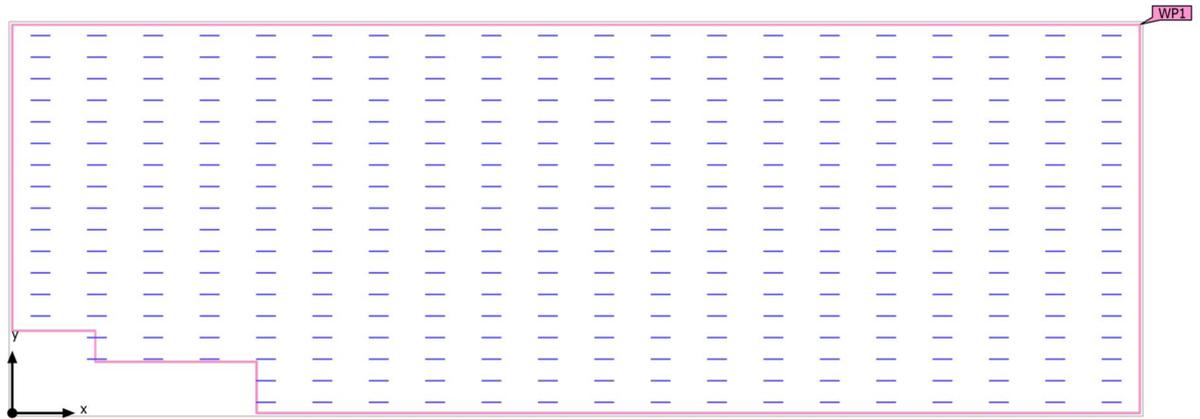
Rendimiento lumínico

86.4 lm/W

Uni.	Fabricante	N° de artículo	Nombre del artículo	P	$\Phi$	Rendimiento lumínico
350	SIMON	90013010-388	SLIM suspendida de 1'2m, 3000K con óptica simétrica con difusor opal. Negro.	22.0 W	1900 lm	86.4 lm/W

Edificación 1 · Piso 0 · Taller (Escena de luz 1)

**Objetos de cálculo**



Edificación 1 · Piso 0 · Taller (Escena de luz 1)

**Objetos de cálculo**

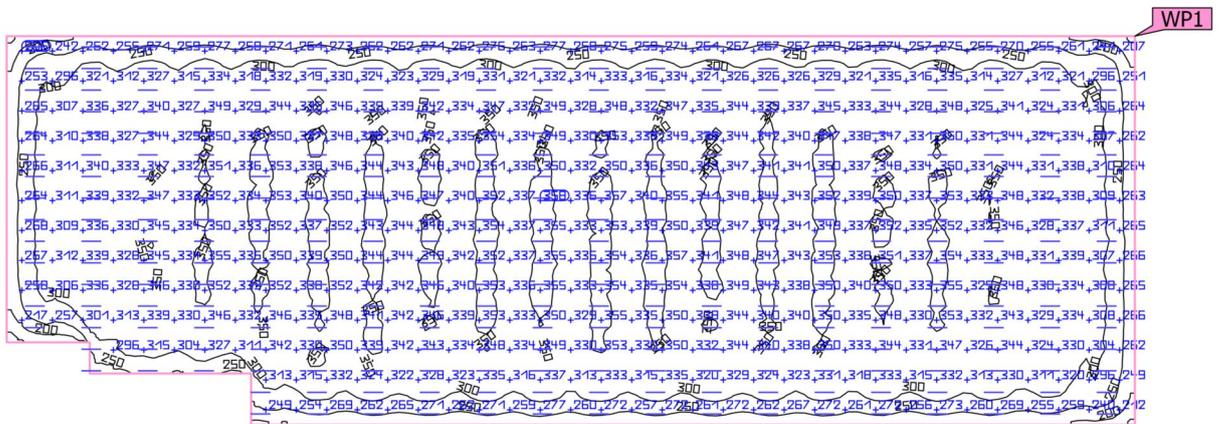
Planos útiles

Propiedades	$\bar{E}$ (Nominal)	$E_{\min}$	$E_{\max}$	$g_1$	$g_2$	Índice
Plano útil (Taller) Iluminancia perpendicular (Adaptativamente) Altura: 0.800 m, Zona marginal: 0.000 m	320 lx ( $\geq 300$ lx) ✓	126 lx	359 lx	0.39	0.35	WP1

Perfil de uso: Actividades industriales y artesanales - Tratamiento y procesamiento de metal, Soldadura

Edificación 1 · Piso 0 · Taller (Escena de luz 1)

Plano útil (Taller)



Propiedades	$\bar{E}$ (Nominal)	$E_{min}$	$E_{max}$	$g_1$	$g_2$	Índice
Plano útil (Taller)	320 lx	126 lx	359 lx	0.39	0.35	WP1
Iluminancia perpendicular (Adaptativamente)	(≥ 300 lx)					
Altura: 0.800 m, Zona marginal: 0.000 m	✓					

Perfil de uso: Actividades industriales y artesanales - Tratamiento y procesamiento de metal, Soldadura

Edificación 1 · Piso 1 (Escena de luz 1)

**Lista de locales**



Edificación 1 · Piso 1 (Escena de luz 1)

**Lista de locales**

## Despacho 1

$P_{total}$ 112.0 W	$A_{Local}$ 20.70 m <sup>2</sup>	<b>Potencia específica de conexión</b> 5.41 W/m <sup>2</sup> = 0.96 W/m <sup>2</sup> /100 lx (Local)	$\bar{E}_{perpendicular}$ (Plano útil) 564 lx
------------------------	-------------------------------------	---	--

Uni.	Fabricante	Nº de artículo	Nombre del artículo	P	$\Phi_{Luminaria}$
4	SIMON	72061540-884	Luminaria 720 Advance M4 120x30 NW CLC DALI	28.0 W	4100 lm

## Despacho 2

$P_{total}$ 112.0 W	$A_{Local}$ 20.70 m <sup>2</sup>	<b>Potencia específica de conexión</b> 5.41 W/m <sup>2</sup> = 0.97 W/m <sup>2</sup> /100 lx (Local)	$\bar{E}_{perpendicular}$ (Plano útil) 561 lx
------------------------	-------------------------------------	---	--

Uni.	Fabricante	Nº de artículo	Nombre del artículo	P	$\Phi_{Luminaria}$
4	SIMON	72061540-884	Luminaria 720 Advance M4 120x30 NW CLC DALI	28.0 W	4100 lm

## Despacho 3

$P_{total}$ 112.0 W	$A_{Local}$ 20.70 m <sup>2</sup>	<b>Potencia específica de conexión</b> 5.41 W/m <sup>2</sup> = 0.95 W/m <sup>2</sup> /100 lx (Local)	$\bar{E}_{perpendicular}$ (Plano útil) 567 lx
------------------------	-------------------------------------	---	--

Uni.	Fabricante	Nº de artículo	Nombre del artículo	P	$\Phi_{Luminaria}$
4	SIMON	72061540-884	Luminaria 720 Advance M4 120x30 NW CLC DALI	28.0 W	4100 lm

Edificación 1 · Piso 1 (Escena de luz 1)

**Lista de locales**

## Oficina

<b>P<sub>total</sub></b> 1036.0 W	<b>A<sub>Local</sub></b> 252.32 m <sup>2</sup>	<b>Potencia específica de conexión</b> 4.11 W/m <sup>2</sup> = 0.82 W/m <sup>2</sup> /100 lx (Local)	<b>E<sub>perpendicular (Plano útil)</sub></b> 502 lx
--------------------------------------	---	---	---

Uni.	Fabricante	Nº de artículo	Nombre del artículo	P	Φ <sub>Luminaria</sub>
37	SIMON	72060540-884	Luminaria 720 Advance M4 60x60 NW CLC DALI	28.0 W	4100 lm

## Pasillo oficina

<b>P<sub>total</sub></b> 140.0 W	<b>A<sub>Local</sub></b> 51.61 m <sup>2</sup>	<b>Potencia específica de conexión</b> 2.71 W/m <sup>2</sup> = 0.97 W/m <sup>2</sup> /100 lx (Local)	<b>E<sub>perpendicular (Plano útil)</sub></b> 280 lx
-------------------------------------	--	---	---

Uni.	Fabricante	Nº de artículo	Nombre del artículo	P	Φ <sub>Luminaria</sub>
5	SIMON	72060540-884	Luminaria 720 Advance M4 60x60 NW CLC DALI	28.0 W	4100 lm

## Sala de reuniones

<b>P<sub>total</sub></b> 168.0 W	<b>A<sub>Local</sub></b> 34.50 m <sup>2</sup>	<b>Potencia específica de conexión</b> 4.87 W/m <sup>2</sup> = 0.88 W/m <sup>2</sup> /100 lx (Local)	<b>E<sub>perpendicular (Plano útil)</sub></b> 551 lx
-------------------------------------	--	---	---

Uni.	Fabricante	Nº de artículo	Nombre del artículo	P	Φ <sub>Luminaria</sub>
6	SIMON	72061540-884	Luminaria 720 Advance M4 120x30 NW CLC DALI	28.0 W	4100 lm

Edificación 1 · Piso 1 (Escena de luz 1)

**Lista de locales**

Vestuarios

 $P_{total}$ 

224.0 W

 $A_{Local}$ 69.50 m<sup>2</sup>

Potencia específica de conexión

3.22 W/m<sup>2</sup> = 0.83 W/m<sup>2</sup>/100 lx (Local) $\bar{E}_{perpendicular}$  (Plano útil)

387 lx

Uni.	Fabricante	Nº de artículo	Nombre del artículo	P	$\Phi_{Luminaria}$
8	SIMON	72061540-884	Luminaria 720 Advance M4 120x30 NW CLC DALI	28.0 W	4100 lm

Edificación 1 · Piso 1

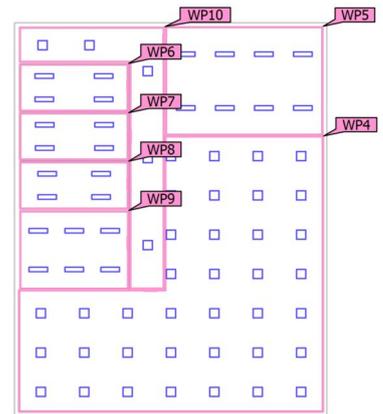
**Lista de luminarias**

$\Phi_{total}$ 278800 lm	$P_{total}$ 1904.0 W	Rendimiento lumínico 146.4 lm/W
-----------------------------	-------------------------	------------------------------------

Uni.	Fabricante	N° de artículo	Nombre del artículo	P	$\Phi$	Rendimiento lumínico
42	SIMON	72060540-884	Luminaria 720 Advance M4 60x60 NW CLC DALI	28.0 W	4100 lm	146.4 lm/W
26	SIMON	72061540-884	Luminaria 720 Advance M4 120x30 NW CLC DALI	28.0 W	4100 lm	146.4 lm/W

Edificación 1 · Piso 1 (Escena de luz 1)

## Objetos de cálculo



Edificación 1 · Piso 1 (Escena de luz 1)

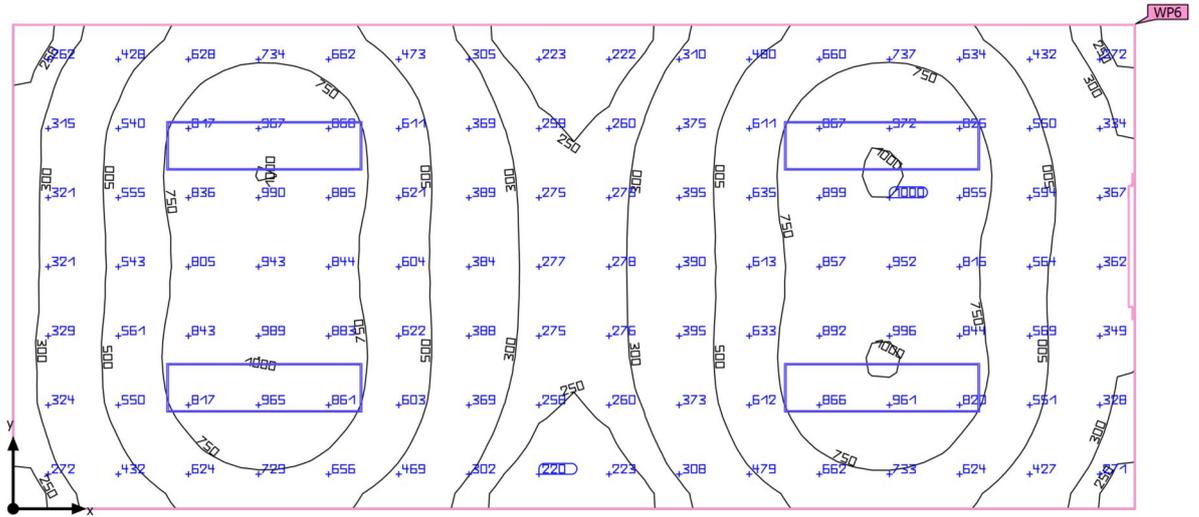
**Objetos de cálculo**

Planos útiles

Propiedades	$\bar{E}$ (Nominal)	$E_{\min}$	$E_{\max}$	$g_1$	$g_2$	Índice
Plano útil (Oficina) Iluminancia perpendicular (Adaptativamente) Altura: 0.800 m, Zona marginal: 0.000 m	502 lx ( $\geq 500$ lx) ✓	126 lx	1030 lx	0.25	0.12	WP4
Plano útil (Vestuarios) Iluminancia perpendicular (Adaptativamente) Altura: 0.800 m, Zona marginal: 0.000 m	387 lx ( $\geq 500$ lx) ✗	85.2 lx	891 lx	0.22	0.096	WP5
Plano útil (Despacho 1) Iluminancia perpendicular (Adaptativamente) Altura: 0.800 m, Zona marginal: 0.000 m	564 lx ( $\geq 500$ lx) ✓	200 lx	1011 lx	0.35	0.20	WP6
Plano útil (Despacho 2) Iluminancia perpendicular (Adaptativamente) Altura: 0.800 m, Zona marginal: 0.000 m	561 lx ( $\geq 500$ lx) ✓	198 lx	1012 lx	0.35	0.20	WP7
Plano útil (Despacho 3) Iluminancia perpendicular (Adaptativamente) Altura: 0.800 m, Zona marginal: 0.000 m	567 lx ( $\geq 500$ lx) ✓	175 lx	1010 lx	0.31	0.17	WP8
Plano útil (Sala de reuniones) Iluminancia perpendicular (Adaptativamente) Altura: 0.800 m, Zona marginal: 0.000 m	551 lx ( $\geq 500$ lx) ✓	182 lx	952 lx	0.33	0.19	WP9
Plano útil (Pasillo oficina) Iluminancia perpendicular (Adaptativamente) Altura: 0.800 m, Zona marginal: 0.000 m	280 lx ( $\geq 500$ lx) ✗	43.4 lx	896 lx	0.16	0.048	WP10

Edificación 1 · Piso 1 · Despacho 1 (Escena de luz 1)

## Resumen



Edificación 1 · Piso 1 · Despacho 1 (Escena de luz 1)

**Resumen**

## Resultados

	Tamaño	Calculado	Nominal	Verificación	Índice
Plano útil	$E_{\text{perpendicular}}$	564 lx	$\geq 500$ lx	✓	WP6
	g1	0.35	-	-	WP6
Valores de consumo	Consumo	[190 - 310] kWh/a	máx. 750 kWh/a	✓	
Local	Potencia específica de conexión	5.41 W/m <sup>2</sup>	-	-	
		0.96 W/m <sup>2</sup> /100 lx	-	-	

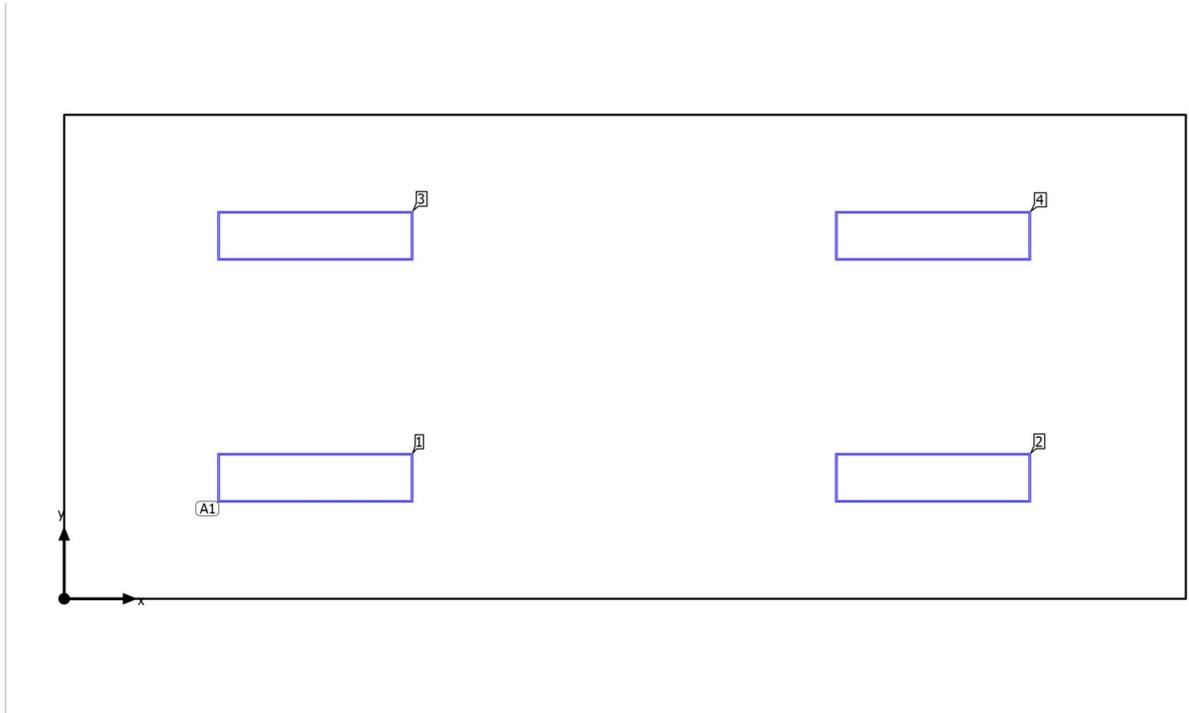
Perfil de uso: Configuración DIALux predeterminada, Estándar (oficina)

## Lista de luminarias

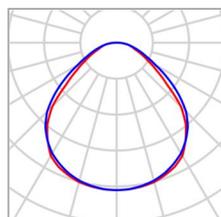
Uni.	Fabricante	Nº de artículo	Nombre del artículo	P	$\Phi$	Rendimiento lumínico
4	SIMON	72061540-884	Luminaria 720 Advance M4 120x30 NW CLC DALI	28.0 W	4100 lm	146.4 lm/W

Edificación 1 · Piso 1 · Despacho 1

**Plano de situación de luminarias**



Edificación 1 · Piso 1 · Despacho 1

**Plano de situación de luminarias**

Fabricante	SIMON	P	28.0 W
N° de artículo	72061540-884	$\Phi$ Luminaria	4100 lm
Nombre del artículo	Luminaria 720 Advance M4 120x30 NW CLC DALI		
Lámpara	1x LED 720 M4 120x30 NW		

## 4 x SIMON Luminaria 720 Advance M4 120x30 NW CLC DALI

Tipo	Disposición en campo	X	Y	Altura de montaje	Luminaria
1era Luminaria (X/Y/Z)	1.545 m / 0.750 m / 2.099 m	1.545 m	0.750 m	2.099 m	1
Dirección X	2 Uni., Centro - centro, Distancias desiguales	5.345 m	0.750 m	2.099 m	2
Dirección Y	2 Uni., Centro - centro, Distancias desiguales	1.545 m	2.250 m	2.099 m	3
		5.345 m	2.250 m	2.099 m	4
Organización	A1				

Edificación 1 · Piso 1 · Despacho 1

**Lista de luminarias** $\Phi_{total}$ 

16400 lm

 $P_{total}$ 

112.0 W

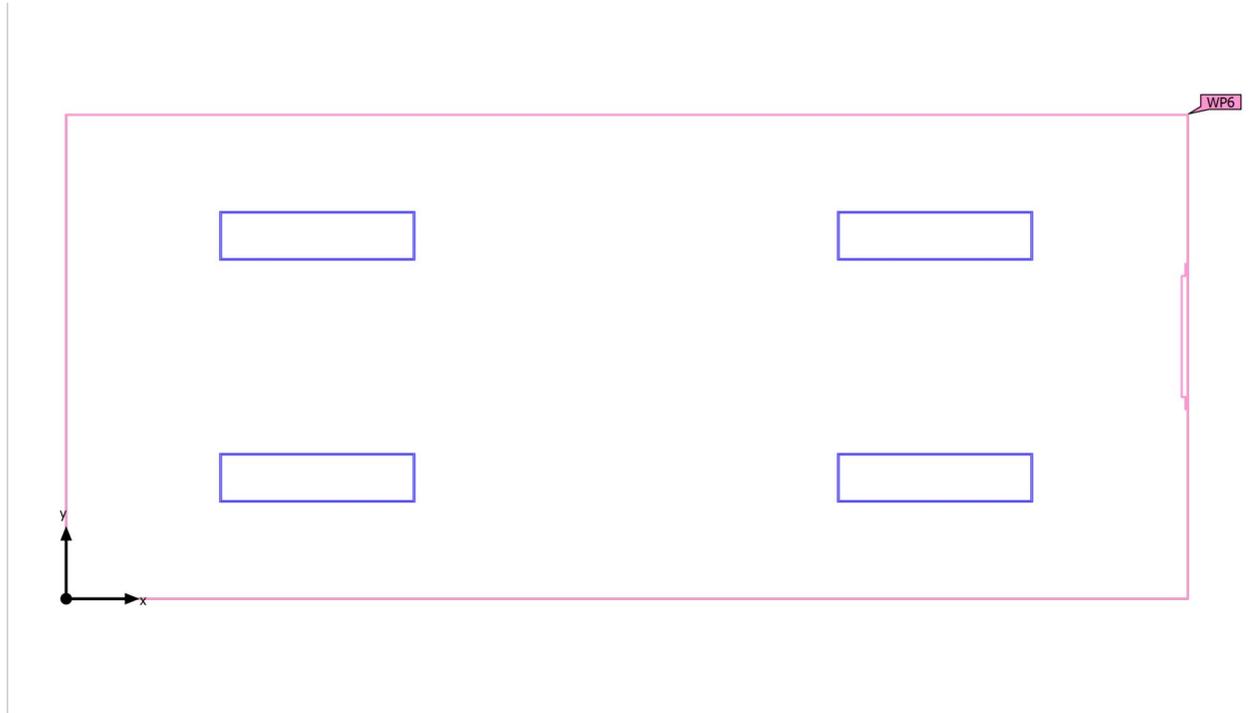
Rendimiento lumínico

146.4 lm/W

Uni.	Fabricante	N° de artículo	Nombre del artículo	P	$\Phi$	Rendimiento lumínico
4	SIMON	72061540-884	Luminaria 720 Advance M4 120x30 NW CLC DALI	28.0 W	4100 lm	146.4 lm/W

Edificación 1 · Piso 1 · Despacho 1 (Escena de luz 1)

## Objetos de cálculo



Edificación 1 · Piso 1 · Despacho 1 (Escena de luz 1)

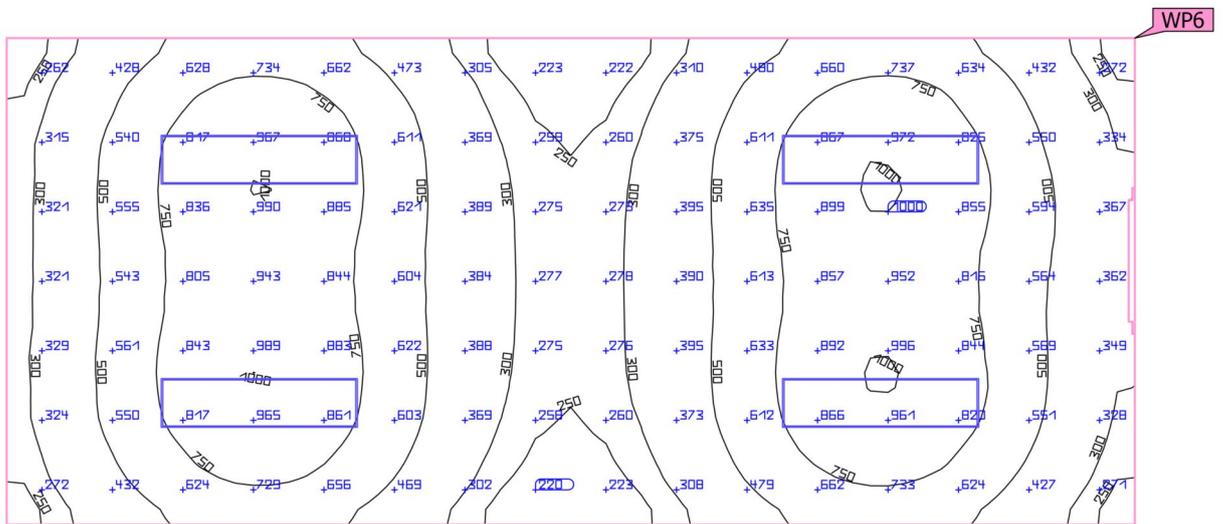
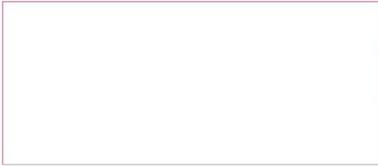
**Objetos de cálculo**

Planos útiles

Propiedades	$\bar{E}$ (Nominal)	$E_{\min}$	$E_{\max}$	$g_1$	$g_2$	Índice
Plano útil (Despacho 1) Iluminancia perpendicular (Adaptativamente) Altura: 0.800 m, Zona marginal: 0.000 m	564 lx ( $\geq 500$ lx) ✓	200 lx	1011 lx	0.35	0.20	WP6

Perfil de uso: Configuración DIALux predeterminada, Estándar (oficina)

Edificación 1 · Piso 1 · Despacho 1 (Escena de luz 1)  
**Plano útil (Despacho 1)**

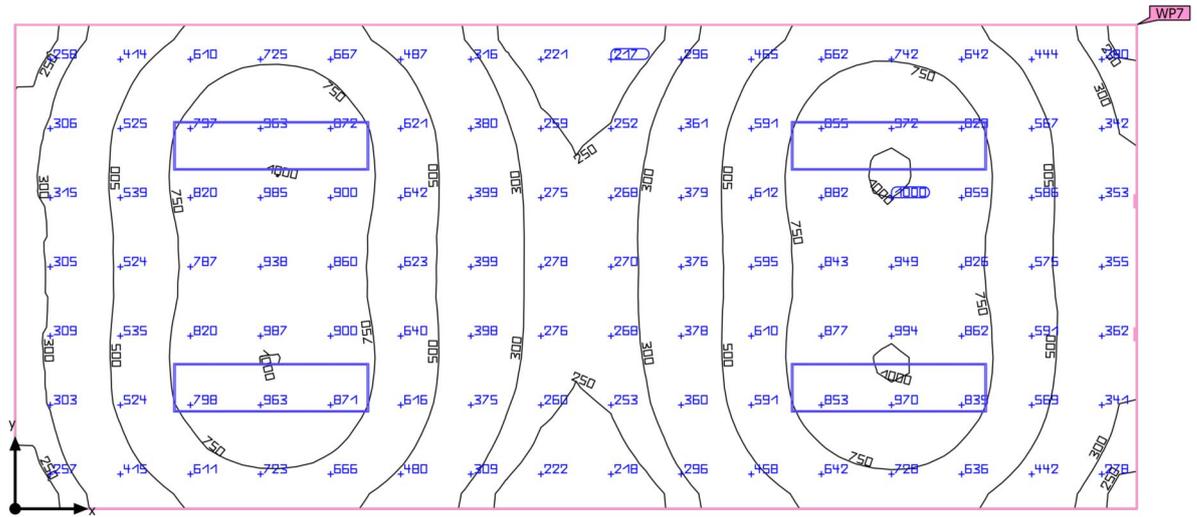


Propiedades	$\bar{E}$ (Nominal)	$E_{min}$	$E_{m\acute{a}x}$	$g_1$	$g_2$	Índice
Plano útil (Despacho 1) Iluminancia perpendicular (Adaptativamente) Altura: 0.800 m, Zona marginal: 0.000 m	564 lx ( $\geq 500$ lx) ✓	200 lx	1011 lx	0.35	0.20	WP6

Perfil de uso: Configuración DIALux predeterminada, Estándar (oficina)

Edificación 1 · Piso 1 · Despacho 2 (Escena de luz 1)

### Resumen



Edificación 1 · Piso 1 · Despacho 2 (Escena de luz 1)

**Resumen**

## Resultados

	Tamaño	Calculado	Nominal	Verificación	Índice
Plano útil	$E_{\text{perpendicular}}$	561 lx	$\geq 500$ lx	✓	WP7
	g1	0.35	-	-	WP7
Valores de consumo	Consumo	[190 - 310] kWh/a	máx. 750 kWh/a	✓	
Local	Potencia específica de conexión	5.41 W/m <sup>2</sup>	-	-	
		0.97 W/m <sup>2</sup> /100 lx	-	-	

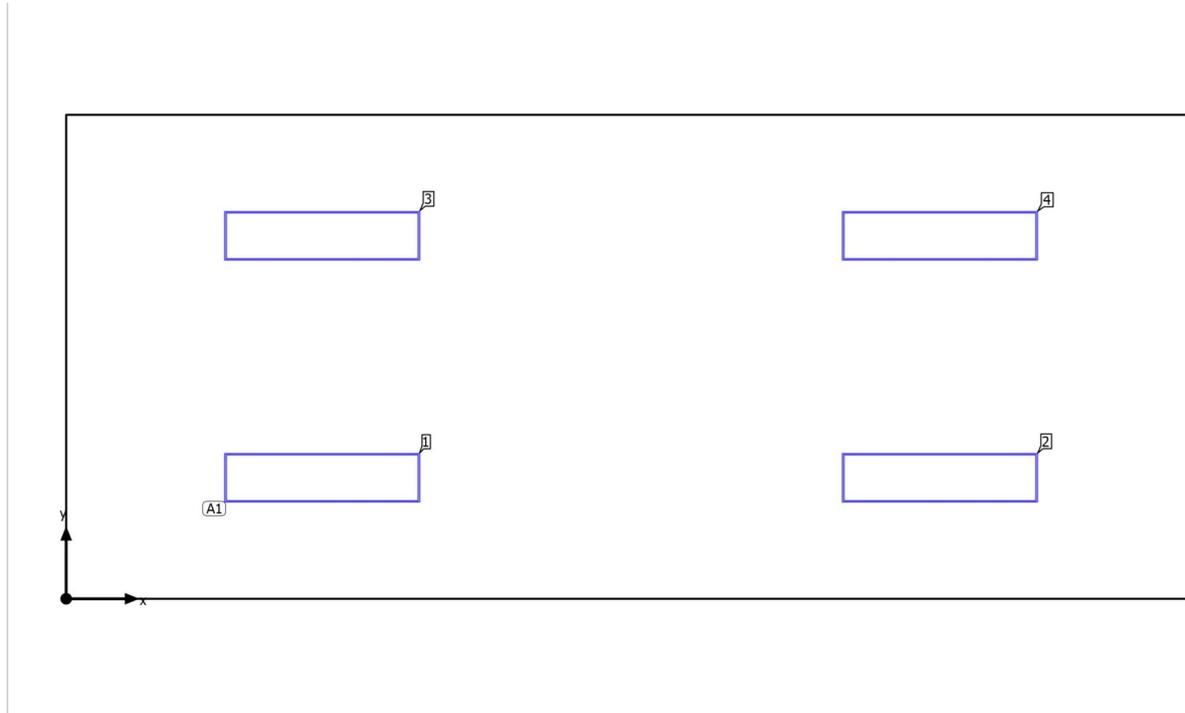
Perfil de uso: Configuración DIALux predeterminada, Estándar (oficina)

## Lista de luminarias

Uni.	Fabricante	Nº de artículo	Nombre del artículo	P	$\Phi$	Rendimiento lumínico
4	SIMON	72061540-884	Luminaria 720 Advance M4 120x30 NW CLC DALI	28.0 W	4100 lm	146.4 lm/W

Edificación 1 · Piso 1 · Despacho 2

**Plano de situación de luminarias**



Edificación 1 · Piso 1 · Despacho 2

**Plano de situación de luminarias**

Fabricante	SIMON	P	28.0 W
N° de artículo	72061540-884	$\Phi$ Luminaria	4100 lm
Nombre del artículo	Luminaria 720 Advance M4 120x30 NW CLC DALI		
Lámpara	1x LED 720 M4 120x30 NW		

4 x SIMON Luminaria 720 Advance M4 120x30 NW CLC DALI

Tipo	Disposición en campo	X	Y	Altura de montaje	Luminaria
1era Luminaria (X/Y/Z)	1.575 m / 0.750 m / 2.099 m	1.575 m	0.750 m	2.099 m	1
Dirección X	2 Uni., Centro - centro, Distancias desiguales	5.375 m	0.750 m	2.099 m	2
Dirección Y	2 Uni., Centro - centro, Distancias desiguales	1.575 m	2.250 m	2.099 m	3
		5.375 m	2.250 m	2.099 m	4
Organización	A1				

Edificación 1 · Piso 1 · Despacho 2

**Lista de luminarias** $\Phi_{total}$ 

16400 lm

 $P_{total}$ 

112.0 W

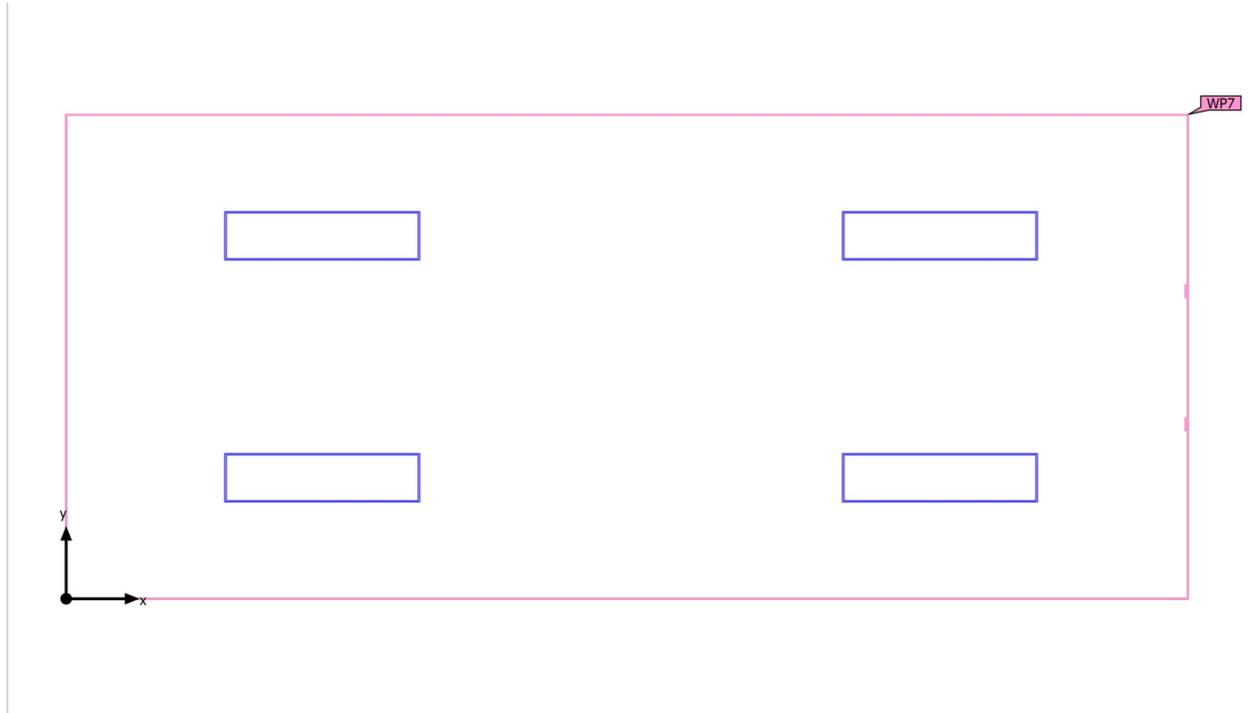
Rendimiento lumínico

146.4 lm/W

Uni.	Fabricante	N° de artículo	Nombre del artículo	P	$\Phi$	Rendimiento lumínico
4	SIMON	72061540-884	Luminaria 720 Advance M4 120x30 NW CLC DALI	28.0 W	4100 lm	146.4 lm/W

Edificación 1 · Piso 1 · Despacho 2 (Escena de luz 1)

## Objetos de cálculo



Edificación 1 · Piso 1 · Despacho 2 (Escena de luz 1)

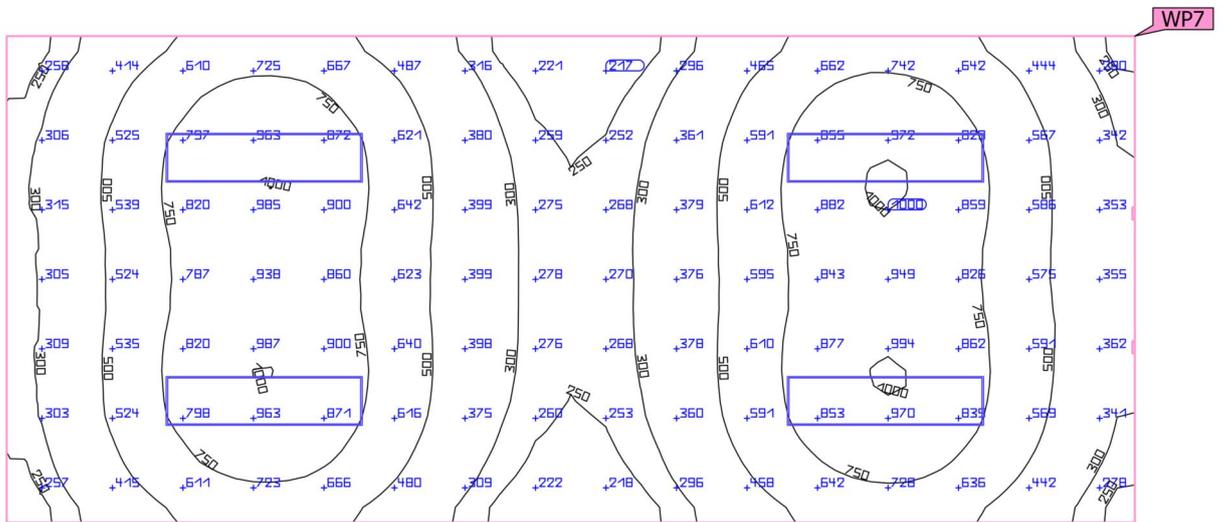
**Objetos de cálculo**

Planos útiles

Propiedades	$\bar{E}$ (Nominal)	$E_{\min}$	$E_{\max}$	$g_1$	$g_2$	Índice
Plano útil (Despacho 2) Iluminancia perpendicular (Adaptativamente) Altura: 0.800 m, Zona marginal: 0.000 m	561 lx ( $\geq 500$ lx) ✓	198 lx	1012 lx	0.35	0.20	WP7

Perfil de uso: Configuración DIALux predeterminada, Estándar (oficina)

Edificación 1 · Piso 1 · Despacho 2 (Escena de luz 1)  
**Plano útil (Despacho 2)**

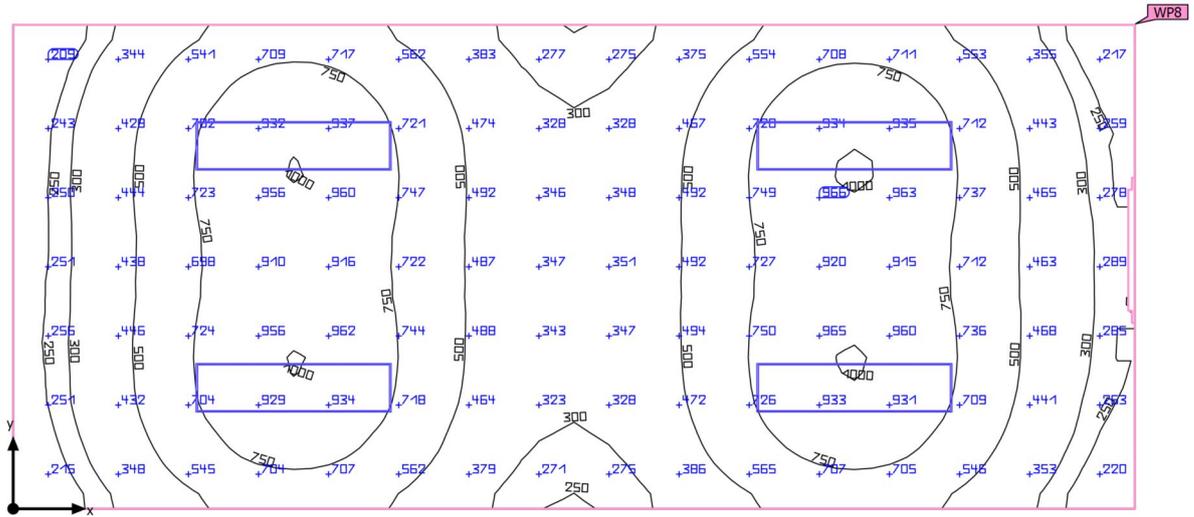


Propiedades	$\bar{E}$ (Nominal)	$E_{min}$	$E_{m\acute{a}x}$	$g_1$	$g_2$	Índice
Plano útil (Despacho 2) Iluminancia perpendicular (Adaptativamente) Altura: 0.800 m, Zona marginal: 0.000 m	561 lx ( $\geq 500$ lx) ✓	198 lx	1012 lx	0.35	0.20	WP7

Perfil de uso: Configuración DIALux predeterminada, Estándar (oficina)

Edificación 1 · Piso 1 · Despacho 3 (Escena de luz 1)

### Resumen



Edificación 1 · Piso 1 · Despacho 3 (Escena de luz 1)

**Resumen**

## Resultados

	Tamaño	Calculado	Nominal	Verificación	Índice
Plano útil	$E_{\text{perpendicular}}$	567 lx	$\geq 500$ lx	✓	WP8
	g <sub>1</sub>	0.31	-	-	WP8
Valores de consumo	Consumo	[190 - 310] kWh/a	máx. 750 kWh/a	✓	
Local	Potencia específica de conexión	5.41 W/m <sup>2</sup>	-	-	
		0.95 W/m <sup>2</sup> /100 lx	-	-	

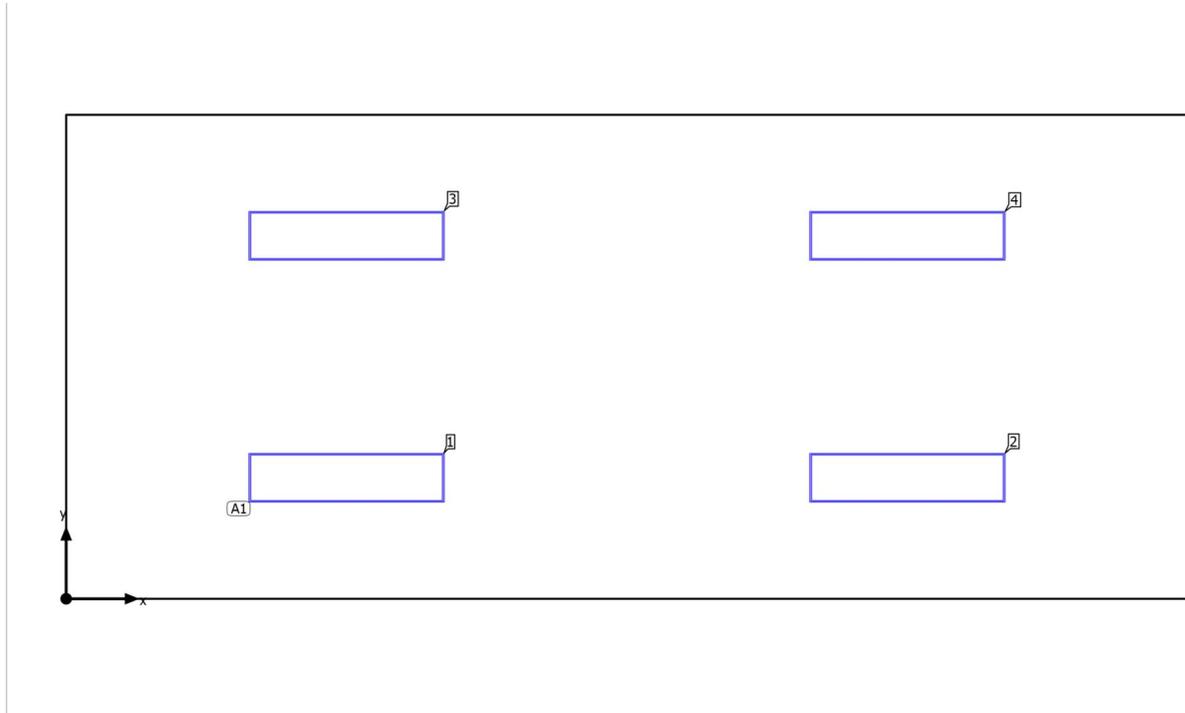
Perfil de uso: Configuración DIALux predeterminada, Estándar (oficina)

## Lista de luminarias

Uni.	Fabricante	Nº de artículo	Nombre del artículo	P	Φ	Rendimiento lumínico
4	SIMON	72061540-884	Luminaria 720 Advance M4 120x30 NW CLC DALI	28.0 W	4100 lm	146.4 lm/W

Edificación 1 · Piso 1 · Despacho 3

**Plano de situación de luminarias**



Edificación 1 · Piso 1 · Despacho 3

**Plano de situación de luminarias**

Fabricante	SIMON	P	28.0 W
N° de artículo	72061540-884	$\Phi$ Luminaria	4100 lm
Nombre del artículo	Luminaria 720 Advance M4 120x30 NW CLC DALI		
Lámpara	1x LED 720 M4 120x30 NW		

## 4 x SIMON Luminaria 720 Advance M4 120x30 NW CLC DALI

Tipo	Disposición en campo	X	Y	Altura de montaje	Luminaria
1era Luminaria (X/Y/Z)	1.725 m / 0.750 m / 2.099 m	1.725 m	0.750 m	2.099 m	1
Dirección X	2 Uni., Centro - centro, 3.450 m	5.175 m	0.750 m	2.099 m	2
Dirección Y	2 Uni., Centro - centro, 1.500 m	1.725 m	2.250 m	2.099 m	3
Organización	A1	5.175 m	2.250 m	2.099 m	4

Edificación 1 · Piso 1 · Despacho 3

**Lista de luminarias** $\Phi_{total}$ 

16400 lm

 $P_{total}$ 

112.0 W

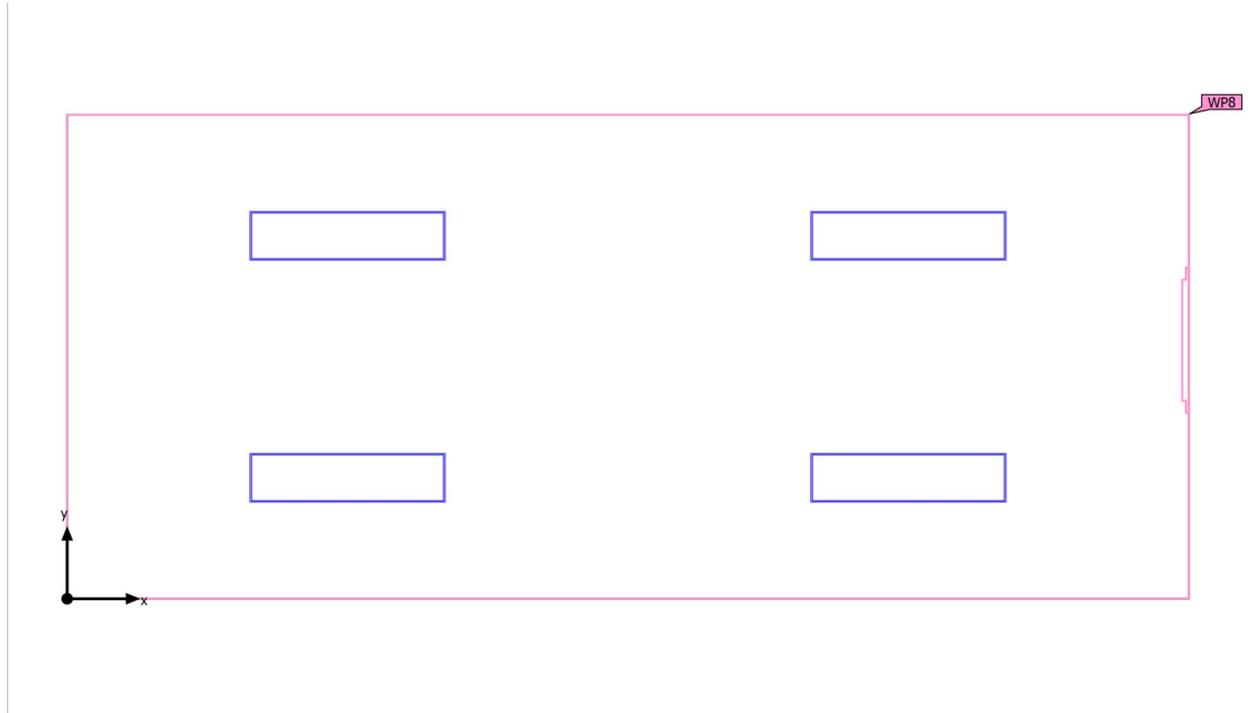
Rendimiento lumínico

146.4 lm/W

Uni.	Fabricante	N° de artículo	Nombre del artículo	P	$\Phi$	Rendimiento lumínico
4	SIMON	72061540-884	Luminaria 720 Advance M4 120x30 NW CLC DALI	28.0 W	4100 lm	146.4 lm/W

Edificación 1 · Piso 1 · Despacho 3 (Escena de luz 1)

## Objetos de cálculo



Edificación 1 · Piso 1 · Despacho 3 (Escena de luz 1)

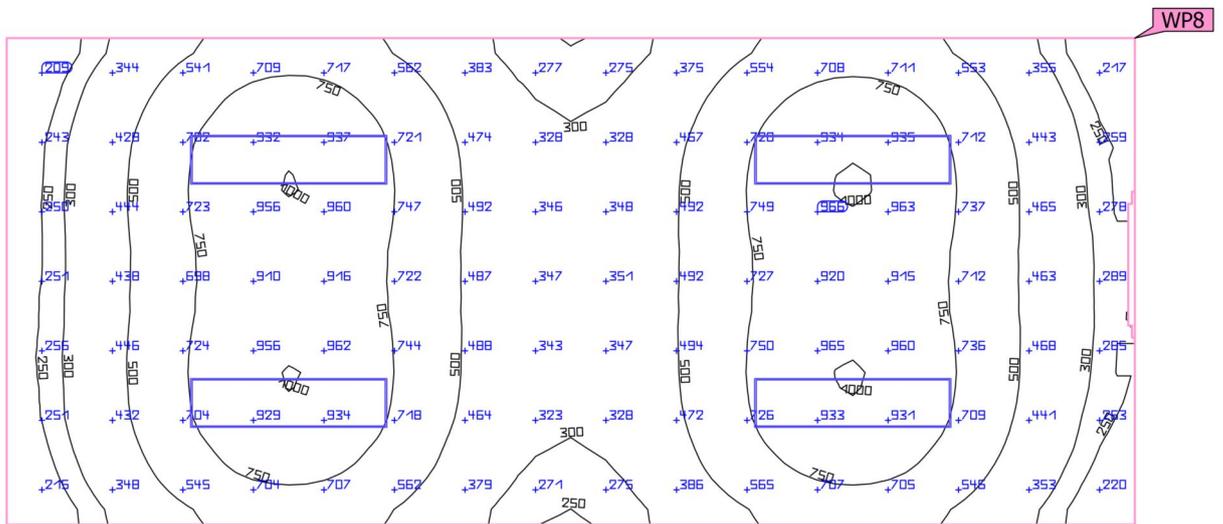
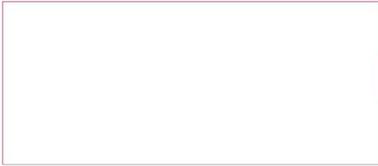
**Objetos de cálculo**

Planos útiles

Propiedades	$\bar{E}$ (Nominal)	$E_{\min}$	$E_{\max}$	$g_1$	$g_2$	Índice
Plano útil (Despacho 3) Iluminancia perpendicular (Adaptativamente) Altura: 0.800 m, Zona marginal: 0.000 m	567 lx ( $\geq 500$ lx) ✓	175 lx	1010 lx	0.31	0.17	WP8

Perfil de uso: Configuración DIALux predeterminada, Estándar (oficina)

Edificación 1 · Piso 1 · Despacho 3 (Escena de luz 1)  
**Plano útil (Despacho 3)**

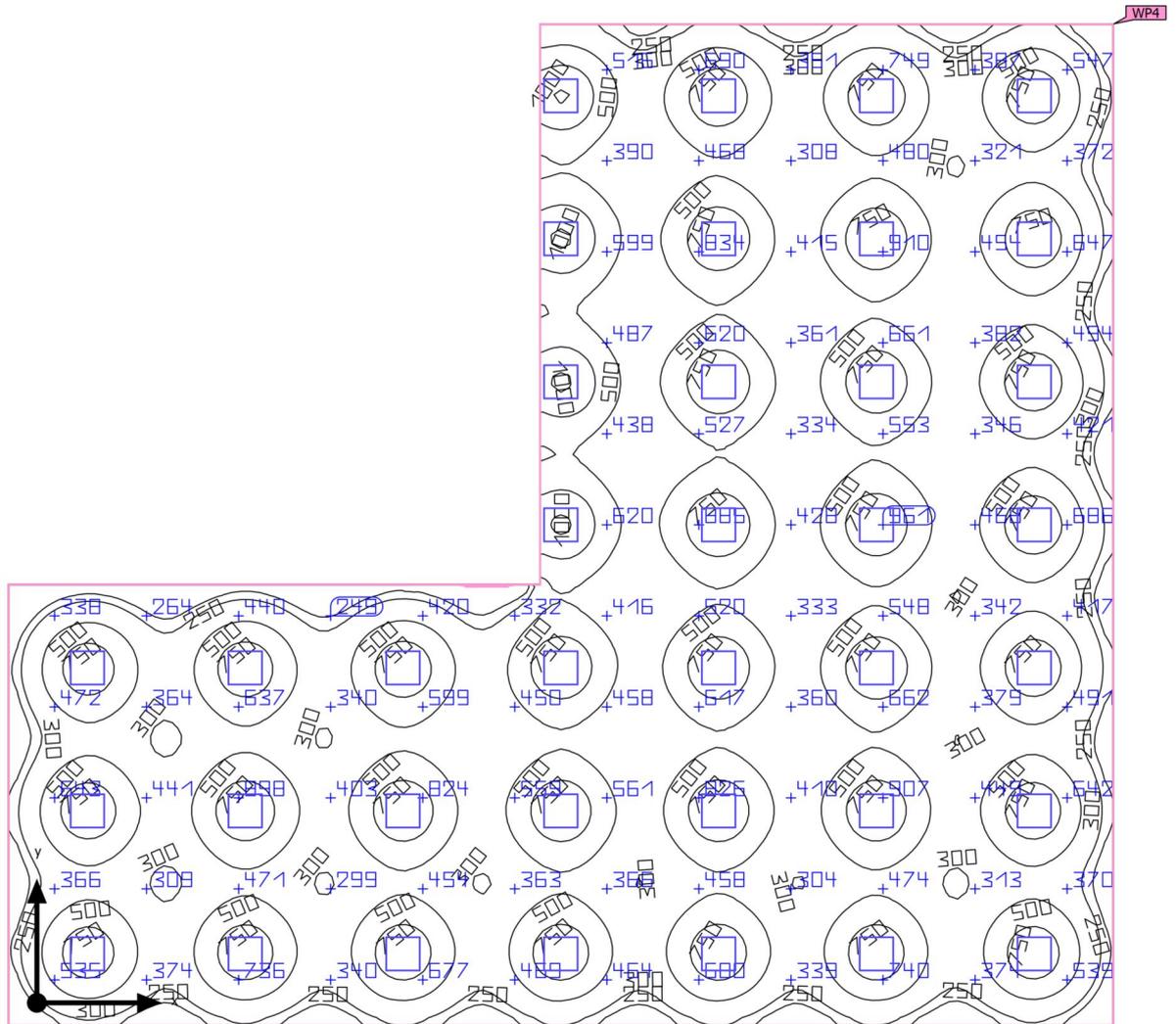


Propiedades	$\bar{E}$ (Nominal)	$E_{min}$	$E_{m\acute{a}x}$	$g_1$	$g_2$	Índice
Plano útil (Despacho 3) Iluminancia perpendicular (Adaptativamente) Altura: 0.800 m, Zona marginal: 0.000 m	567 lx (≥ 500 lx) ✓	175 lx	1010 lx	0.31	0.17	WP8

Perfil de uso: Configuración DIALux predeterminada, Estándar (oficina)

Edificación 1 · Piso 1 · Oficina (Escena de luz 1)

## Resumen



Edificación 1 · Piso 1 · Oficina (Escena de luz 1)

**Resumen**

## Resultados

	Tamaño	Calculado	Nominal	Verificación	Índice
Plano útil	$E_{\text{perpendicular}}$	502 lx	$\geq 500$ lx	✓	WP4
	g <sub>1</sub>	0.25	-	-	WP4
Valores de consumo	Consumo	[1850 - 2850] kWh/a	máx. 8850 kWh/a	✓	
Local	Potencia específica de conexión	4.11 W/m <sup>2</sup>	-	-	
		0.82 W/m <sup>2</sup> /100 lx	-	-	

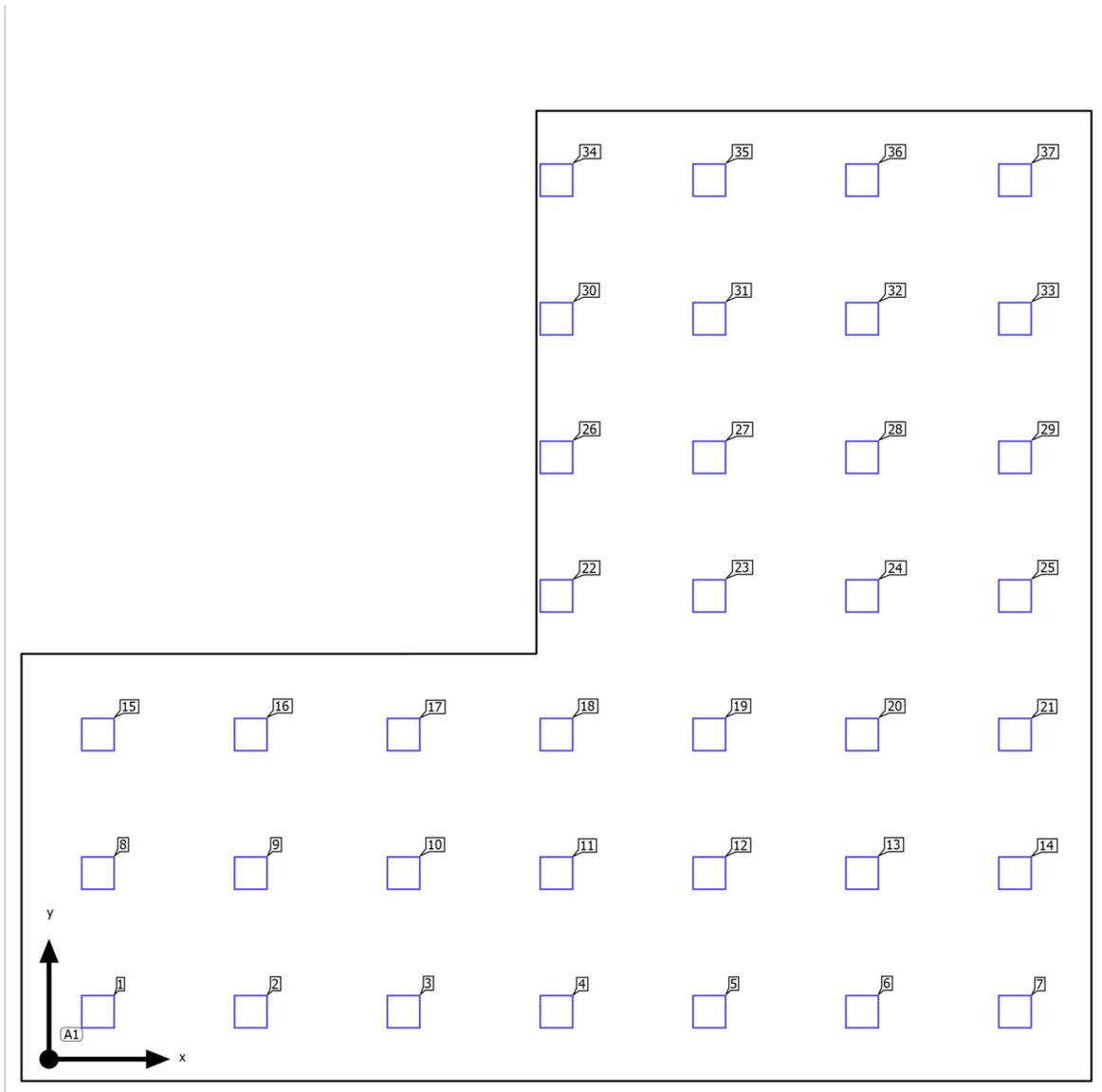
Perfil de uso: Configuración DIALux predeterminada, Estándar (oficina)

## Lista de luminarias

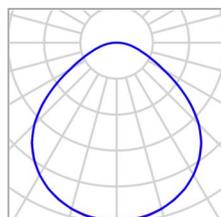
Uni.	Fabricante	Nº de artículo	Nombre del artículo	P	Φ	Rendimiento lumínico
37	SIMON	72060540-884	Luminaria 720 Advance M4 60x60 NW CLC DALI	28.0 W	4100 lm	146.4 lm/W

Edificación 1 · Piso 1 · Oficina

**Plano de situación de luminarias**



Edificación 1 · Piso 1 · Oficina

**Plano de situación de luminarias**

Fabricante	SIMON	P	28.0 W
N° de artículo	72060540-884	Φ <sub>Luminaria</sub>	4100 lm
Nombre del artículo	Luminaria 720 Advance M4 60x60 NW CLC DALI		
Lámpara	1x LED 720 M4 60x60 NW		

## 37 x SIMON Luminaria 720 Advance M4 60x60 NW CLC DALI

Tipo	Disposición en campo	X	Y	Altura de montaje	Luminaria
1era Luminaria (X/Y/Z)	0.889 m / 0.869 m / 2.099 m	0.889 m	0.869 m	2.099 m	1
		3.667 m	0.869 m	2.099 m	2
Dirección X	7 Uni., Centro - centro, 2.778 m	6.445 m	0.869 m	2.099 m	3
		9.222 m	0.869 m	2.099 m	4
		12.000 m	0.869 m	2.099 m	5
Dirección Y	7 Uni., Centro - centro, 2.537 m	14.778 m	0.869 m	2.099 m	6
		17.556 m	0.869 m	2.099 m	7
		0.889 m	3.406 m	2.099 m	8
Organización	A1	3.667 m	3.406 m	2.099 m	9
		6.445 m	3.406 m	2.099 m	10
		9.222 m	3.406 m	2.099 m	11
		12.000 m	3.406 m	2.099 m	12
		14.778 m	3.406 m	2.099 m	13

Edificación 1 · Piso 1 · Oficina

**Plano de situación de luminarias**

X	Y	Altura de montaje	Luminaria
17.556 m	3.406 m	2.099 m	14
0.889 m	5.943 m	2.099 m	15
3.667 m	5.943 m	2.099 m	16
6.445 m	5.943 m	2.099 m	17
9.222 m	5.943 m	2.099 m	18
12.000 m	5.943 m	2.099 m	19
14.778 m	5.943 m	2.099 m	20
17.556 m	5.943 m	2.099 m	21
9.222 m	8.480 m	2.099 m	22
12.000 m	8.480 m	2.099 m	23
14.778 m	8.480 m	2.099 m	24
17.556 m	8.480 m	2.099 m	25
9.222 m	11.017 m	2.099 m	26
12.000 m	11.017 m	2.099 m	27
14.778 m	11.017 m	2.099 m	28
17.556 m	11.017 m	2.099 m	29
9.222 m	13.554 m	2.099 m	30
12.000 m	13.554 m	2.099 m	31
14.778 m	13.554 m	2.099 m	32
17.556 m	13.554 m	2.099 m	33
9.222 m	16.091 m	2.099 m	34
12.000 m	16.091 m	2.099 m	35
14.778 m	16.091 m	2.099 m	36
17.556 m	16.091 m	2.099 m	37

Edificación 1 · Piso 1 · Oficina

**Lista de luminarias** $\Phi_{total}$ 

151700 lm

 $P_{total}$ 

1036.0 W

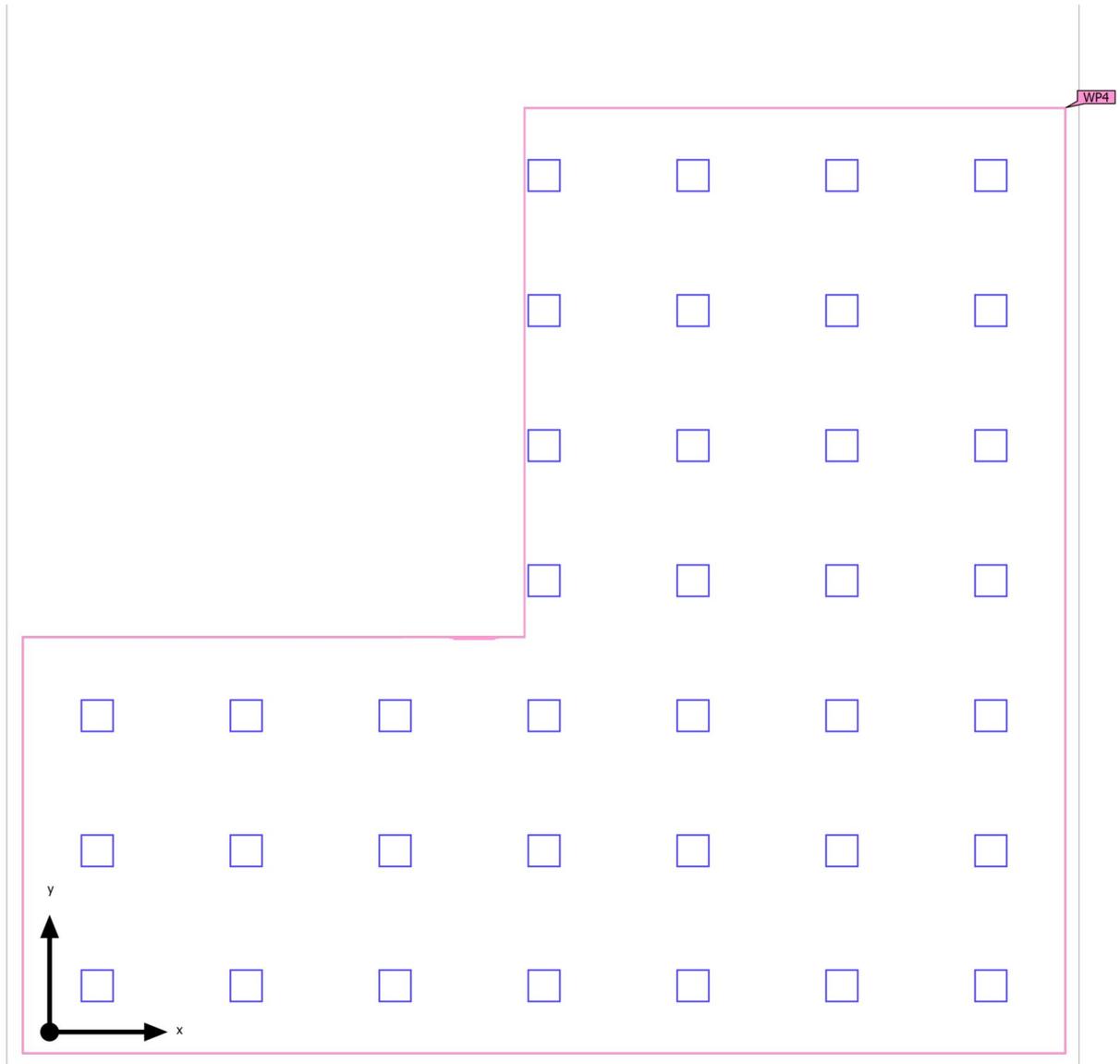
Rendimiento lumínico

146.4 lm/W

Uni.	Fabricante	N° de artículo	Nombre del artículo	P	$\Phi$	Rendimiento lumínico
37	SIMON	72060540-884	Luminaria 720 Advance M4 60x60 NW CLC DALI	28.0 W	4100 lm	146.4 lm/W

Edificación 1 · Piso 1 · Oficina (Escena de luz 1)

## Objetos de cálculo



Edificación 1 · Piso 1 · Oficina (Escena de luz 1)

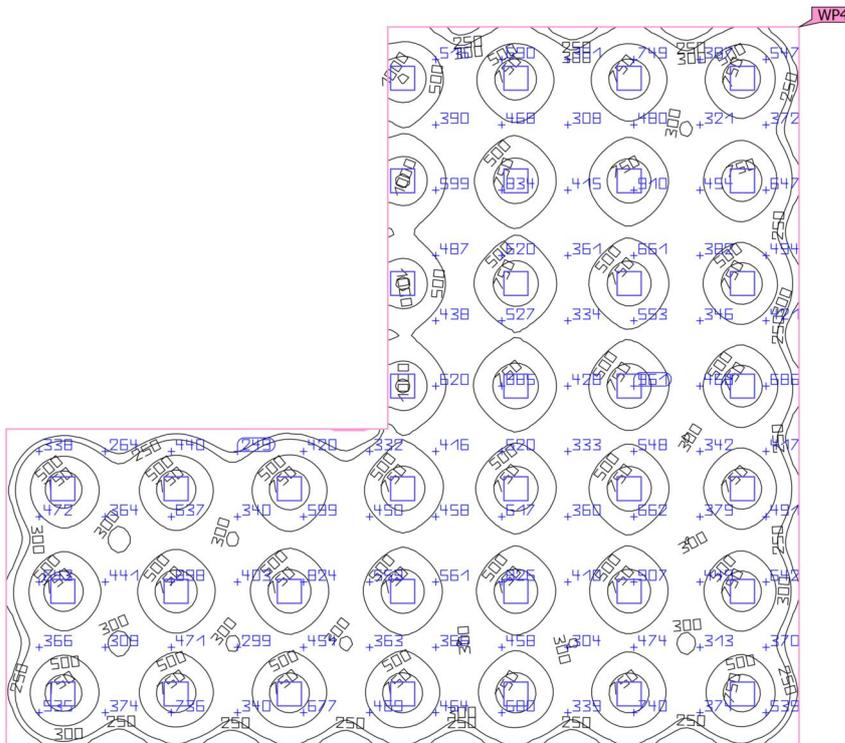
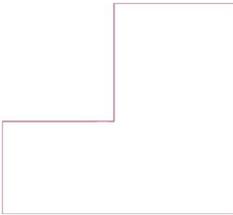
**Objetos de cálculo**

Planos útiles

Propiedades	$\bar{E}$ (Nominal)	$E_{\min}$	$E_{\max}$	$g_1$	$g_2$	Índice
Plano útil (Oficina) Iluminancia perpendicular (Adaptativamente) Altura: 0.800 m, Zona marginal: 0.000 m	502 lx ( $\geq 500$ lx) ✓	126 lx	1030 lx	0.25	0.12	WP4

Perfil de uso: Configuración DIALux predeterminada, Estándar (oficina)

Edificación 1 · Piso 1 · Oficina (Escena de luz 1)  
**Plano útil (Oficina)**



Propiedades	$\bar{E}$ (Nominal)	$E_{min}$	$E_{max}$	$g_1$	$g_2$	Índice
Plano útil (Oficina)	502 lx	126 lx	1030 lx	0.25	0.12	WP4
Iluminancia perpendicular (Adaptativamente)	$\geq 500$ lx					
Altura: 0.800 m, Zona marginal: 0.000 m	✓					

Perfil de uso: Configuración DIALux predeterminada, Estándar (oficina)



Edificación 1 · Piso 1 · Pasillo oficina (Escena de luz 1)

**Resumen**

## Resultados

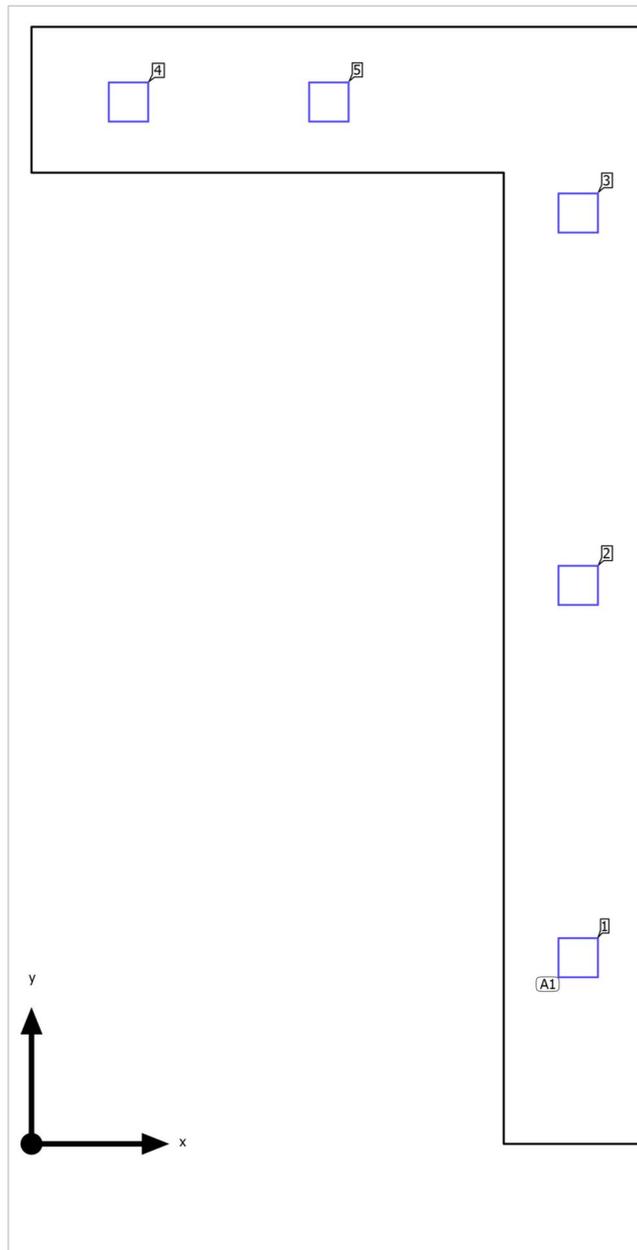
	Tamaño	Calculado	Nominal	Verificación	Índice
Plano útil	$E_{\text{perpendicular}}$	280 lx	$\geq 500$ lx	✗	WP10
	g <sub>1</sub>	0.16	-	-	WP10
Valores de consumo	Consumo	[240 - 390] kWh/a	máx. 1850 kWh/a	✓	
Local	Potencia específica de conexión	2.71 W/m <sup>2</sup>	-	-	
		0.97 W/m <sup>2</sup> /100 lx	-	-	

Perfil de uso: Configuración DIALux predeterminada, Estándar (oficina)

## Lista de luminarias

Uni.	Fabricante	Nº de artículo	Nombre del artículo	P	Φ	Rendimiento lumínico
5	SIMON	72060540-884	Luminaria 720 Advance M4 60x60 NW CLC DALI	28.0 W	4100 lm	146.4 lm/W

Edificación 1 · Piso 1 · Pasillo oficina  
**Plano de situación de luminarias**



Edificación 1 · Piso 1 · Pasillo oficina

**Plano de situación de luminarias**

Fabricante	SIMON	P	28.0 W
N° de artículo	72060540-884	Φ <sub>Luminaria</sub>	4100 lm
Nombre del artículo	Luminaria 720 Advance M4 60x60 NW CLC DALI		
Lámpara	1x LED 720 M4 60x60 NW		

## 3 x SIMON Luminaria 720 Advance M4 60x60 NW CLC DALI

Tipo	Disposición en campo	X	Y	Altura de montaje	Luminaria
1era Luminaria (X/Y/Z)	8.185 m / 2.808 m / 2.099 m	8.185 m	2.808 m	2.099 m	1
Dirección X	3 Uni., Centro - centro, Distancias desiguales	8.185 m	8.425 m	2.099 m	2
		8.185 m	14.042 m	2.099 m	3
Dirección Y	3 Uni., Centro - centro, Distancias desiguales				
Organización	A1				

## Luminarias individuales

X	Y	Altura de montaje	Luminaria
1.452 m	15.716 m	2.099 m	4
4.452 m	15.716 m	2.099 m	5

Edificación 1 · Piso 1 · Pasillo oficina

**Lista de luminarias** $\Phi_{total}$ 

20500 lm

 $P_{total}$ 

140.0 W

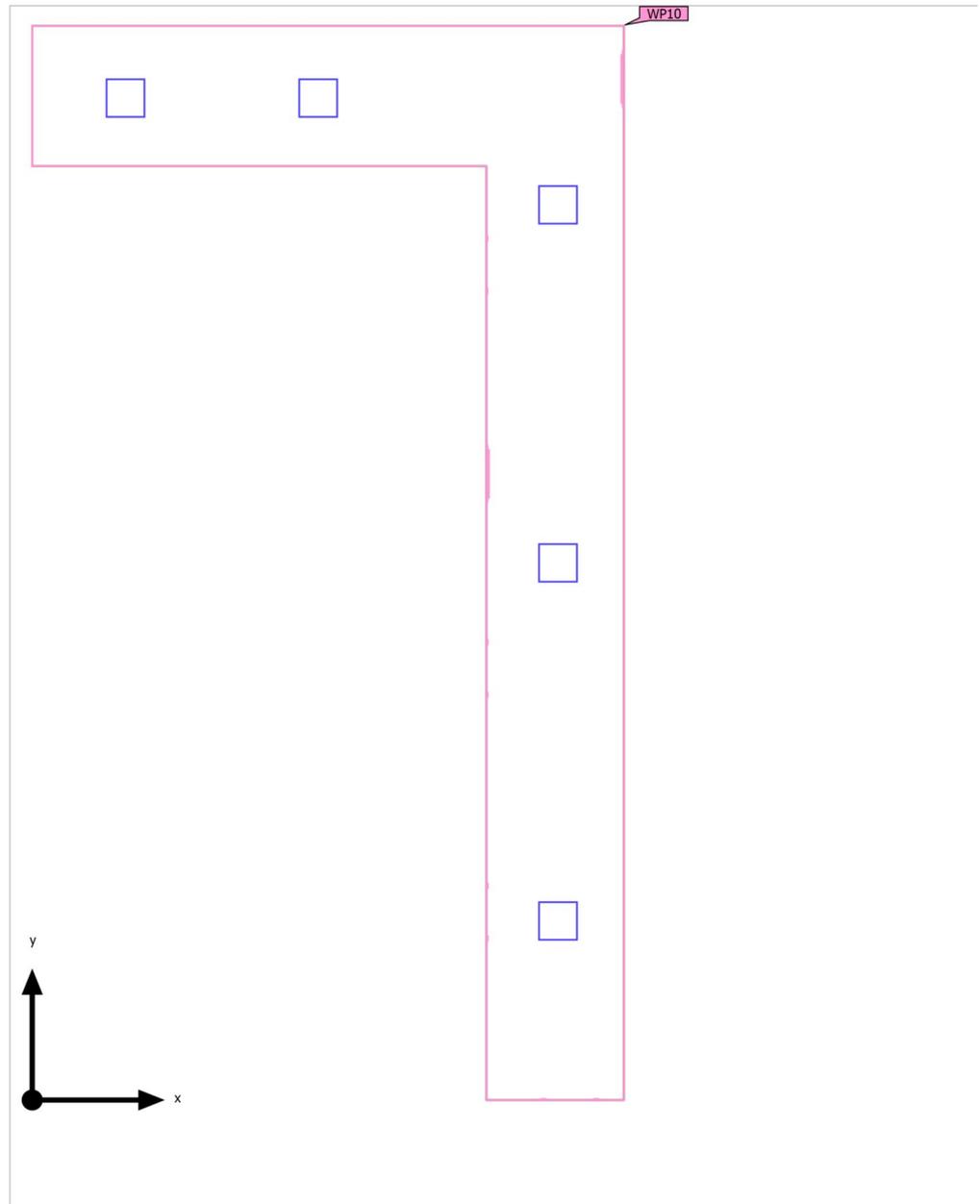
Rendimiento lumínico

146.4 lm/W

Uni.	Fabricante	N° de artículo	Nombre del artículo	P	$\Phi$	Rendimiento lumínico
5	SIMON	72060540-884	Luminaria 720 Advance M4 60x60 NW CLC DALI	28.0 W	4100 lm	146.4 lm/W

Edificación 1 · Piso 1 · Pasillo oficina (Escena de luz 1)

## Objetos de cálculo



Edificación 1 · Piso 1 · Pasillo oficina (Escena de luz 1)

**Objetos de cálculo**

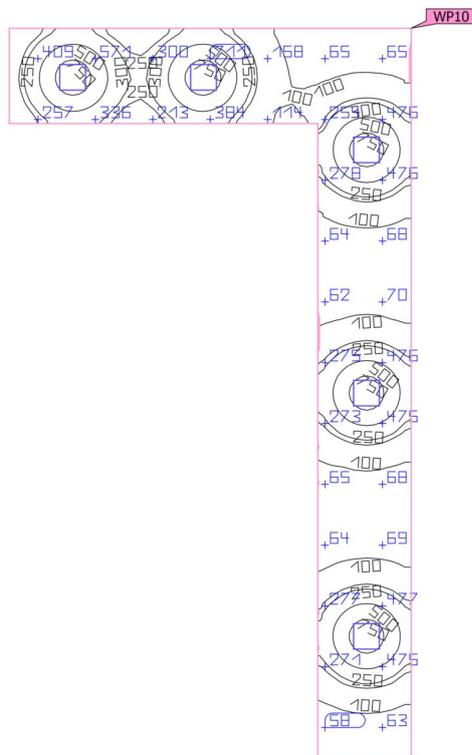
Planos útiles

Propiedades	$\bar{E}$ (Nominal)	$E_{\min}$	$E_{\max}$	$g_1$	$g_2$	Índice
Plano útil (Pasillo oficina)	280 lx	43.4 lx	896 lx	0.16	0.048	WP10
Illuminancia perpendicular (Adaptativamente) Altura: 0.800 m, Zona marginal: 0.000 m	( $\geq 500$ lx) ✘					

Perfil de uso: Configuración DIALux predeterminada, Estándar (oficina)

Edificación 1 · Piso 1 · Pasillo oficina (Escena de luz 1)

**Plano útil (Pasillo oficina)**

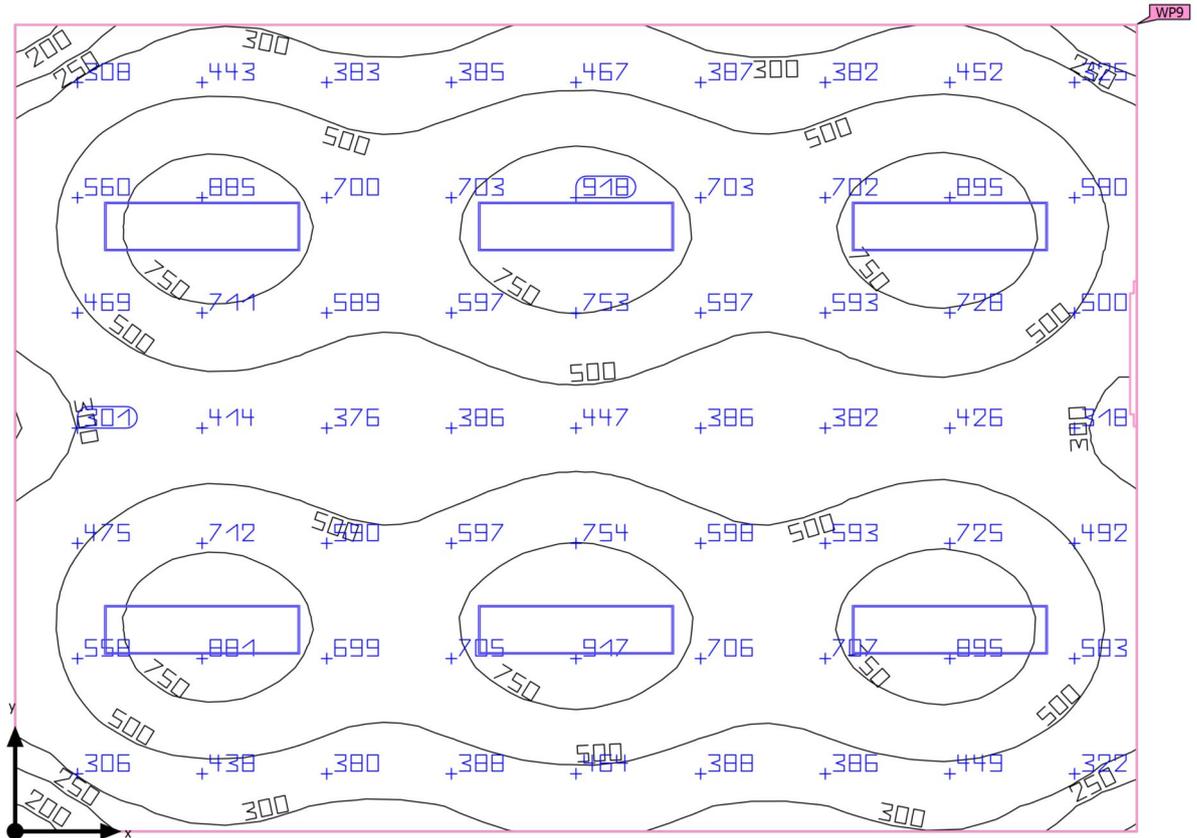


Propiedades	$\bar{E}$ (Nominal)	$E_{min}$	$E_{m\acute{a}x}$	$g_1$	$g_2$	Índice
Plano útil (Pasillo oficina)	280 lx	43.4 lx	896 lx	0.16	0.048	WP10
Iluminancia perpendicular (Adaptativamente)	$\geq 500$ lx					
Altura: 0.800 m, Zona marginal: 0.000 m	✗					

Perfil de uso: Configuración DIALux predeterminada, Estándar (oficina)

Edificación 1 · Piso 1 · Sala de reuniones (Escena de luz 1)

## Resumen



Edificación 1 · Piso 1 · Sala de reuniones (Escena de luz 1)

**Resumen**

## Resultados

	Tamaño	Calculado	Nominal	Verificación	Índice
Plano útil	$E_{\text{perpendicular}}$	551 lx	$\geq 500$ lx	✓	WP9
	g1	0.33	-	-	WP9
Valores de consumo	Consumo	[290 - 460] kWh/a	máx. 1250 kWh/a	✓	
Local	Potencia específica de conexión	4.87 W/m <sup>2</sup>	-	-	
		0.88 W/m <sup>2</sup> /100 lx	-	-	

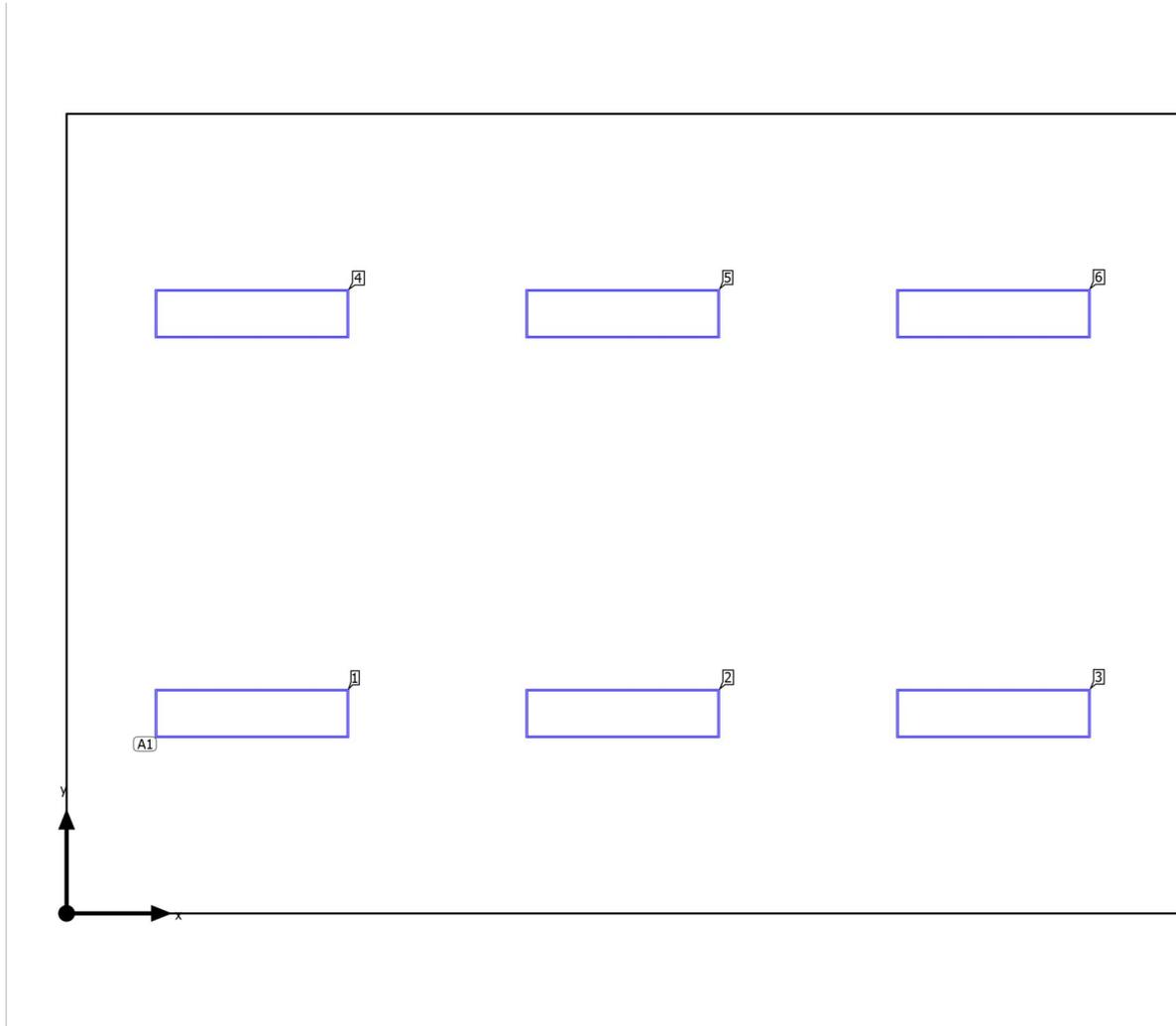
Perfil de uso: Configuración DIALux predeterminada, Estándar (oficina)

## Lista de luminarias

Uni.	Fabricante	Nº de artículo	Nombre del artículo	P	$\Phi$	Rendimiento lumínico
6	SIMON	72061540-884	Luminaria 720 Advance M4 120x30 NW CLC DALI	28.0 W	4100 lm	146.4 lm/W

Edificación 1 · Piso 1 · Sala de reuniones

**Plano de situación de luminarias**



Edificación 1 · Piso 1 · Sala de reuniones

**Plano de situación de luminarias**

Fabricante	SIMON	P	28.0 W
N° de artículo	72061540-884	$\Phi$ Luminaria	4100 lm
Nombre del artículo	Luminaria 720 Advance M4 120x30 NW CLC DALI		
Lámpara	1x LED 720 M4 120x30 NW		

6 x SIMON Luminaria 720 Advance M4 120x30 NW CLC DALI

Tipo	Disposición en campo	X	Y	Altura de montaje	Luminaria
1era Luminaria (X/Y/Z)	1.150 m / 1.250 m / 2.099 m	1.150 m	1.250 m	2.099 m	1
Dirección X	3 Uni., Centro - centro, 2.300 m	3.450 m	1.250 m	2.099 m	2
		5.750 m	1.250 m	2.099 m	3
		1.150 m	3.750 m	2.099 m	4
Dirección Y	2 Uni., Centro - centro, 2.500 m	3.450 m	3.750 m	2.099 m	5
		5.750 m	3.750 m	2.099 m	6
Organización	A1				

Edificación 1 · Piso 1 · Sala de reuniones

**Lista de luminarias** $\Phi_{total}$ 

24600 lm

 $P_{total}$ 

168.0 W

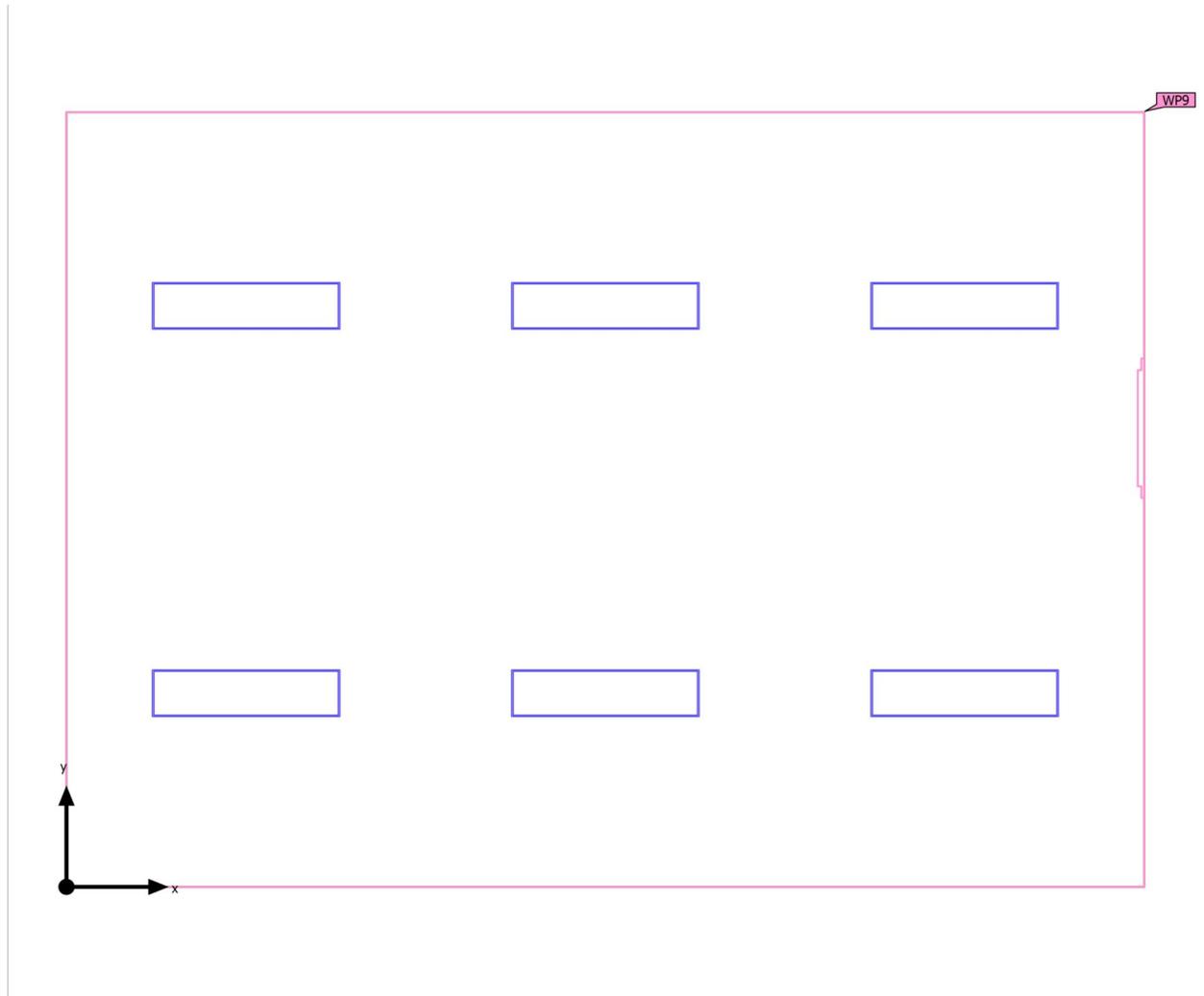
Rendimiento lumínico

146.4 lm/W

Uni.	Fabricante	N° de artículo	Nombre del artículo	P	$\Phi$	Rendimiento lumínico
6	SIMON	72061540-884	Luminaria 720 Advance M4 120x30 NW CLC DALI	28.0 W	4100 lm	146.4 lm/W

Edificación 1 · Piso 1 · Sala de reuniones (Escena de luz 1)

## Objetos de cálculo



Edificación 1 · Piso 1 · Sala de reuniones (Escena de luz 1)

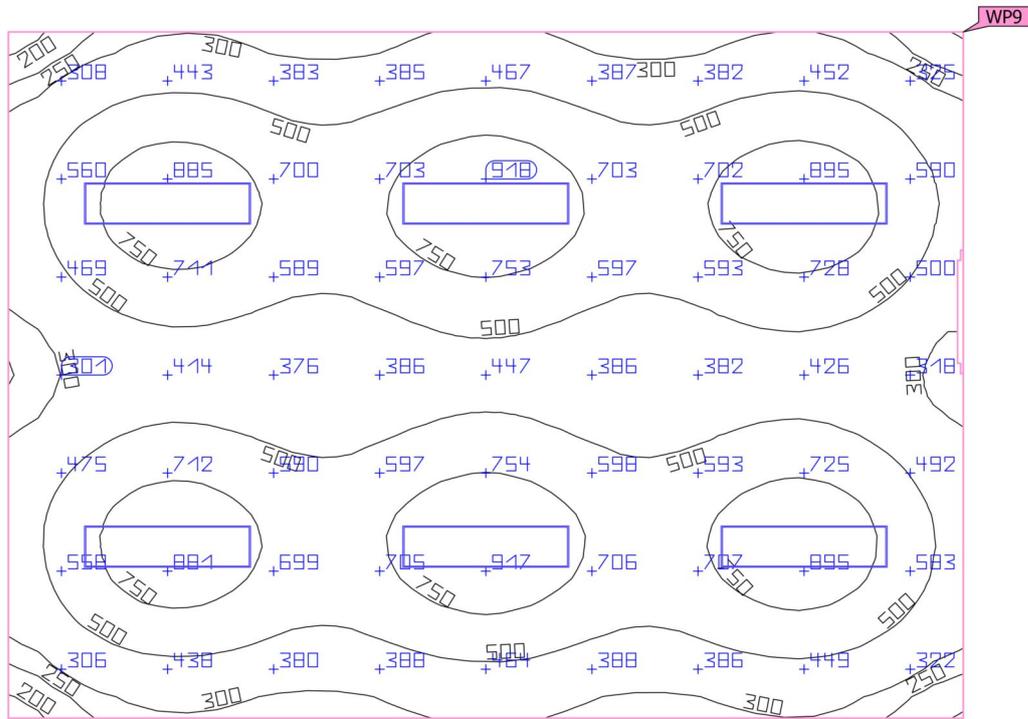
**Objetos de cálculo**

Planos útiles

Propiedades	$\bar{E}$ (Nominal)	$E_{\min}$	$E_{\max}$	$g_1$	$g_2$	Índice
Plano útil (Sala de reuniones) Iluminancia perpendicular (Adaptativamente) Altura: 0.800 m, Zona marginal: 0.000 m	551 lx ( $\geq 500$ lx) ✓	182 lx	952 lx	0.33	0.19	WP9

Perfil de uso: Configuración DIALux predeterminada, Estándar (oficina)

Edificación 1 · Piso 1 · Sala de reuniones (Escena de luz 1)  
**Plano útil (Sala de reuniones)**

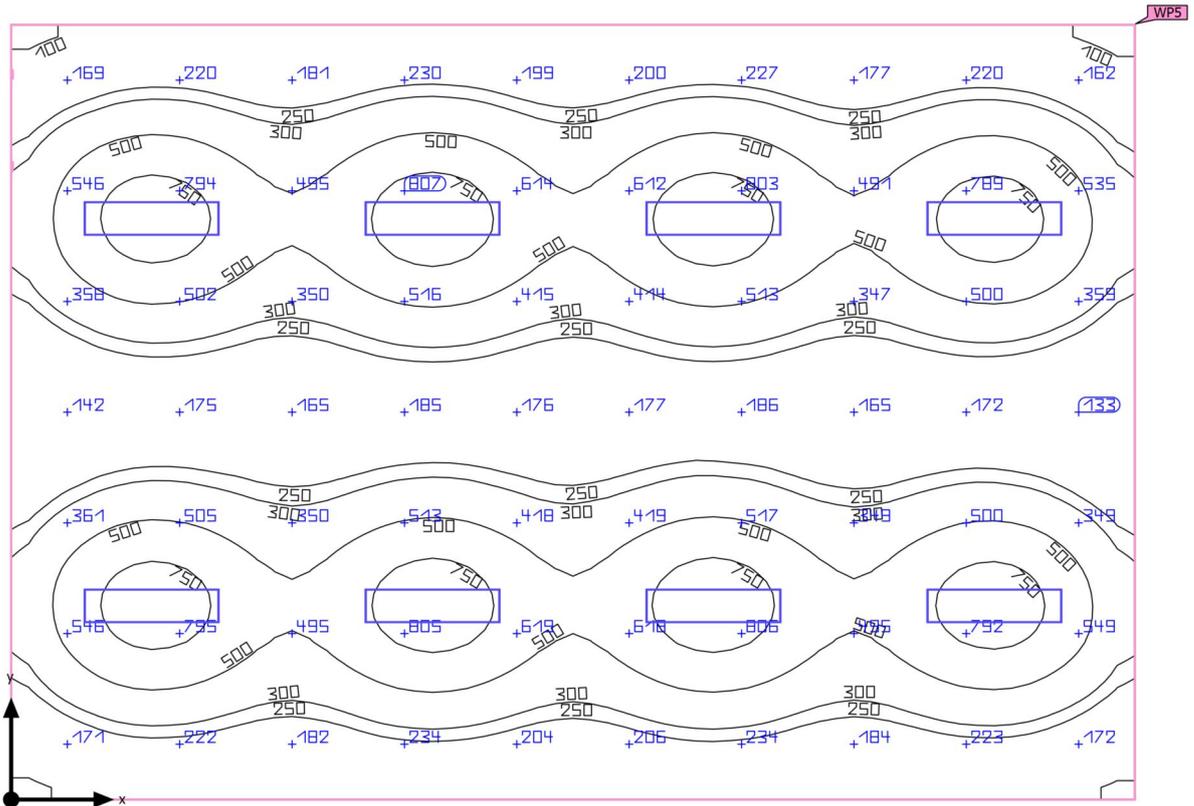


Propiedades	$\bar{E}$ (Nominal)	$E_{min}$	$E_{m\acute{a}x}$	$g_1$	$g_2$	Índice
Plano útil (Sala de reuniones) Iluminancia perpendicular (Adaptativamente) Altura: 0.800 m, Zona marginal: 0.000 m	551 lx ( $\geq 500$ lx) ✓	182 lx	952 lx	0.33	0.19	WP9

Perfil de uso: Configuración DIALux predeterminada, Estándar (oficina)

Edificación 1 · Piso 1 · Vestuarios (Escena de luz 1)

### Resumen



Edificación 1 · Piso 1 · Vestuarios (Escena de luz 1)

**Resumen**

## Resultados

	Tamaño	Calculado	Nominal	Verificación	Índice
Plano útil	$E_{\text{perpendicular}}$	387 lx	$\geq 500$ lx	✗	WPS
	g <sub>1</sub>	0.22	-	-	WPS
Valores de consumo	Consumo	[420 - 620] kWh/a	máx. 2450 kWh/a	✓	
Local	Potencia específica de conexión	3.22 W/m <sup>2</sup>	-	-	
		0.83 W/m <sup>2</sup> /100 lx	-	-	

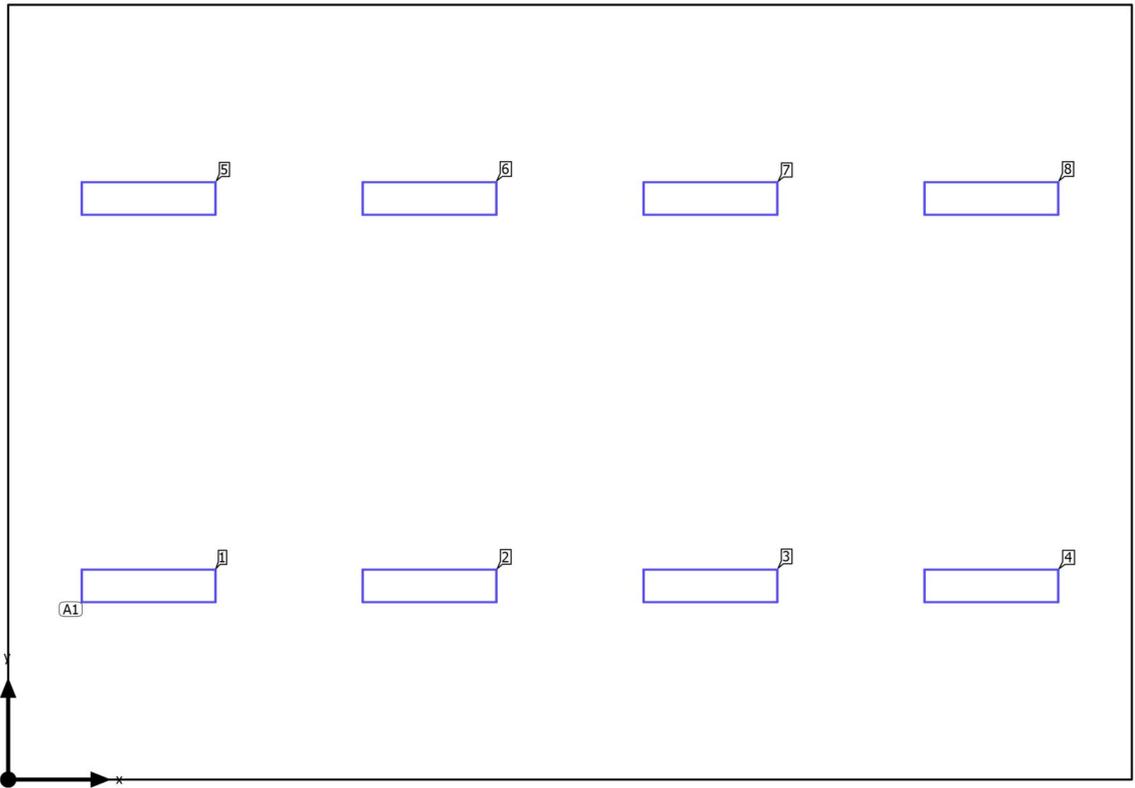
Perfil de uso: Configuración DIALux predeterminada, Estándar (oficina)

## Lista de luminarias

Uni.	Fabricante	Nº de artículo	Nombre del artículo	P	Φ	Rendimiento lumínico
8	SIMON	72061540-884	Luminaria 720 Advance M4 120x30 NW CLC DALI	28.0 W	4100 lm	146.4 lm/W

Edificación 1 · Piso 1 · Vestuarios

**Plano de situación de luminarias**



Edificación 1 · Piso 1 · Vestuarios

**Plano de situación de luminarias**

Fabricante	SIMON	P	28.0 W
N° de artículo	72061540-884	Φ <sub>Luminaria</sub>	4100 lm
Nombre del artículo	Luminaria 720 Advance M4 120x30 NW CLC DALI		
Lámpara	1x LED 720 M4 120x30 NW		

8 x SIMON Luminaria 720 Advance M4 120x30 NW CLC DALI

Tipo	Disposición en campo	X	Y	Altura de montaje	Luminaria
1era Luminaria (X/Y/Z)	1.250 m / 1.738 m / 2.099 m	1.250 m	1.738 m	2.099 m	1
Dirección X	4 Uni., Centro - centro, 2.500 m	3.750 m	1.738 m	2.099 m	2
		6.250 m	1.738 m	2.099 m	3
		8.750 m	1.738 m	2.099 m	4
Dirección Y	2 Uni., Centro - centro, 3.475 m	1.250 m	5.213 m	2.099 m	5
		3.750 m	5.213 m	2.099 m	6
Organización	A1	6.250 m	5.213 m	2.099 m	7
		8.750 m	5.213 m	2.099 m	8

Edificación 1 · Piso 1 · Vestuarios

**Lista de luminarias** $\Phi_{total}$ 

32800 lm

 $P_{total}$ 

224.0 W

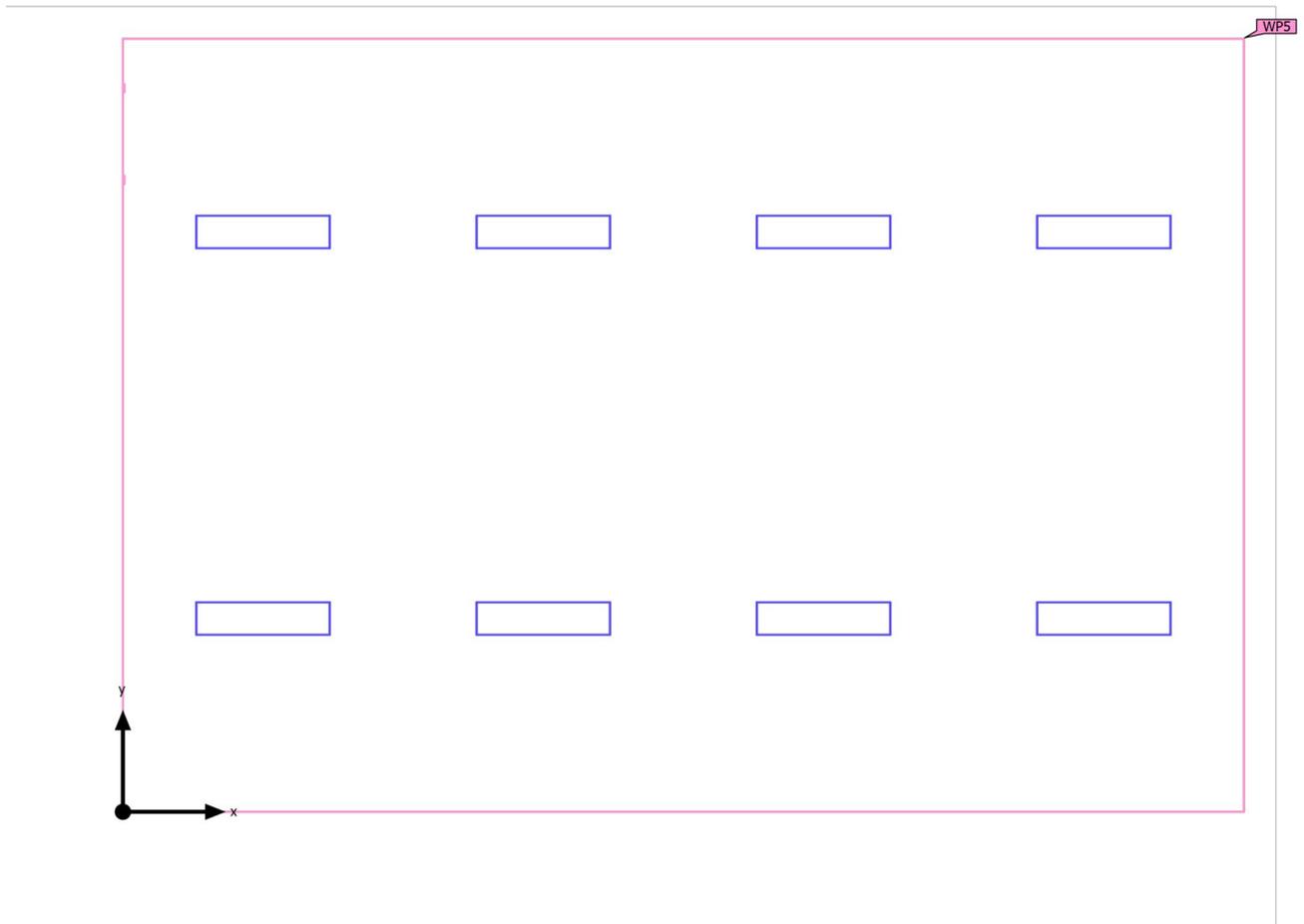
Rendimiento lumínico

146.4 lm/W

Uni.	Fabricante	N° de artículo	Nombre del artículo	P	$\Phi$	Rendimiento lumínico
8	SIMON	72061540-884	Luminaria 720 Advance M4 120x30 NW CLC DALI	28.0 W	4100 lm	146.4 lm/W

Edificación 1 · Piso 1 · Vestuarios (Escena de luz 1)

## Objetos de cálculo



Edificación 1 · Piso 1 · Vestuarios (Escena de luz 1)

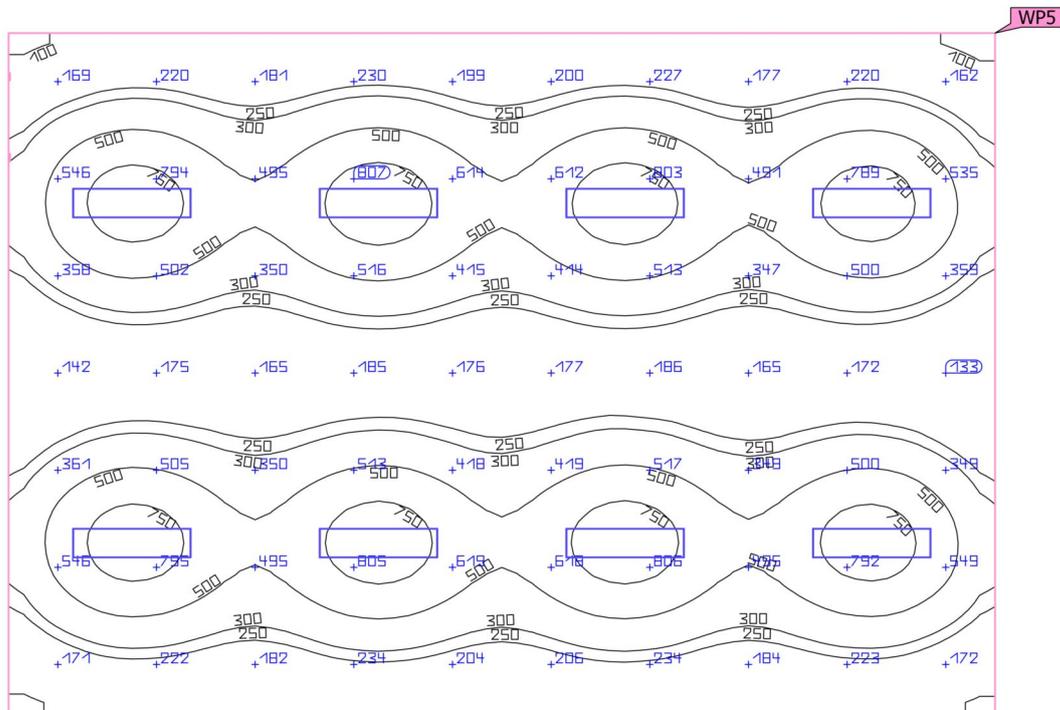
**Objetos de cálculo**

Planos útiles

Propiedades	$\bar{E}$ (Nominal)	$E_{\min}$	$E_{\max}$	$g_1$	$g_2$	Índice
Plano útil (Vestuarios)	387 lx	85.2 lx	891 lx	0.22	0.096	WP5
Illuminancia perpendicular (Adaptativamente) Altura: 0.800 m, Zona marginal: 0.000 m	( $\geq 500$ lx) ✘					

Perfil de uso: Configuración DIALux predeterminada, Estándar (oficina)

Edificación 1 · Piso 1 · Vestuarios (Escena de luz 1)  
**Plano útil (Vestuarios)**



Propiedades	$\bar{E}$ (Nominal)	$E_{min}$	$E_{max}$	$g_1$	$g_2$	Índice
Plano útil (Vestuarios)	387 lx	85.2 lx	891 lx	0.22	0.096	WP5
Iluminancia perpendicular (Adaptativamente)	(≥ 500 lx)					
Altura: 0.800 m, Zona marginal: 0.000 m	✗					

Perfil de uso: Configuración DIALux predeterminada, Estándar (oficina)

## Glosario

### A

A	Símbolo para una superficie en la geometría
Altura interior del local	Designación para la distancia entre el borde superior del suelo y el borde inferior del techo (para un local en su estado terminado).

### Á

Área circundante	El área circundante limita directamente con el área de la tarea visual y debe contar con una anchura de al menos 0,5 m, según DIN EN 12464-1. Se encuentra a la misma altura que el área de la tarea visual.
Área de fondo	El área de fondo limita, según DIN EN 12464-1, con el área inmediatamente circundante y alcanza los límites del local. En el caso de locales grandes, el área de fondo tiene al menos 3 m de anchura. Es horizontal y se encuentra a la altura del suelo.
Área de la tarea visual	El área requerida para llevar a cabo una tarea visual según DIN EN 12464-1. La altura corresponde a la altura a la que se lleva a cabo la tarea visual.

### C

CCT	<p>(ingl. correlated colour temperature)          Temperatura del cuerpo de un proyector térmico, que se utiliza para la descripción de su color de luz. Unidad: Kelvin [K]. Entre menor sea el valor numérico, más rojo, a mayor valor numérico, más azul será el color de luz. La temperatura de color de lámparas de descarga gaseosa y semiconductores se denomina, al contrario de la temperatura de color de los proyectores térmicos, como "temperatura de color correlacionada".</p> <p>Correspondencia entre colores de luz y rangos de temperatura de color según EN 12464-1:</p> <p>Color de luz - temperatura de color [K]          blanco cálido (ww) &lt; 3.300 K          blanco neutro (nw) ≥ 3.300 – 5.300 K          blanco luz diurna (tw) &gt; 5.300 K</p>
Cociente de luz diurna	<p>Relación entre la iluminancia que se alcanza en un punto en el espacio interior, debida únicamente a la incidencia de luz diurna, y la iluminancia horizontal en el espacio exterior bajo cielo abierto.</p> <p>Símbolo: D (ingl. daylight factor)          Unidad: %</p>

## Glosario

CRI	<p>(ingl. colour rendering index) Denominación para el índice de reproducción cromática de una luminaria o de una fuente de luz según DIN 6169: 1976 o. CIE 13.3: 1995.</p> <p>El índice general de reproducción cromática Ra (o CRI) es un coeficiente adimensional que describe la calidad de una fuente de luz blanca en lo que respecta a su semejanza a una fuente de luz de referencia, en los espectros de remisión de 8 colores de prueba definidos (ver DIN 6169 o CIE 1974).</p>
D	<p><b>Densidad lumínica</b></p> <p>Medida de la "impresión de claridad" que el ojo humano percibe de una superficie. Es posible que la superficie misma ilumine o que refleje la luz que incide sobre ella (valor de emisor). Es la única dimensión fotométrica que el ojo humano puede percibir.</p> <p>Unidad: Candela por metro cuadrado Abreviatura: cd/m<sup>2</sup> Símbolo: L</p>
E	<p><b>Eta (<math>\eta</math>)</b></p> <p>(ingl. light output ratio) El grado de eficacia de funcionamiento de luminaria describe qué porcentaje del flujo luminoso de una fuente de luz de radiación libre (o módulo LED) abandona la luminaria instalada.</p> <p>Unidad: %</p>
F	<p><b>Factor de degradación</b></p> <p>Véase MF</p>
Flujo luminoso	<p>Medida para la potencia luminosa total emitida por una fuente de luz en todas direcciones. Es con ello un "valor de emisor" que especifica la potencia de emisión total. El flujo luminoso de una fuente de luz solo puede determinarse en el laboratorio. Se diferencia entre el flujo luminoso de lámpara o de módulo LED y el flujo luminoso de luminaria.</p> <p>Unidad: Lumen Abreviatura: lm Símbolo: <math>\Phi</math></p>

## Glosario

### G

$g_1$	Con frecuencia también $U_o$ (ingl. overall uniformity) Denomina la uniformidad total de la iluminancia sobre una superficie. Es el cociente de $E_{\min}$ y $E_{\max}$ y se utiliza, entre otras, en normas para la especificación de iluminación en lugares de trabajo.
$g_2$	Denomina en realidad la "desigualdad" de la iluminancia sobre una superficie. Es el cociente entre $E_{\min}$ y $E_{\max}$ y por lo general es relevante solo como evidencia de iluminación de emergencia según EN 1838.
Grado de reflexión	El grado de reflexión de una superficie describe qué cantidad de la luz incidente es reflejada. El grado de reflexión se define mediante la coloración de la superficie.

### I

Iluminancia, adaptativa	Para la determinación de la iluminancia media adaptativa sobre una superficie, ésta se rasteriza en forma "adaptativa". En el área en que hay las mayores diferencias en iluminancia dentro de la superficie, la rasterización se hace más fina, en el área de menores diferencias, se realiza una rasterización más gruesa.
Iluminancia, horizontal	Iluminancia, calculada o medida sobre un plano horizontal (éste puede ser p.ej. una superficie de una mesa o el suelo). La iluminancia horizontal se identifica por lo general con las letras $E_h$ .
Iluminancia, perpendicular	Iluminancia perpendicular a una superficie, medida o calculada. Este se debe considerar en superficies inclinadas. Si la superficie es horizontal o vertical, no existe diferencia entre la iluminancia perpendicular y la vertical u horizontal.
Iluminancia, vertical	Iluminancia, calculada o medida sobre un plano vertical (este puede ser p.ej. la parte frontal de una estantería). La iluminancia vertical se identifica por lo general con las letras $E_v$ .
Intensidad lumínica	Describe la intensidad de luz en una dirección determinada (valor de emisor). La intensidad lumínica es el flujo luminoso $\Phi$ , entregado en un ángulo determinado $\Omega$ del espacio. La característica de emisión de una fuente de luz se representa gráficamente en una curva de distribución de intensidad luminosa (CDL). La intensidad lumínica es una unidad básica SI.  Unidad: Candela Abreviatura: cd Símbolo: I

## Glosario

Intensidad lumínica	Describe la relación del flujo luminoso que cae sobre una superficie determinada y el tamaño de esta superficie ( $\text{lm}/\text{m}^2 = \text{lx}$ ). La iluminancia no está vinculada a una superficie de un objeto. Puede determinarse en cualquier punto del espacio (interior o exterior). La iluminancia no es una propiedad de un producto, ya que se trata de un valor del receptor. Para su medición se utilizan aparatos de medición de iluminancia.
	Unidad: Lux Abreviatura: lx Símbolo: E
<hr/>	
<b>L</b>	
LENI	(ingl. lighting energy numeric indicator) Indicador numérico de energía de iluminación según EN 15193
	Unidad: kWh/m <sup>2</sup> año
<hr/>	
LLMF	(ingl. lamp lumen maintenance factor)/según CIE 97: 2005 Factor de mantenimiento de flujo luminoso de lámparas, tiene en cuenta la disminución del flujo luminoso de una lámpara o de un módulo LED en el curso de su tiempo de funcionamiento. El factor de mantenimiento de flujo luminoso de lámparas se especifica como número decimal y puede tomar un valor máximo de 1 (sin disminución de flujo luminoso).
<hr/>	
LMF	(ingl. luminaire maintenance factor)/según CIE 97: 2005 Factor de mantenimiento de luminaria, tiene en cuenta el ensuciamiento de la luminaria en el curso de su tiempo de funcionamiento. El factor de mantenimiento de luminaria se especifica como número decimal y puede tomar un valor máximo de 1 (sin suciedad).
<hr/>	
LSF	(ingl. lamp survival factor)/según CIE 97: 2005 Factor de supervivencia de la lámpara, tiene en cuenta el fallo total de una luminaria en el curso de su tiempo de funcionamiento. El factor de supervivencia de la lámpara se expresa como número decimal y puede tomar un valor máximo de 1 (dentro del tiempo considerado, no hay fallo, o sustitución inmediata tras un fallo).
<hr/>	
<b>M</b>	
MF	(ingl. maintenance factor)/según CIE 97: 2005 Factor de mantenimiento, número decimal entre 0 y 1, describe la relación entre el valor nuevo de una dimensión de planificación fotométrica (p.ej. iluminancia) y el valor de mantenimiento tras un tiempo determinado. El factor de mantenimiento tiene en cuenta el ensuciamiento de lámparas y locales, así como la disminución de flujo luminoso y el fallo de fuentes de luz. El factor de mantenimiento se considera en forma general aproximada o se calcula en forma detallada según CIE 97: 2005, por medio de la fórmula $\text{RMF} \times \text{LMF} \times \text{LLMF} \times \text{LSF}$ .

## Glosario

### O

Observador UGR	Punto de cálculo en el espacio, para el cual el DIALux determina el valor UGR. La posición y altura del punto de cálculo deben corresponder a la posición del observador típico (posición y altura de los ojos del usuario).
----------------	--

---

### P

P	(ingl. power) Consumo de potencia eléctrica
	Unidad: Vatio Abreviatura: W

---

Plano útil	Superficie virtual de medición o de cálculo a la altura de la tarea visual, por lo general sigue la geometría del local. El plano útil puede también dotarse de una zona marginal.
------------	--

---

### R

Rendimiento lumínico	Relación entre la potencia luminosa emitida $\Phi$ [lm] y la potencia eléctrica consumida P [W] Unidad: lm/W.
	Esta relación puede formarse para la lámpara o el módulo LED (rendimiento lumínico de lámpara o del módulo), para la lámpara o módulo junto con su dispositivo de control (rendimiento lumínico del sistema) y para la luminaria completa (rendimiento lumínico de luminaria).

---

RMF	(ingl. room maintenance factor)/según CIE 97: 2005 Factor de mantenimiento del local, tiene en cuenta el ensuciamiento de las superficies que rodean el local en el curso de su tiempo de funcionamiento. El factor de mantenimiento del local se especifica como número decimal y puede tomar un valor máximo de 1 (sin suciedad).
-----	--

---

### S

Superficie útil - Cociente de luz diurna	Una superficie de cálculo, dentro de la cual se calcula el cociente de luz diurna.
--	--

---

## Glosario

### U

UGR (max)

(ingl. unified glare rating)

Medida para el efecto psicológico de deslumbramiento de un espacio interior. Además de la luminancia de la luminaria, el valor UGR depende también de la posición del observador, la dirección de observación y la luminancia del entorno. Entre otras, en la norma EN 12464-1 se especifican valores UGR máximos permitidos para diversos lugares de trabajo en espacios interiores.

---

### Z

Zona marginal

Zona circundante entre el plano útil y las paredes, que no se considera en el cálculo.

---