



UNIVERSITAT
POLITÈCNICA
DE VALÈNCIA



ESCUELA TÉCNICA
SUPERIOR INGENIEROS
INDUSTRIALES VALENCIA

Curso Académico:

ÍNDICE GENERAL

RESUMEN	2
DOCUMENTO N° 1: Memoria	3
ANEXO 1: Cálculos luminotécnicos	49
DOCUMENTO N° 2: Presupuesto	64
DOCUMENTO N° 3: Planos	86

RESUMEN

Este trabajo de Fin de Grado tiene como objetivo el diseño de una instalación eléctrica en baja tensión en una nave industrial dedicada tanto a la reparación como a la venta de automóviles situada en el término municipal de Elche.

Con esto se pretende abarcar un trabajo más completo que el de una instalación eléctrica tipo, dado que en una misma nave hay espacios destinados al ámbito industrial y espacios abiertos al público, con diferentes métodos de instalación de canalizaciones, distintos receptores y requisitos de alumbrado, etc.

Para la mayor parte de los cálculos se ha utilizado una hoja Excel de elaboración propia que incluye cálculos de secciones por criterio térmico, caídas de tensión, cortocircuitos y cálculo de secciones de conductores neutro y de protección según las correspondientes normativas, así como algunos cálculos sobre las protecciones eléctricas necesarias.

El procedimiento a seguir ha sido el siguiente:

1. Diseño de la instalación de alumbrado.
2. Evaluación de demanda eléctrica de las diferentes zonas de la nave.
3. Trazado de las líneas desde la acometida hasta sus correspondientes receptores.
4. Cálculo de las secciones de los conductores según diferentes criterios.
5. Diseño de la protección contra sobreintensidades.
6. Diseño de la protección contra contactos indirectos.

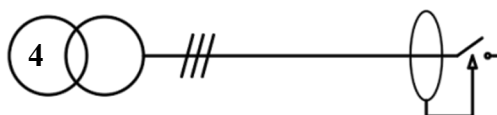
Todo el procedimiento queda explicado con detalle en la memoria, y las representaciones correspondientes pueden encontrarse en los planos. El coste de la instalación puede encontrarse desglosado con detalle en el presupuesto, en el cual se especifican tanto el presupuesto de ejecución material como el presupuesto de ejecución por contrata.

DOCUMENTO N° 1:

MEMORIA

ÍNDICE

1.	INTRODUCCIÓN	6
1.1.	Antecedentes y motivación	6
1.2.	Alcance del Proyecto	6
1.3.	Emplazamiento de la instalación	7
1.4.	Características del terreno	8
2.	DEMANDA DE POTENCIA DE LA INSTALACIÓN	11
2.1.	Previsión de carga	11
2.1.1.	Zona de exposición y venta	11
2.1.2.	Zona de taller	11
2.2.	Demanda prevista	12
2.3.	Compensación de energía reactiva	13
2.4.	Transformador	13
3.	INSTALACIÓN DE ALUMBRADO	14
3.1.	Requisitos	14
3.1.1.	Alumbrado general	14
3.1.2.	Alumbrado de emergencia	15
3.2.	Cálculo	16
4.	DEFINICIÓN DE CUADROS Y LÍNEAS	19
5.	DIMENSIONADO DE LÍNEAS	21
5.1.	Justificación de la instalación	21
5.2.	Dimensionado por criterio térmico	21
5.2.1.	Cálculo de la intensidad de diseño	22
5.2.2.	Cálculo del coeficiente k	22
5.2.3.	Cálculo de las secciones del cable	25
5.3.	Dimensionado por criterio de caída de tensión	28





5.3.1.	Cálculo de la caída de tensión en un cable	28
5.4.	Resultados del cálculo	30
6.	PROTECCIÓN DE LA INSTALACIÓN	32
6.1.	Protección contra sobrecargas y cortocircuitos	32
6.1.1.	Protección contra sobrecargas	32
6.1.2.	Protección contra cortocircuitos	33
6.1.3.	Selección de dispositivos	39
6.2.	Protección contra contactos directos	40
6.3.	Protección contra contactos indirectos	40
6.3.1.	Instalación de puesta a tierra	40
6.3.2.	Selección de dispositivos	43
6.4.	Protección contra armónicos	45
7.	RELACIÓN DE TABLAS	46
8.	RELACIÓN DE ECUACIONES	47
9.	RELACIÓN DE FIGURAS	47
10.	REFERENCIAS Y BIBLIOGRAFÍA	48



1. INTRODUCCIÓN

1.1. Antecedentes y motivación

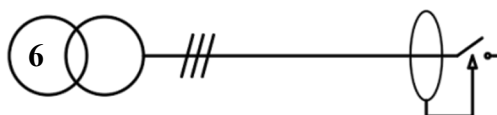
El presente proyecto trata sobre el diseño de la instalación eléctrica en baja tensión de una nave industrial. Esta instalación partirá de una acometida procedente de un transformador propiedad de la compañía eléctrica distribuidora.

Para este proyecto se ha tenido en cuenta el Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión, correctamente citado en el apartado *10. REFERENCIAS Y BIBLIOGRAFÍA*.

El motivo de elección de este proyecto es porque considero que se trata de un problema clásico en Ingeniería, el cual además es bastante completo y versátil como para poder aprovecharlo a nivel didáctico, pudiendo utilizar los conocimientos y aptitudes adquiridas en el Grado para resolver un problema planteado desde cero. También lo considero interesante por aumentar conocimientos en la rama de electricidad de cara a una continuidad de los estudios en este campo.

1.2. Alcance del Proyecto

En el proyecto se realiza el diseño de la instalación eléctrica completa, incluyendo cableado, métodos de instalación, protecciones eléctricas de la instalación y de las personas, una instalación de puesta a tierra que garantice la seguridad de la instalación, y un estudio luminotécnico de los diferentes emplazamientos de la nave.



1.3. Emplazamiento de la instalación

La nave se encuentra en el Término Municipal de Elche, Alicante. Está en una parcela aislada rodeada por las calles Antonio Gaudí, Santiago Ramón y Cajal, Guillermo Marconi y Alfred Nobel. Se trata de la parcela catastral 9008601YH0490G.

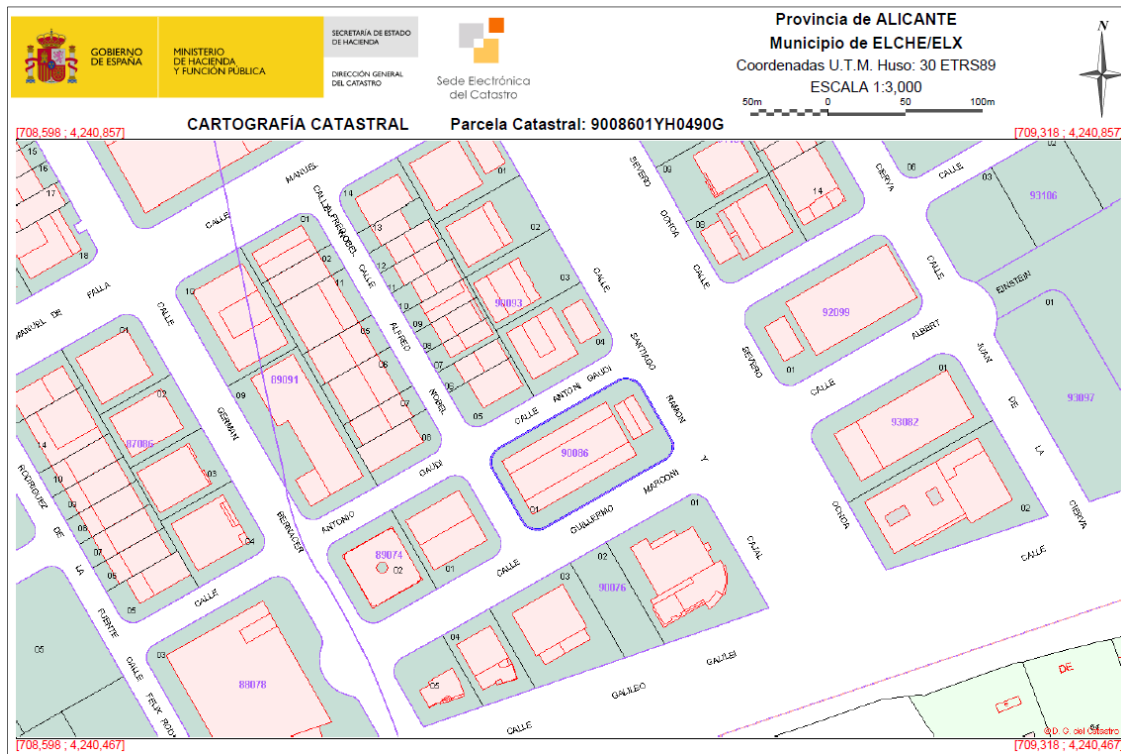


Figura 1: Parcela catastral (<https://www1.sedecatastro.gob.es>)

1.4. Características del terreno

Uno de los parámetros fundamentales para el diseño de una instalación eléctrica es el suelo sobre la que se va a construir.



Figura 2: Ortofoto de Elche y alrededores (terrasit.gva.es)

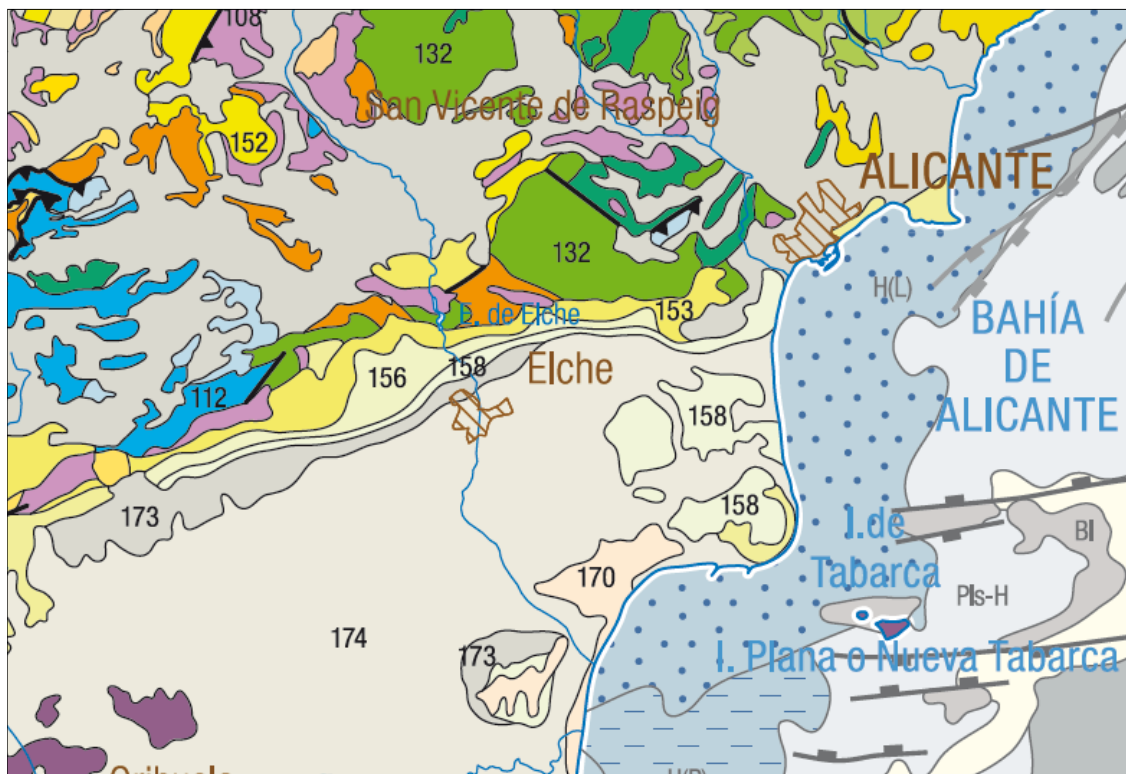


Figura 3: Sección del Mapa Geológico Nacional en que se encuentra la instalación (<http://info.igme.es>)

Se puede observar con claridad que la zona de Elche y proximidades se encuentran en una región demarcada con el código 174, el cual según la leyenda corresponde a conglomerados, areniscas, gravas, arenas, limos y arcillas.

LEYENDA DE LA PENÍNSULA IBÉRICA Y BALEARES

CUATERNARIO Y CUENCAS CENOZOICAS CONTINENTALES

CUATER- NARIO	HOLOCENO		174	175
	PLEISTOCENO		173	
	CENO	SUP.	VILLAFRANQUIENSE	
			170	169

CUATERNARIO Y CUENCAS CENOZOICAS CONTINENTALES

- 175** Gravas, arenas, arcillas y lutitas con cantos y bloques
- 174** Conglomerados, areniscas, gravas, arenas, limos y arcillas
- 173** Conglomerados, gravas, arenas, lutitas, margas, calcarenitas, calizas travertínicas y tobas
- 172** Rocas volcánicas, Basaltos olivínicos, Vulcanismo del Campo de Calatrava y Olot
- 171** Conglomerados, generalmente cuarcíticos. Rañas
- 170** Conglomerados, areniscas, arcillas rojas, margas, calizas y encostramientos carbonatados
- 169** Lutitas, areniscas, conglomerados y calizas, a veces travertínicas
- 168** Lutitas, areniscas, conglomerados, margas y calizas
- 167** Conglomerados, areniscas, arcillas, calizas y yesos
- 166** Conglomerados, areniscas, lutitas, calizas, margas y yesos
- 165** Conglomerados, areniscas, lutitas, calizas, margas y yesos
- 164** Conglomerados, areniscas, lutitas, calizas, margas y yesos
- 163** Conglomerados, areniscas, lutitas, calizas y yesos
- 162** Conglomerados, brechas, areniscas, lutitas, calizas y yesos
- 161** Conglomerados, areniscas, lutitas, yesos y margas

Figura 4: Fragmento de la leyenda del Mapa Geológico Nacional (<http://info.igme.es>)

La resistividad eléctrica de cada uno de estos componentes varía; las arenas presentan una resistividad media de 100 a 1000 Ωm , los limos de 10 a 100 Ωm y las arcillas entre 1 y 10 Ωm . Las areniscas y gravas pueden llegar a presentar valores de más de 1000 Ωm (Sánchez, F. J.).

Los datos de resistividad térmica son los siguientes:

01 Pétreos y suelos / Rocas y suelos naturales / Rocas o suelos sedimentarios / Arena y grava

Materiales	ρ	λ	C_p	μ
Genérico	1700-2200	2	910-1180	50

01 Pétreos y suelos / Rocas y suelos naturales / Rocas o suelos sedimentarios / Arenisca

Materiales	ρ	λ
Genérico	2200-2600	3

01 Pétreos y suelos / Rocas y suelos naturales / Rocas o suelos sedimentarios / Arcilla o limo

Materiales	ρ	λ	C_p	μ
Genérico	1200-1800	1.5	1670-2500	50

- ρ : Densidad, en Kg/m³
 λ : Conductividad térmica, en W/m·K
 C_p : Calor específico, en J/Kg·K
 μ : Factor de resistencia a la difusión del vapor de agua, adimensional

Figura 5: Propiedades físicas del suelo (<http://cte-web.iccl.es>)



2. DEMANDA DE POTENCIA DE LA INSTALACIÓN

2.1. Previsión de carga

2.1.1. Zona de exposición y venta

Este espacio de la planta está fundamentalmente destinado a exposición de vehículos y además contiene varios puestos de oficina.

La demanda de la zona de exposición es la correspondiente a la instalación de alumbrado, los puestos de oficina, dos puertas automáticas de y un equipo de climatización.

“El consumo de energía por puesto de trabajo en una oficina supone unos 8.000 kWh/año.” (IDAE, 2007).

Partiendo de este dato se ha calculado una potencia demandada de 0.91 kW por cada puesto de oficina.

Descripción	Potencia (kW)
Alumbrado	3.96
Puestos de oficina	6.37
Puertas automáticas	0.40
Equipo de climatización	13.00
TOTAL	23.63

Tabla 1: Demanda de potencia de la zona de exposición

2.1.2. Zona de taller

Para este espacio se ha proporcionado un listado con los consumos de las diferentes salas del taller, excluyendo alumbrado, el cual se detalla a continuación:

Descripción	Cantidad	Potencia (kW)
Muela de esmeril	1	0.29
Taladro manual de hasta 10mm de diámetro	1	0.37
Estación de diagnóstico clip	1	0.15
Aspirador industrial WURTH MASTER ERSV	1	1.40
Línea PRE-ITV combi RYME modelo PC1 17”	1	4.00
Taladro eléctrico WURTH MASTER modelo SB13XE	1	0.75
Elevador 2 columnas de 2500 Kg ISTOBAL 4261300	1	2.00
Elevador de tijera de 3600 Kg CASCOS DT3600	1	2.00
Estación de carga y recuperación de aire acondicionado	1	0.78
Lavadora de piezas SAFETY KLEEN 176	1	1.70

Desmontadora de neumáticos FACOM UTM 260S	1	1.90
Equilibradora de ruedas CORGHI E7040	1	0.25
Fregadora DELUX 43	1	0.27
Cargador de baterías FERVER F922-12V	1	0.70
Soldador eléctrico para estaño	1	0.30
Elevador extraplano VELYEN 4EE0300	1	2.20
Carrocería rápida SPANESI SP520	1	7.00
Cabina de pintura SPANESI OMEGA INVERTER	2	28.6
Aspirador móvil polvo MEC D-600	1	2.00
Minibancada SPANESI MINIBENCH	1	1.00
Elevador 4 columnas 5T VELYEN 4ED600	1	2.20
Elevador 2 columnas 3T VELYEN 4ED600	1	3.00
Compresor tornillo 25CV PUSKA RTB25/10	1	18.50
Secador PUSKA PLX-30	2	0.67
Máquina soldadora SPANESI PUNTO-E SP230	1	1.10
Aspiración, preparación y lijado	1	2.30
TOTAL		114.40

Tabla 2: Maquinaria del taller

La anterior tabla arroja un total de 114.4 kW para la zona del taller. La instalación de esta zona se ha diseñado para aguantar un total de 117.5 kW nominales distribuidos en múltiples tomas de corriente monofásicas de 10A y trifásicas de 16A. Se ha asignado un factor de potencia unitario a las tomas de corriente monofásicas, de 0.8 a las cabinas de pintura, de 0.9 al compresor y los extractores a instalar (*Ver 5.1. Justificación de la instalación*) y de 0.95 a las tomas de corriente trifásicas.

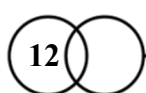
Esta zona también incluye dos despachos y un calentador eléctrico de 2 kW.

Descripción	Potencia (kW)
Alumbrado	38.47
Puestos de oficina	1.81
Cargas del taller	114.40
Extractores	6.60
TOTAL	161.28

Tabla 3: Demanda de potencia de la zona de taller

2.2. Demanda prevista

Sumando todo lo anterior, da como resultado una demanda de potencia de 203 kW con coeficiente de simultaneidad 1.



2.3. Compensación de energía reactiva

Teniendo en cuenta la totalidad de consumos de la instalación, tanto de los circuitos de alumbrado como de fuerza, se ha calculado un factor de potencia a la altura del cuadro general de 0.94.

De acuerdo a la Orden ITC/1723/2009 del 26 de junio, las penalizaciones económicas por energía reactiva de instalaciones con factor de potencia entre 0.95 y 0.9 se calculan a razón de 0.000013 €/kvarh. Para esta instalación (71.5kvar con un 100% de simultaneidad), considerando que se trabaje a plena carga 8 horas al día durante 31 días, esto resultaría en una penalización mensual de 0.23€/mes, por lo que instalar un equipo para compensar este desequilibrio de potencias es difícilmente una inversión rentable, y por ello se desestima esta posibilidad.

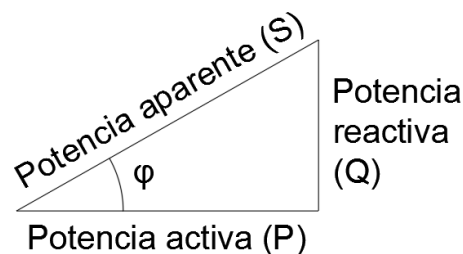


Figura 6: Triángulo de potencias

2.4. Transformador

La única fuente de energía de la planta será un centro de transformación de propiedad particular instalado en la propia parcela y cuyos datos se detallan en la siguiente tabla:

Relación de transformación (V)	20000/400
Potencia nominal S_{nT} (kVA)	250
ϵ_{Rcc} (%)	4
ϵ_{Xcc} (%)	1
ϵ_{cc} (%)	4.123
Potencia de cortocircuito de la red S_k'' (MVA)	350

Tabla 4: Parámetros del transformador

El diseño y los cálculos relativos al transformador no se incluirán en este TFG, únicamente se trabajará sobre los datos proporcionados.

3. INSTALACIÓN DE ALUMBRADO

Siguiendo un criterio de eficiencia energética, toda la instalación de alumbrado se realizará mediante tecnología LED, con la cual se pueden conseguir ahorros en el consumo de energía del orden del 21% respecto al alumbrado de descarga (*Palomino, 2015*).

3.1. Requisitos

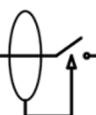
3.1.1. Alumbrado general

Toda la instalación interior de alumbrado se ajustará a las recomendaciones de la norma UNE-EN 12464-1 de iluminación en espacios de trabajo. Según esta norma, las diferentes estancias de la planta cuentan con los siguientes requisitos de iluminancia media mínima, deslumbramiento máximo y rendimiento de color:

ZONA	Clasificación UNE EN 12464-1	E_{med} (lux)	UGR	Ra
Sala de exposición	5.4.1 Alumbrado general (pabellones de exposiciones)	300	22	80
Sala de pintura	2.19.2 Pintura, cámara, pulverización, cámara de pulido	750	19	80
Taller	2.19.1 Carrocería y montaje	500	22	80
Almacén	1.4.1 Almacenes y cuarto de almacén	100	25	60
Aseos	1.2.4 Vestuarios, salas de lavado, cuartos de baño, servicios	200	25	80
Despachos	3.2 Escritura, escritura a máquina, lectura, tratamiento de datos	500	19	80
Armario de herramientas	1.4.1 Almacenes y cuarto de almacén	100	25	60
Sala de juntas	3.5 Salas de conferencias y reuniones	500	19	80
Recepción	3.6 Mostrador de recepción	300	22	80

Tabla 5: Requisitos de alumbrado según la norma UNE-EN 12464-1

Puesto que la zona de exposición está acristalada casi en su totalidad, dispondrá de muchas horas de luz natural procedente del exterior. Por este motivo, las luminarias utilizadas para esta zona serán de la marca Philips, modelo *BY470X 1xGRN130S/840 NB GC*, las cuales disponen de reguladores para disminuir el consumo energético en las horas en que la luz artificial sea menos necesaria.



El alumbrado exterior irá regulado por un interruptor crepuscular Schneider modelo *IC 2000 CCT15368*, el cual controlará el encendido o apagado en función de la iluminación natural del exterior.

Las luminarias alimentadas por líneas trifásicas se conectarán alternativamente a cada fase, minimizando así el posible desequilibrio entre fases de la misma línea.

3.1.2. Alumbrado de emergencia

Puesto que la zona de exposición y venta se considera como local de pública concurrencia según la ITC-BT-28, el alumbrado de emergencia se ha calculado siguiendo las prescripciones de esta misma instrucción.

Según esta norma, es necesario que el local disponga de un sistema de alumbrado de emergencia que entrará en funcionamiento cuando la tensión de red sea inferior al 70% de la nominal o cuando falle el alumbrado normal. Este sistema cuenta con una fuente de alimentación propia, consistente en baterías integradas en cada luminaria, las cuales se cargan utilizando el suministro exterior. Las baterías proporcionan una autonomía de funcionamiento de una hora.

El alumbrado de emergencia debe garantizar que se proporcione una iluminancia mínima de 1 lux a nivel de suelo en las rutas de evacuación, y de 5 lux en los puntos en los que estén situados los equipos manuales de protección contra incendios y en los cuadros de distribución de alumbrado.

3.2. Cálculo

Los cálculos de alumbrado han sido llevados a cabo mediante el uso del programa DIALux. Los informes de resultados del programa pueden verse en el documento “Anexo I: Cálculos luminotécnicos”.

El alumbrado exterior y el de emergencia se han calculado a mano según la fórmula [3-1], extraída del libro *Tecnología Eléctrica (Roger, Riera & Roldán, 2010)*:

$$E_{med} = \frac{\eta \cdot u_h \cdot m \cdot n \cdot \phi_{TOTAL}}{A} \quad [3-1]$$

- E_{med} - Iluminancia media (lux)
- η - Rendimiento de la luminaria
- u_h - Factor de utilización
- m - Factor de mantenimiento
- n - Número de luminarias
- ϕ_{TOTAL} - Flujo total emitido por una luminaria (lm)
- A - Área del plano de trabajo (m^2)

El alumbrado exterior está destinado fundamentalmente a iluminar la zona de aparcamientos, para lo cual se requiere una iluminancia media de 15 lux (ITC-EA-02). La superficie a iluminar consta de aproximadamente $404 m^2$. Se ha considerado un factor de utilización de 0.5 y un factor de mantenimiento de 0.85. Se utilizarán 3 luminarias.

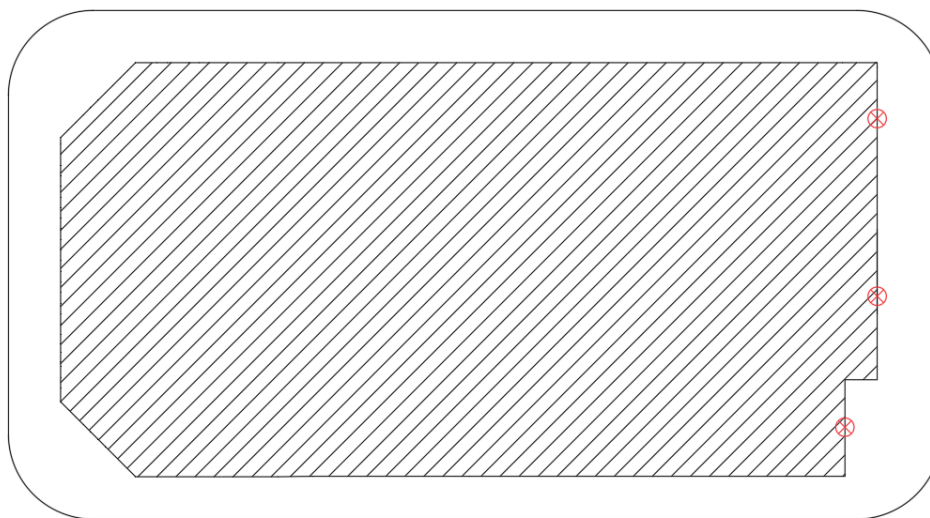


Figura 7: Disposición del alumbrado exterior

Esto resulta en que cada luminaria debe proporcionar un mínimo de 4752.94 lm. Por ello, se selecciona el modelo *Harmony 1&2 LED 09716500 BGP661 GRN53/740 II 0FR4 FG D) GR-2900 M* de 40W.

Para el alumbrado de emergencia, por el contrario, se calcularán las luminarias necesarias por metro lineal de vía de evacuación, para conseguir 1 lux a nivel de suelo. Se ha considerado un factor de utilización de 0.5 y un factor de mantenimiento de 0.6 en la sala de pintura y de 0.7 en el resto de estancias.

Considerando 2m de anchura de vía de evacuación, y escogiendo la luminaria de menos lúmenes del catálogo de la marca Legrand (100lm), resulta en que se necesitan 0.06 luminarias por metro (una luminaria cada 16.6m).

Como la nave tiene dimensiones muy grandes, se amplía el ancho a iluminar a 5m, de modo que el alumbrado de evacuación haga también la función de alumbrado ambiente o antipánico, y se amplía la iluminancia requerida a 5 lux. De este modo se garantiza la iluminancia requerida en los cuadros de distribución y los equipos anti incendios.

Utilizando el modelo de luminaria *662245 URA34LED LVS2* de 450 lm, esto resulta en que se necesita una luminaria cada 9m en la sala de pintura, y cada 10.7m en el resto del local. Se utilizará una luminaria *662243 URA34LED LVS2* de 200 lm por cada despacho, baño o almacén.

De este modo se ha determinado que serán necesarias 14 luminarias de 200 lm y 32 luminarias de 450 lm. La disposición de estas se ha determinado de manera que se pudiesen instalar bajo las bandejas del alumbrado principal de cada sala.

La disposición final se muestra en la figura 8.

PROYECTO DE INSTALACIÓN ELÉCTRICA DE UN TALLER DE REPARACIÓN DE AUTOMÓVILES SITUADO EN ELCHE.

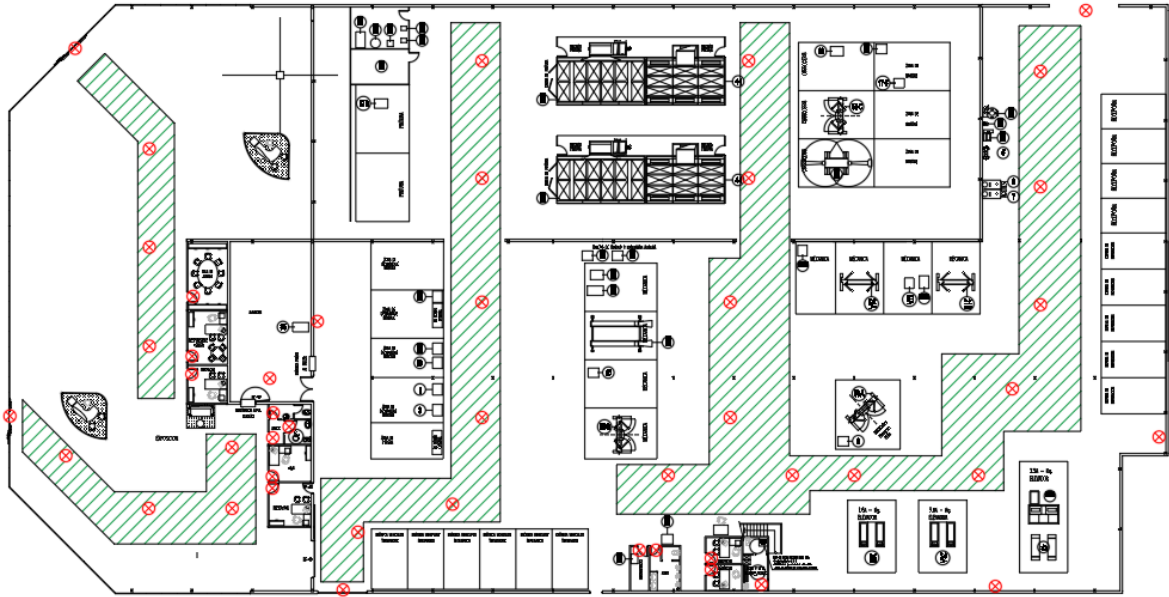
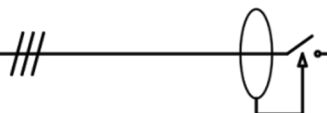


Figura 8: Vías de evacuación y disposición del alumbrado de emergencia

La siguiente tabla resume las potencias demandadas por el alumbrado por sala, de acuerdo al número y modelo de luminaria utilizados para los cálculos luminotécnicos.

	Sala	Número	Consumo (kW)
Zona de exposición y venta	Exterior	1	0.12
	Sala de exposición	1	3.20
	Despachos	5	0.50
	Aseo	2	0.60
	Almacén	1	0.12
Zona de taller	Sala taller	1	20.32
	Sala pintura	1	18.16
	Despachos	2	0.20
	Aseo	1	0.30
	Armario herramientas	1	0.01
TOTAL			43.52

Tabla 6: Demanda energética del alumbrado



4. DEFINICIÓN DE CUADROS Y LÍNEAS

La instalación cuenta con un cuadro general de distribución y con ocho subcuadros distribuidos por la planta. Su situación e interconexión queda definida en los planos 7 y 8 del documento nº5: Planos.

La denominación utilizada para cuadros y líneas es la siguiente:

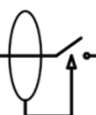
Cuadro general de distribución/de baja tensión	CGBT
Cuadro de alumbrado exterior	CAE
Cuadro de alumbrado - Taller	CAT
Cuadro de alumbrado - Sala de pintura	CAP
Cuadro de alumbrado - Oficinas	CAO
Cuadro de cargas de taller 1	CCT1
Cuadro de cargas de taller 2	CCT2
Cuadro de cargas de la sala de pintura	CCP
Cuadro de cargas de oficinas	CCO

Tabla 7: Denominación de cuadros

Para una mejor interpretación de la instalación, se ha asignado un código de colores a las diferentes líneas, de modo que la línea general es roja, las líneas que van a los cuadros secundarios son naranjas, las líneas de alumbrado son azules y las líneas de fuerza moradas.

Cuadro de inicio	Cuadro de destino	Descripción	Código
Transformador	CGBT	Línea general	LG
CGBT	CAE	Línea de alumbrado exterior	LAE
	CAT	Línea de alumbrado de taller	LAT
	CAP	Línea de alumbrado a pintura	LAP
	CAO	Línea de alumbrado a oficinas	LAO
	CCT1	Línea de cargas de taller 1	LCT1
	CCT2	Línea de cargas de taller 2	LCT2
	CCP	Línea de cargas de pintura	LCP
	CCO	Línea de cargas de oficinas	LCO
	-	Línea de extractores 1	CE1
	-	Línea de extractores 2	CE2
CAE	-	Alumbrado exterior 1	AE1
	-	Alumbrado exterior 2	AE2
CAT	-	Alumbrado taller 1	AT1
	-	Alumbrado taller 2	AT2
	-	Alumbrado taller 3	AT3
	-	A. Taller – Oficina y almacén	AT4
CAP	-	Alumbrado pintura 1	AP1
	-	Alumbrado pintura 2	AP2
	-	Alumbrado pintura 3	AP3
CAO	-	Alumbrado oficina 1	AO1
	-	Alumbrado oficina 2	AO2
	-	Alumbrado oficina 3	AO3
	-	Alumbrado oficina 4	AO4
CCT1	-	Taller 1 - Calentador	CT11
	-	Taller 1 – Tomas de corriente	CT12
CCT2	-	Taller 2 – Tomas de corriente	CT21
	-	Taller 2 - Puerta	CT22
CCP	-	Pintura – Cabina 1	CP1
	-	Pintura – Cabina 2	CP2
	-	Pintura – Extractor 1	CP3
	-	Pintura – Extractor 2	CP4
	-	Pintura – Extractor 3	CP5
	-	Pintura – Tomas de corriente	CP6
CCO	-	Oficina – Tomas de corriente 1	CO1
	-	Oficina – T. Corr. 2+Calentador	CO2
	-	Oficina – Climatización	CO3

Tabla 8: Denominación de líneas



5. DIMENSIONADO DE LÍNEAS

5.1. Justificación de la instalación

De acuerdo con la ITC-BT-29, el taller puede considerarse como un local con riesgo de incendio o explosión, para los cuales se requiere una instalación eléctrica especial.

Sin embargo, en la Guía Técnica de esta misma Instrucción se establece un método de desclasificación para garajes, el cual se ha aplicado al taller, mediante la instalación de extractores que renueven constantemente el aire de la zona. Para la zona de pintura, donde la atmósfera es más peligrosa, se han escogido extractores que permitan una renovación de diez veces el volumen de la sala por hora. Para el resto del taller, la renovación será de seis veces el volumen de la sala por hora.

Sala	Volumen (m ³)	Renovaciones por hora	Nº de extractores	Caudal por extractor (m ³ /h)
Pintura	6391.77	10	3	21305.9
Taller	13585.27	6	4	20377.9

Tabla 9: Caudal de los extractores de las salas de pintura y taller

Así, para la sala de pintura se han escogido extractores SODECA modelo *HTMV-63-4T-3 IE3* de caudal máximo 22150 m³/h y potencia 2.2 kW, y para el taller se ha escogido el modelo *HTMV-71-4T-2 IE3* de caudal máximo 20900 m³/h y potencia 1.5 kW.

Con esto, puede considerarse justificada la no peligrosidad del entorno, y por lo tanto calcular la instalación como si se tratara de cualquier otra instalación de baja tensión.

5.2. Dimensionado por criterio térmico

La sección de las canalizaciones debe ser suficiente para que las temperaturas alcanzadas debidas al calentamiento de los cables durante su funcionamiento normal sean admisibles por los elementos que constituyen la canalización.

Para dimensionar bajo este criterio, se han seguido las directrices de la norma UNE 20460-5-523 sobre intensidades admisibles en sistemas de conducción de cables. Para esta instalación el aislamiento de los cables será de polietileno reticulado; según esta norma la temperatura máxima admisible para este material es de 90°C.

5.2.1. Cálculo de la intensidad de diseño

La intensidad de diseño se calcula para cada cable dependiendo de los receptores que existan aguas abajo del mismo. Generalmente es igual a la corriente nominal, salvo en el caso de algunos receptores en concreto, como los motores, los cuales han sido mayorados según dicta la ITC-BT-47 (ver 2.2. *Demanda prevista*), para prever los picos de demanda en el arranque.

La corriente nominal de cada carga se calcula según la ecuación [5-1]:

$$I_N = \frac{P}{A \cdot U_N \cdot \cos \varphi} \quad [5-1]$$

- I_N - Corriente nominal (A)
- P - Potencia de la carga (kW)
- A - Término variable: vale 1 para líneas monofásicas y $\sqrt{3}$ para líneas trifásicas
- U_N - Tensión nominal, en este caso 230V
- $\cos \varphi$ - Factor de potencia

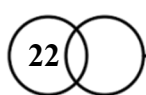
5.2.2. Cálculo del coeficiente k

El coeficiente k se utiliza para estandarizar las condiciones de la instalación. Se compone de varios términos según la siguiente fórmula:

$$k = k_T \cdot k_A \cdot k_P \cdot k_r \quad [5-2]$$

- k - Coeficiente corrector final
- k_T - Factor corrector de temperatura
- k_A - Factor de agrupamiento
- k_P - Factor de profundidad (solo instalación D)
- k_r - Factor de resistividad del terreno (solo instalación D)

Se va a suponer una temperatura ambiente de 25°C en la zona de exposición y en el exterior, de 30°C en la zona del taller, y de 25°C en el terreno.



Puesto que el aislamiento utilizado es polietileno reticulado (XLPE), buscando en las tablas 52-D1 y 52-D2 de la norma UNE 20460-5-523 se obtienen unos coeficientes de temperatura de 1.04, 1 y 0.96 respectivamente.

52-D1 Factores de corrección para temperaturas ambiente distintas de 30°C						
Temperatura del ambiente (°C)	AISLAMIENTO					
	PVC	XLPE	EPR	Mineral		
				PVC	Cable desnudo y accesible 70°C	Cable desnudo e inaccesible 105°C
10	1,22	1,15	1,15	1,26	1,26	1,14
15	1,17	1,12	1,12	1,2	1,2	1,11
20	1,12	1,08	1,08	1,14	1,14	1,07
25	1,06	1,04	1,04	1,07	1,07	1,04
30	1	1	1	1	1	1
35	0,94	0,96	0,96	0,93	0,93	0,96
40	0,87	0,91	0,91	0,85	0,85	0,92
45	0,79	0,87	0,87	0,87	0,87	0,88
50	0,71	0,82	0,82	0,67	0,67	0,84
55	0,61	0,76	0,76	0,57	0,57	0,8
60	0,5	0,71	0,71	0,45	0,45	0,75
65		0,65	0,65			0,7
70		0,58	0,58			0,65
75		0,5	0,5			0,6
80		0,41	0,41			0,54
85						0,47
90						0,4
95						0,32

Tabla 10: Factores de corrección de temperatura ambiente distintas de 30 °C (UNE 20460)

52-D2 Factores de corrección para temperaturas del terreno distintas de 20°C			
Temperatura del terreno (°C)	AISLAMIENTO		
	PVC	XLPE	EPR
10	1,1	1,07	1,07
15	1,05	1,04	1,04
20	1	1	1
25	0,95	0,96	0,96
30	0,89	0,93	0,93
35	0,84	0,89	0,89
40	0,77	0,85	0,85
45	0,71	0,8	0,8
50	0,63	0,76	0,76
55	0,55	0,71	0,71
60	0,45	0,65	0,65
65		0,6	0,6
70		0,53	0,53
75		0,46	0,46
80		0,38	0,38

Tabla 11: Factores de corrección de temperaturas del terreno distintas de 20 °C (UNE 20460)

El factor de agrupamiento se ha calculado para cada caso según el número de conductores y el método de instalación de acuerdo a su tabla correspondiente. En la mayoría de los casos se ha considerado unitario dada la posibilidad de separar los cables entre sí una distancia superior al doble de su diámetro exterior.

Tabla A.52-3
Factores de reducción por agrupamiento de varios circuitos o de varios cables multiconductores
(a utilizar con los valores de intensidades admisibles de la tabla A.52-1 y A.52-1 bis)

Punto	Disposición	Número de circuitos o de cables multiconductores								
		1	2	3	4	6	9	12	16	20
1	Empotrados o embutidos	1,00	0,80	0,70	0,70	0,55	0,50	0,45	0,40	0,40
2	Capa única sobre los muros o los suelos o bandejas no perforadas	1,00	0,85	0,80	0,75	0,70	0,70	–	–	–
3	Capa única en el techo	0,95	0,80	0,70	0,70	0,65	0,60	–	–	–
4	Capa única sobre bandejas perforadas horizontales o verticales	1,00	0,90	0,80	0,75	0,75	0,70	–	–	–
5	Capa única sobre escaleras de cables, abrazaderas, etc.	1,00	0,85	0,80	0,80	0,80	0,80	–	–	–

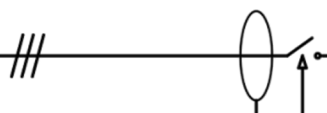
Tabla 12: Factores de reducción por agrupamiento (UNE 20460)

Los factores de profundidad y resistividad únicamente aluden a la línea general ya que es la única enterrada (método de instalación D). Se ha considerado una profundidad de 0.7m ($k_p=1$).

Factores de corrección para cables en conductos enterrados a diferentes profundidades									
Profundidad (m)	0,4	0,5	0,6	0,7	0,8	0,9	1	1,2	
Factor de corrección	1,03	1,02	1,01	1	0,99	0,98	0,97	0,95	

Tabla 13: Factores de corrección de profundidad en instalación D (ITC-BT-07)

Como se ha visto en el apartado 1.4. *Características del terreno*, el suelo está formado por materiales de distinta resistividad térmica. Sin embargo, el valor de todos ellos está por debajo de la unidad, que es la resistividad más baja disponible en la tabla 52-D3 de la norma UNE, por lo que este es el valor que se adoptará para el cálculo, devolviendo un coeficiente $k_r=1.18$.



52-D3 Factores de corrección para cables en conductos enterrados en terrenos de resistividad diferente de 2,5 mK/W					
Resistividad térmica (mK/W)	1	1,5	2	2,5	3
Factor de corrección	1,18	1,1	1,05	1	0,96

Tabla 14: Factores de corrección de resistividad del terreno en instalación D (UNE 20460)

5.2.3. Cálculo de las secciones del cable

Una vez se tiene la intensidad de diseño y el coeficiente k de cada tramo de línea, se obtiene la corriente máxima admisible en condiciones estándar de la instalación (I_{Z0}), obtenida de las tablas A52-1 y A52-2 de la norma UNE 20460. Como datos de entrada para estas tablas, primero ha de clasificarse el método de instalación utilizado:

Método	Unipolar	Multiconductor
En conducto empotrado en pared térmicamente aislante	A1	A2
Empotrado directamente en una pared térmicamente aislante	A1	
Sobre pared de madera o mampostería (tubos flexibles de PVC).	B1	B2
Sobre bandeja no perforada	C	
Sobre bandeja perforada	F	E
Conductor enterrado	D	

Tabla 15: Métodos de instalación de canalizaciones eléctricas (UNE 20460)

Desde la fila del método de instalación, se escoge la columna correspondiente al aislamiento del cable, seguido de un 2 para líneas monofásicas o de un 3 para trifásicas.

Ya en esa columna se busca, para el conductor utilizado (cobre o aluminio), la corriente inmediatamente superior al resultado de dividir I_B por el coeficiente k . A este valor de la tabla se le denomina I_{Z0} . Por último, se busca en la columna de las secciones normalizadas la sección correspondiente a la fila en la que se encuentra I_{Z0} . La corriente máxima admisible en las condiciones de la instalación (no estándar) se calcula multiplicando I_{Z0} por k , y se le denomina I_Z . Si se ha dimensionado correctamente, I_Z debe ser mayor que I_B .

PROYECTO DE INSTALACIÓN ELÉCTRICA DE UN TALLER DE REPARACIÓN DE AUTOMÓVILES SITUADO EN ELCHE.

A52-1 / A52-2																		
Intensidades admisibles a temperatura ambiente de 30°C / de 20°C en el terreno																		
A1		PVC3	PVC2		XLPE3	XLPE2												
A2	PVC3	PVC2		XLPE3	XLPE2													
B1				PVC3	PVC2		XLPE3		XLPE2									
B2			PVC3	PVC2		XLPE3	XLPE2											
C						PVC3	PVC2	XLPE3		XLPE2								
D													PVC2	PVC3	XLPE2	XLPE3		
E						PVC3		PVC2	XLPE3		XLPE2							
F							PVC3		PVC2	XLPE3		XLPE2						
S (mm ²)	a	b	c	d	e	f	g	h	i	j	k	l	m	n	o	p		
C O B R E	300												408	336	474	396		
	240					380	424	461	500	538	599	641	679	361	297	419	351	
	185					324	362	392	424	450	506	542	575	312	258	363	304	
	150					285	318	344	371	395	441	473	504	278	230	324	271	
	120				239	249	276	299	322	346	382	410	437	246	203	287	240	
	95				207	216	238	258	278	298	328	352	377	216	179	252	211	
	70				171	179	196	213	229	246	268	289	310	183	151	213	178	
	50				134	141	153	167	179	192	207	225	242	148	122	173	144	
	35				110	117	126	137	147	158	169	185	200	125	103	146	122	
	25				89	95	101	110	119	127	135	149	161	104	86	121	101	
	16	68	73	80	89	95	101	110	119	127	135	149	161	104	86	121	101	
	10	39	42	46	50	54	60	63	70	75	80	86	93	63	52	73	61	
	6	29	31	34	36	40	43	46	51	54	58	63	67	47	39	56	46	
	4	23	24	26	28	31	34	36	40	42	45	49	53	38	31	44	37	
	2,5	17,5	18	19,5	21	23	25	27	30	31	33	36	39	29	24	34	29	
	1,5	13	13,5	14,5	15,5	17	18,5	19,5	22	23	24	26	28	22	18	26	22	
A L U M I N I O	300					300	330	352	382	409	439	470	530	313	260	364	308	
	240					256	280	298	323	347	371	397	447	277	230	322	272	
	185					226	245	261	283	304	324	346	389	213	178	249	210	
	150					186	197	212	226	245	263	280	300	337	189	157	220	186
	120				161	170	183	195	211	227	241	257	289	166	138	193	164	
	95				133	140	150	160	174	187	198	211	237	140	117	163	138	
	70				104	110	117	125	136	146	154	164	184	113	94	132	112	
	50				86	90	96	103	112	120	126	135	150	96	80	112	94	
	35				70	73	78	83	90	97	101	108	121	80	66	93	78	
	25	53	57	63	70	73	78	83	90	97	101	108	121	80	66	93	78	
	16	41	43	48	53	58	61	66	73	77	84	91	101	62	52	73	61	
	10	31	32	36	39	44	46	49	54	58	62	67	73	48	40	56	47	
	6	23	24	26	28	32	33	36	39	42	45	49	53	36	30	42	36	
	4	17,5	18,5	20	22	25	26	28	31	32	35	38	41	29	24	34	29	
	2,5	13,5	14	15	16,5	18,5	19,5	21	23	24	26	28	30	22	18,5	26	22	

Tabla 16: Intensidades admisibles en condiciones estándar (UNE 20460)

Los resultados de cálculo de los conductores de fase se hallan resumidos en la tabla 17.

La sección del conductor neutro y el de protección se han calculado tras el cálculo del conductor de fase por caída de tensión, y sus criterios quedan explicados en el apartado 5.4. Resultados del cálculo.



Tramo	ID	Longitud (m)	Tipo	Instalación	Potencia de diseño (kW)	cosφ	K	I _b (A) acumulada	Sección criterio térmico (mm ²)	T _c (°C)	
Línea general	LG	16,48	Trifásica (Con neutro)	D	0	1	Inductivo	1,13	335,55	185	86,71
A G a Pintura 1	LAP	16,03	Trifásica (Con neutro)	B2	0	1	Inductivo	0,76	26,25	6	68,70
A G a Pintura 2	LAP	29,29	Trifásica (Con neutro)	E	0	1	Inductivo	0,88	26,25	2,5	85,54
A Pintura 1 (Derecha)	AP1	87,29	Trifásica (Con neutro)	E	5,45	1	Inductivo	1,00	7,87	2,5	33,86
A Pintura 2-1 (Centro)	AP2	5,13	Trifásica (Con neutro)	E	0	1	Inductivo	0,88	10,50	2,5	38,88
A Pintura 2-2 (Centro)	AP2	117,88	Trifásica (Con neutro)	E	7,272	1	Inductivo	1,00	10,50	2,5	36,88
A Pintura3-1 (Izquierda)	AP3	5,2	Trifásica (Con neutro)	E	0	1	Inductivo	0,88	7,88	2,5	35,01
A Pintura3-2 (Izquierda)	AP3	109,24	Trifásica (Con neutro)	E	5,462	1	Inductivo	1,00	7,88	2,5	33,88
A G a Exterior	LAE	25,88	Monofásica	B1	0	1	Inductivo	1,00	0,30	2,5	30,01
A Exterior 1 (Debajo)	AE1	15,06	Monofásica	B1	0,04	1	Inductivo	1,04	0,10	2,5	25,00
A Exterior 2 (Arriba)	AE2	35,01	Monofásica	B1	0,08	1	Inductivo	1,04	0,20	2,5	25,00
A G a Oficina 1	LAO	15,92	Trifásica (Con neutro)	B2	0	1	Inductivo	0,79	5,66	2,5	30,33
A G a Oficina 2	LAO	41,44	Trifásica (Con neutro)	B2	0	1	Inductivo	0,79	5,66	2,5	30,33
A Oficina 1 (Debajo)	AO1	41,58	Monofásica	C	0,97	1	Inductivo	1,04	2,43	2,5	25,32
A Oficina 2-1 (Despachos)	AO2	29,05	Monofásica	B1	0,315	1	Inductivo	1,04	1,79	2,5	25,20
A Oficina 2-2 (Despachos)	AO2	5,04	Monofásica	B1	0,297	1	Inductivo	1,04	0,74	2,5	25,03
A Oficina 2-3 (Despachos)	AO2	5,29	Monofásica	B1	0,103	1	Inductivo	1,04	0,26	2,5	25,00
A Oficina 3-1 (Centro)	AO3	28,01	Monofásica	B1	0	1	Inductivo	0,92	2,91	2,5	25,68
A oficina 3-2 (Centro)	AO3	6,47	Monofásica	C	0,097	1	Inductivo	1,04	2,91	2,5	25,47
A oficina 3-3 (Centro)	AO3	4,03	Monofásica	C	0,097	1	Inductivo	1,04	0,24	2,5	25,00
A oficina 3-4 (Centro)	AO3	6,89	Monofásica	C	0,097	1	Inductivo	1,04	2,43	2,5	25,32
A oficina 3-5 (Centro)	AO3	20,16	Monofásica	C	0,485	1	Inductivo	1,04	1,21	2,5	25,08
A Oficina 3-6 (Centro)	AO3	16,35	Monofásica	C	0,388	1	Inductivo	1,04	0,97	2,5	25,05
A Oficina 4-1 (Arriba)	AO4	28,1	Monofásica	B1	0	1	Inductivo	0,92	2,68	2,5	25,58
A Oficina 4-2 (Arriba)	AO4	54,82	Monofásica	C	1,073	1	Inductivo	1,04	2,68	2,5	25,40
A G a Taller	LAT	15,98	Trifásica (Con neutro)	B2	0	1	Inductivo	0,76	29,11	6	77,61
A Taller 1-1 (Derecha)	AT1	20,78	Trifásica (Con neutro)	E	0	1	Inductivo	0,88	10,98	2,5	39,72
A Taller 1-2 (Derecha)	AT1	174,41	Trifásica (Con neutro)	E	7,608	1	Inductivo	1,00	10,98	2,5	37,53
A Taller 2-1 (Centro)	AT2	16,85	Trifásica (Con neutro)	E	0	1	Inductivo	0,88	9,83	2,5	37,79
A taller 2-2 (Centro)	AT2	149,94	Trifásica (Con neutro)	E	6,356	1	Inductivo	1,00	9,83	2,5	36,03
A Taller 2-3 (Centro)	AT2	14,51	Trifásica (Con neutro)	E	0	1	Inductivo	0,88	0,66	2,5	30,03
A Taller 2-4 (Centro)	AT2	9,34	Trifásica (Con neutro)	E	0,454	1	Inductivo	0,88	0,66	2,5	30,03
A Taller 3-1 (Izquierda)	AT3	16,85	Trifásica (Con neutro)	E	0	1	Inductivo	0,88	7,86	2,5	34,99
A Taller 3-2 (Izquierda)	AT3	141,8	Trifásica (Con neutro)	E	5,448	1	Inductivo	1,00	7,86	2,5	33,86
A Taller 6-1 (Desp+Baño)	AT6	4,37	Monofásica	B1	0	1	Inductivo	1,00	0,76	2,5	30,04
A Taller 6-2 (Desp+Baño)	AT6	7,38	Monofásica	B1	0,206	1	Inductivo	1,00	0,52	2,5	30,02
A Taller 6-2 (Desp+Baño)	AT6	10,67	Monofásica	B1	0,097	1	Inductivo	1,00	0,24	2,5	30,00
C General a Pintura 1	LCP	32,89	Trifásica (Con neutro)	E	0	1	Inductivo	1,00	184,31	50	85,29
C General a Pintura 2	LCP	28,96	Trifásica (Con neutro)	E	0	1	Inductivo	1,00	184,31	50	85,29
C Pintura (Cabinas abajo)	CP1	8,12	Trifásica (Sin neutro)	B2	35,75	0,8	Inductivo	1,00	64,50	16	69,00
C Pintura (Cabinas arriba)	CP2	16,37	Trifásica (Sin neutro)	B2	35,75	0,8	Inductivo	1,00	64,50	16	69,00
C Pintura(Extr. izq.)	CP3	22,5	Trifásica (Sin neutro)	B2	2,75	0,9	Inductivo	1,00	4,41	2,5	31,87
C Pintura(Extr. centr.)	CP4	13,1	Trifásica (Sin neutro)	B2	2,75	0,9	Inductivo	1,00	4,41	2,5	31,87
C Pintura(Extr. der.)	CP5	29,57	Trifásica (Sin neutro)	B2	2,75	0,9	Inductivo	1,00	4,41	2,5	31,87
C Pintura (Toma corr.)	CP6	18,81	Trifásica (Con neutro)	B2	0	1	Inductivo	1,00	46,68	10	66,31
C Pintura (Toma corr. mono1)	CP6	21,27	Monofásica	B1	4	1	Inductivo	1,00	10,00	2,5	36,24
C Pintura (Toma corr.)	CP6	15,49	Trifásica (Con neutro)	B2	0	1	Inductivo	1,00	41,72	6	86,49
C Pintura (Toma corr. mono2)	CP6	2,15	Monofásica	B1	4	1	Inductivo	1,00	10,00	2,5	36,24
C Pintura (Compresor)	CP6	4,43	Trifásica (Con neutro)	B2	23,125	0,9	Inductivo	1,00	37,09	6	74,63
C Extractores 1-1	CE1	18,47	Trifásica (Sin neutro)	E	1,875	0,9	Inductivo	1,00	5,41	2,5	31,83
C Extractores 1-2	CE1	15,55	Trifásica (Sin neutro)	E	1,5	0,9	Inductivo	1,00	2,41	2,5	30,36
C Extractores 2-1	CE2	34,06	Trifásica (Sin neutro)	E	0	1	Inductivo	1,00	5,41	2,5	31,83
C Extractores 2-2	CE2	16,94	Trifásica (Sin neutro)	E	1,875	0,9	Inductivo	1,00	5,41	2,5	31,83
C Extractores 2-3	CE2	14,57	Trifásica (Sin neutro)	E	1,5	0,9	Inductivo	1,00	2,41	2,5	30,36
C General a Oficina	LCO	66,09	Trifásica (Con neutro)	B2	0	1	Inductivo	1,00	35,51	6	70,91
C Oficina 1-1	CO1	18,41	Monofásica	B1	1,82	1	Inductivo	1,04	7,87	2,5	28,87
C Oficina 1-2	CO1	32,23	Monofásica	B1	0	1	Inductivo	1,04	3,36	2,5	25,71
C Oficina 1-3	CO1	5,84	Monofásica	B1	0,91	1	Inductivo	1,04	3,36	2,5	25,71
C Oficina 1-4	CO1	30,14	Monofásica	B1	0,45	0,9	Inductivo	1,04	1,25	2,5	25,10
C Oficina 2-1 (Calentador)	CO2	8,91	Monofásica	B1	1,2	1	Inductivo	1,04	12,10	2,5	34,16
C Oficina 2-2	CO2	16,72	Monofásica	B1	2,73	1	Inductivo	1,04	9,10	2,5	30,18
C Oficina 2-3	CO2	14,88	Monofásica	B1	0,91	1	Inductivo	1,04	2,28	2,5	25,32
C Oficina 3 (Climatización)	CO3	15	Trifásica (Sin neutro)	B2	16,25	1	Inductivo	1,04	24,69	2,5	83,61
C G a Taller 1	LCT1	31,78	Trifásica (Con neutro)	B2	0	1	Inductivo	1,00	14,82	2,5	51,09
C Taller 1 1 (Calentador)	CT11	6,46	Monofásica	B1	2	1	Inductivo	1,00	5,00	2,5	31,56
C Taller 1 2 (Despachos)	CT12	11,96	Monofásica	B1	0,91	1	Inductivo	1,00	20,68	2,5	56,69
C Taller 1 2 (Toma corr. Mono)	CT12	12	Monofásica	B1	7,36	1	Inductivo	1,00	18,40	2,5	51,14
C General a Taller 2	LCT2	78,81	Trifásica (Con neutro)	B2	0	1	Inductivo	1,00	48,62	10	69,40
C Taller 2 1-1	CT21	1,97	Trifásica (Con neutro)	B2	10,5	1	Inductivo	1,00	48,06	10	68,49
C Taller 2 1-2	CT21	6,27	Trifásica (Con neutro)	B2	0	1	Inductivo	1,00	32,42	4	84,57
C Taller 2 1-3	CT21	18,5	Trifásica (Con neutro)	B2	0	1	Inductivo	1,00	26,81	4	67,30
C Taller 2 1-4	CT21	21,46	Trifásica (Con neutro)	B2	10,5	1	Inductivo	1,00	21,28	2,5	73,48
C Taller 2 1-5	CT21	22,81	Monofásica	B1	4	1	Inductivo	1,00	10,00	2,5	36,24
C Taller 2 1-6	CT21	3	Monofásica	B1	4	1	Inductivo	1,00	10,00	2,5	36,24
C Taller 2 1-7	CT21	3	Monofásica	B1	4	1	Inductivo	1,00	10,00	2,5	36,24
C Taller 2 2	CT22	87,61	Monofásica	B1	0,375	0,9	Inductivo	1,00	1,04	2,5	30,07

Tabla 17: Secciones de fase calculadas por criterio térmico

5.3. Dimensionado por criterio de caída de tensión

El Reglamento Electrotécnico establece unos valores máximos de caída de tensión dependiendo del tipo de instalación. En este caso, la ITC-BT-14 indica que la caída de tensión máxima en la Línea General es del 0.5%. En cuanto a la instalación interior, la ITC-BT-19 establece caídas máximas de tensión entre el origen de la instalación (CGBT) y cualquier punto de utilización del 3% para alumbrado y del 5% para otros usos.

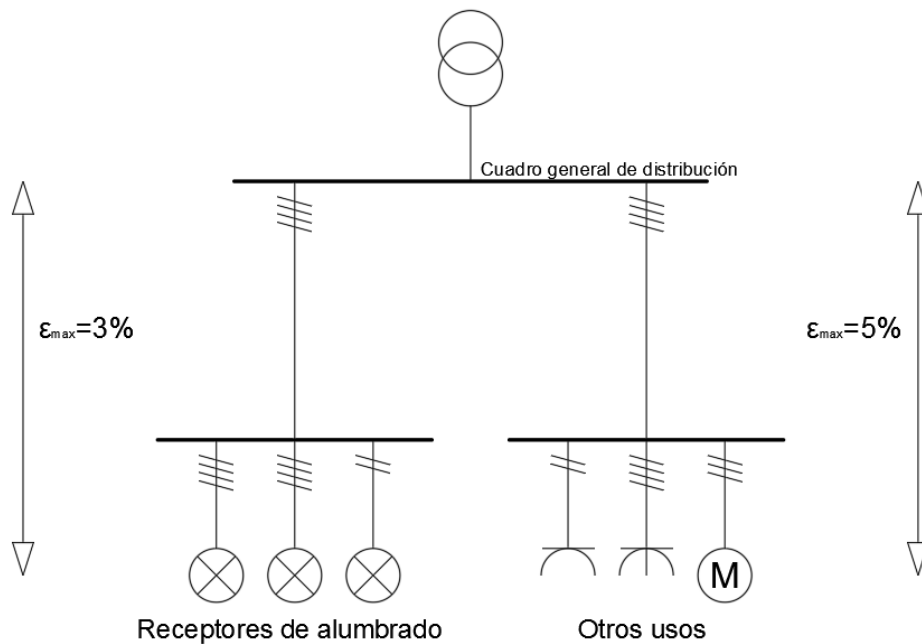


Figura 9: Límites de caída de tensión en la instalación

5.3.1. Cálculo de la caída de tensión en un cable

Para este cálculo se ha tenido en cuenta el modelo real de un cable, el cual cuenta con una resistencia propia y con una reactancia.



Figura 10: Modelo real de cable eléctrico

La resistencia de cada cable se calcula según su valor de resistividad, el cual es dependiente del material y la temperatura. Para el caso del cobre:

$$\rho_{\theta} = 0.01724 \cdot (1 + 0.00393 \cdot (\theta - 20)) \quad [5-3]$$

- ρ_{θ} - Resistividad del cobre a una determinada temperatura ($\Omega\text{mm}^2/\text{m}$)
 θ - Temperatura, en grados centígrados ($^{\circ}\text{C}$)

En cada caso, la temperatura de cada cable se ha calculado mediante un ajuste por mínimos cuadrados de este modo:

$$T_C = T_{\text{amb}} + (T_z - T_{\text{amb}}) \cdot \left(\frac{I_B}{I_z}\right)^2 \quad [5-4]$$

- T_C - Temperatura del cable ($^{\circ}\text{C}$)
 T_{amb} - Temperatura del entorno en que se encuentra el cable ($^{\circ}\text{C}$)
 T_z - Temperatura máxima admisible por el aislamiento ($^{\circ}\text{C}$)
 I_B - Corriente de diseño del cable (A)
 I_z - Corriente máxima admisible por la conducción (A)

De esta manera el cálculo es más restrictivo y por lo tanto más segura resultará la instalación.

La reactancia por otra parte es un parámetro que se calcula por metro lineal, cuyo valor común es de $80\text{m}\Omega/\text{km}$ para cables tripolares o terna de unipolares en contacto (*Roger, et al., 2010*).

Finalmente, la caída de tensión se calcula con la ecuación 5-5:

$$\varepsilon(\%) = \frac{A \cdot L \cdot \left(\frac{\rho}{S} \cos \varphi + x_u \sin \varphi \right) \cdot I_B}{U_N} \cdot 100 \quad [5-5]$$

- $\varepsilon(\%)$ - Caída de tensión porcentual
- A - Término variable: vale 2 para líneas monofásicas y $\sqrt{3}$ para líneas trifásicas
- L - Longitud del cable (m)
- ρ - Resistividad del conductor ($\Omega\text{mm}^2/\text{m}$)
- S - Sección del conductor (mm^2)
- $\cos \varphi$ - Factor de potencia
- x_u - Reactancia unitaria (Ω/m)
- U_N - Tensión nominal
- I_B - Corriente de diseño del cable (A)

Puesto que este problema no tiene solución única, dado que para corregir una caída de tensión se puede aumentar la sección en cualquier parte de la línea implicada, se ha procurado seguir un criterio económico procurando aumentar las secciones más pequeñas o las de los cables de menor longitud.

5.4. Resultados del cálculo

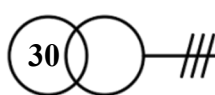
Los resultados de cálculo de los conductores de fase, neutro y protección se hallan resumidos en la tabla 19.

La sección del conductor neutro se ha calculado según el criterio explicado en el apartado 6.4. *Protección contra armónicos*.

La sección del conductor de protección se ha calculado según las condiciones de la ITC-BT-08:

$S_{\text{FASE}} (\text{mm}^2)$	$S_{\text{minP}} (\text{mm}^2)$
$S \leq 16$	$S_{\text{minP}} = S$
$16 < S \leq 35$	$S_{\text{minP}} = 16$
$S > 35$	$S_{\text{minP}} = S/2$

Tabla 18: Sección mínima del conductor de protección en función del conductor de fase (ITC-BT-08)



Tramo	ID	$E_{MAX ADM}(\%)$	Sección criterio térmico (mm ²)	$\epsilon(\%)$ acumulada	Sección caída de tensión (mm ²)	Nueva CDT acumulada (%)	S_{min} del neutro (mm ²)	S_{min} cond. de protección (mm ²)
Línea general	LG	0,5	185	0,28164607	185	0,281646067	95	95
A G a Pintura 1	LAP	3	6	0,90530199	16	0,515517038	16	16
A G a Pintura 2	LAP	3	2,5	3,79211062	16	0,966580886	16	16
A Pintura 1 (Derecha)	AP1	3	2,5	5,95422198	4	2,317900486	4	4
A Pintura 2-1 (Centro)	AP2	3	2,5	3,96482829	6	1,038546583	6	6
A Pintura 2-2 (Centro)	AP2	3	2,5	7,90453536	6	2,680091194	6	6
A Pintura3-1 (Izquierda)	AP3	3	2,5	3,92174658	4	1,047603363	4	4
A Pintura3-2 (Izquierda)	AP3	3	2,5	6,63367372	4	2,742557826	4	4
A G a Exterior	LAE	3	2,5	0,309469	2,5	0,309469002	2,5	2,5
A Exterior 1 (Debajo)	AE1	3	2,5	0,31476374	2,5	0,314763739	2,5	2,5
A Exterior 2 (Arriba)	AE2	3	2,5	0,33408654	2,5	0,334086543	2,5	2,5
A G a Oficina 1	LAO	3	2,5	0,56168488	6	0,398328906	6	6
A G a Oficina 2	LAO	3	2,5	1,29063013	6	0,702056094	6	6
A Oficina 1 (Debajo)	AO1	3	2,5	1,6455722	2,5	1,056998166	2,5	2,5
A Oficina 2-1 (Despachos)	AO2	3	2,5	1,4733328	2,5	0,884758765	2,5	2,5
A Oficina 2-2 (Despachos)	AO2	3	2,5	1,4864912	2,5	0,897917165	2,5	2,5
A Oficina 2-3 (Despachos)	AO2	3	2,5	1,47812195	2,5	0,889547913	2,5	2,5
A Oficina 3-1 (Centro)	AO3	3	2,5	1,57795129	2,5	0,989377257	2,5	2,5
A oficina 3-2 (Centro)	AO3	3	2,5	1,64426406	2,5	1,055690027	2,5	2,5
A oficina 3-3 (Centro)	AO3	3	2,5	1,64769997	2,5	1,059125927	2,5	2,5
A oficina 3-4 (Centro)	AO3	3	2,5	1,70307962	2,5	1,114505584	2,5	2,5
A oficina 3-5 (Centro)	AO3	3	2,5	1,78904557	2,5	1,200471528	2,5	2,5
A Oficina 3-6 (Centro)	AO3	3	2,5	1,75884887	2,5	1,170274831	2,5	2,5
A Oficina 4-1 (Arriba)	AO4	3	2,5	1,55623499	2,5	0,967660949	2,5	2,5
A Oficina 4-2 (Arriba)	AO4	3	2,5	2,07403414	2,5	1,485460097	2,5	2,5
A G a Taller	LAT	3	6	0,99149251	16	0,547838482	16	16
A Taller 1-1 (Derecha)	AT1	3	2,5	1,72569159	10	0,731388254	10	10
A Taller 1-2 (Derecha)	AT1	3	2,5	7,83865061	10	2,259628008	10	10
A Taller 2-1 (Centro)	AT2	3	2,5	1,52063521	6	0,76831461	6	6
A taller 2-2 (Centro)	AT2	3	2,5	6,19882613	6	2,717560826	6	6
A Taller 2-3 (Centro)	AT2	3	2,5	6,22833811	6	2,729857483	6	6
A Taller 2-4 (Centro)	AT2	3	2,5	6,24733479	6	2,737772768	6	6
A Taller 3-1 (Izquierda)	AT3	3	2,5	1,41044629	6	0,722402557	6	6
A Taller 3-2 (Izquierda)	AT3	3	2,5	4,92140566	6	2,185302295	6	6
A Taller 6-1 (Desp+Baño)	AT6	3	2,5	1,00335651	2,5	0,559702481	2,5	2,5
A Taller 6-2 (Desp+Baño)	AT6	3	2,5	1,01697719	2,5	0,573323166	2,5	2,5
A Taller 6-2 (Desp+Baño)	AT6	3	2,5	1,01262887	2,5	0,568974843	2,5	2,5
C General a Pintura 1	LCP	5	50	1,41894812	50	1,418948124	50	25
C General a Pintura 2	LCP	5	50	2,42035486	50	2,42035486	50	25
C Pintura (Cabina abajo)	CP1	5	16	2,64260968	16	2,642609675	16	16
C Pintura (Cabina arriba)	CP2	5	16	2,86842276	16	2,868422757	16	16
C Pintura(Extr. izq.)	CP3	5	2,5	2,69797533	2,5	2,697975332	2,5	2,5
C Pintura(Extr. centr.)	CP4	5	2,5	2,58199167	2,5	2,581991668	2,5	2,5
C Pintura(Extr. der.)	CP5	5	2,5	2,78520985	2,5	2,785209854	2,5	2,5
C Pintura (Toma corr.)	CP6	5	10	3,19508887	10	3,19508887	10	10
C Pintura (Toma corr. mono1)	CP6	5	2,5	3,97529582	2,5	3,975295818	2,5	2,5
C Pintura (Toma corr.)	CP6	5	6	4,20935263	6	4,209352632	6	6
C Pintura (Toma corr. mono2)	CP6	5	2,5	4,28821699	2,5	4,288216992	2,5	2,5
C Pintura (Compresor)	CP6	5	6	4,43034359	6	4,430343591	6	6
C Extractores 1-1	CE1	5	2,5	0,60227452	2,5	0,602274522	2,5	2,5
C Extractores 1-2	CE1	5	2,5	0,70633404	2,5	0,70633404	2,5	2,5
C Extractores 2-1	CE2	5	2,5	0,31623853	2,5	0,316238531	2,5	2,5
C Extractores 2-2	CE2	5	2,5	0,57272292	2,5	0,572722917	2,5	2,5
C Extractores 2-3	CE2	5	2,5	0,67022434	2,5	0,670224343	2,5	2,5
C General a Oficina	LCO	5	6	3,78530303	10	2,383840243	10	10
C Oficina 1-1	CO1	5	2,5	4,30217029	2,5	2,900707504	2,5	2,5
C Oficina 1-2	CO1	5	2,5	4,68401089	2,5	3,282548108	2,5	2,5
C Oficina 1-3	CO1	5	2,5	4,75319951	2,5	3,351736724	2,5	2,5
C Oficina 1-4	CO1	5	2,5	4,87179792	2,5	3,470335135	2,5	2,5
C Oficina 2-1 (Calentador)	CO2	5	2,5	4,17771561	2,5	2,776252824	2,5	2,5
C Oficina 2-2	CO2	5	2,5	4,72332135	2,5	3,321858565	2,5	2,5
C Oficina 2-3	CO2	5	2,5	4,84248509	2,5	3,441022309	2,5	2,5
C Oficina 3 (Climatización)	CO3	5	2,5	5,09449434	2,5	3,693031556	2,5	2,5
C G a Taller 1	LCT1	5	2,5	1,86024763	2,5	1,860247631	2,5	2,5
C Taller 1 1 (Calentador)	CT11	5	2,5	1,97667806	2,5	1,97667806	2,5	2,5
C Taller 1 2 (Despachos)	CT12	5	2,5	2,83577628	2,5	2,835776279	2,5	2,5
C Taller 1 2 (Toma corr. Mono)	CT12	5	2,5	3,69025894	2,5	3,690258937	2,5	2,5
C General a Taller 2	LCT2	5	10	3,6976023	16	2,416618713	16	16
C Taller 2 1-1	CT21	5	10	3,77651644	6	2,548824995	6	6
C Taller 2 1-2	CT21	5	4	4,25220849	6	2,865953029	6	6
C Taller 2 1-3	CT21	5	4	5,34984	6	3,597707368	6	6
C Taller 2 1-4	CT21	5	2,5	6,9127249	6	4,246027767	6	6
C Taller 2 1-5	CT21	5	2,5	7,74942073	6	4,594651033	6	6
C Taller 2 1-6	CT21	5	2,5	4,36225179	6	2,911804401	6	6
C Taller 2 1-7	CT21	5	2,5	5,4598833	6	3,64355874	6	6
C Taller 2 2	CT22	5	2,5	3,99041558	2,5	2,709431992	2,5	2,5

Tabla 19: Secciones calculadas por caída de tensión

6. PROTECCIÓN DE LA INSTALACIÓN

6.1. Protección contra sobrecargas y cortocircuitos

6.1.1. Protección contra sobrecargas

Esta protección debe ejecutarse de manera que las canalizaciones queden protegidas de las sobrecargas provocadas por averías o sobreutilización, sin embargo los dispositivos de protección no deben actuar ante sobrecargas momentáneas, como pueden ser los picos de arranque de un motor.

En base a esto, se utilizarán interruptores automáticos con diferentes márgenes de disparo en función de los receptores que estén situados aguas abajo de los mismos; para alumbrado se utilizarán interruptores con curva B o en su defecto C, y para circuitos de fuerza se utilizarán las curvas C o D, reservando la D para los motores más potentes.

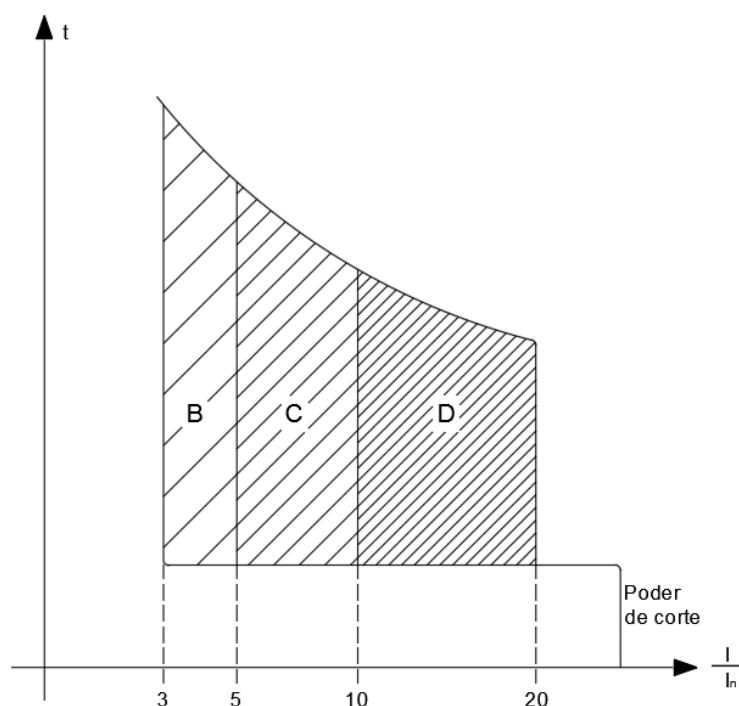


Figura 11: Tipos de disparo magnético de los interruptores automáticos modulares

Los interruptores automáticos de mayor calibre no disponen de estas curvas normalizadas.

Los dispositivos seleccionados también deben cumplir con dos condiciones:

$$I_B \leq I_n \leq I_Z \quad [6-1]$$

$$I_2 \leq 1.45I_Z \quad [6-2]$$

- I_B - Corriente de diseño del cable (A)
- I_n - Calibre del dispositivo (A)
- I_Z - Corriente máxima admisible por el cable (A)
- I_2 - Corriente convencional de disparo (A)

Por último, para escoger el tipo de interruptor automático en el caso de líneas trifásicas con conductor neutro (3P+N o 4P), se seguirán las directrices de la norma UNE 20460-4-473, la cual dice que para instalaciones del tipo TT, en canalizaciones con conductor neutro de igual o mayor sección que el conductor de fase, no es necesario proteger el neutro.

6.1.2. Protección contra cortocircuitos

Para diseñar correctamente esta protección, se deben conocer los valores de cortocircuito máximo y mínimo de cada línea a proteger. Dado que en un cortocircuito la única resistencia existente es la de las propias canalizaciones y la del transformador, los cortocircuitos máximos se producirán siempre al principio de las líneas, y los mínimos al final de las mismas. Por este motivo, las protecciones se colocarán al principio de las líneas.

Para calcular las corrientes de cortocircuito se ha utilizado un equivalente de Thevenin aguas arriba del defecto.

PROYECTO DE INSTALACIÓN ELÉCTRICA DE UN TALLER DE REPARACIÓN DE AUTOMÓVILES SITUADO EN ELCHE.

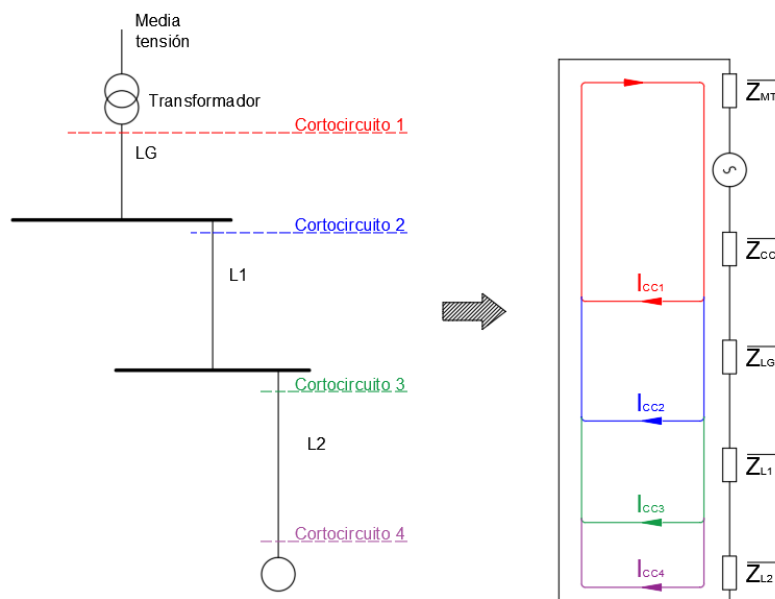


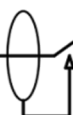
Figura 12: Equivalente de Thevenin aguas arriba de un cortocircuito

Para calcular la resistencia de los cables se ha empleado el mismo método que el explicado en el apartado Cálculo de la caída de tensión en un cable, con una diferencia; esta vez se ha utilizado un único valor de resistividad, correspondiente a la temperatura de 20°C (resistencia en frío).

El motivo de esto es que a menor temperatura la resistencia del cable es menor, y por lo tanto el valor de los cortocircuitos calculados de este modo será mayor que si se calcula con los cables a su temperatura de funcionamiento. De este modo también se tiene en cuenta la posibilidad de que se produzca un cortocircuito en el momento de la puesta en marcha.

$$\overline{Z}_L = \frac{L \cdot \left(\frac{\rho}{S} + jx_u \right)}{n} \cdot 1000 \quad [6-3]$$

- \overline{Z}_L - Impedancia compleja del cable (mΩ)
- L - Longitud del cable (m)
- ρ - Resistividad del conductor (Ωmm²/m)
- S - Sección del conductor (mm²)
- x_u - Reactancia unitaria (Ω/m)
- n - Número de conductores por fase



Para líneas monofásicas se tendrá en cuenta que la corriente debe cerrar el circuito volviendo por el conductor neutro, que podrá o no ser de la misma sección

La impedancia del transformador se calcula con los datos de fábrica del transformador instalado (*Ver 2.4. Transformador*).

$$R_{cc} = \frac{\varepsilon_{R_{cc}}(\%) \cdot U_{nT}^2}{100 \cdot S_{nT}} = 25.6m\Omega \quad [6-4]$$

$$X_{cc} = \frac{\varepsilon_{X_{cc}}(\%) \cdot U_{nT}^2}{100 \cdot S_{nT}} = 6.4m\Omega \quad [6-5]$$

- R_{cc} - Resistencia de cortocircuito del transformador (m Ω)
- X_{cc} - Reactancia de cortocircuito del transformador (m Ω)
- $\varepsilon_{R_{cc}}(\%)$ - Componente resistiva de la caída de tensión en cortocircuito
- $\varepsilon_{X_{cc}}(\%)$ - Componente inductiva de la caída de tensión en cortocircuito
- U_{nT} - Tensión nominal en el secundario (V)
- S_{nT} - Potencia del transformador (KVA)

Conociendo ya los valores de resistencia y reactancia de la instalación, se calcula el valor de los cortocircuitos máximo y mínimo.

$$I_{CC} = \frac{U_{nT}}{\sqrt{3} \cdot \sqrt{(\sum R_i)^2 + (\sum X_i)^2}} \quad [6-6]$$

- I_{CC} - Corriente de cortocircuito (kA)
- U_{nT} - Tensión nominal (V)
- $\sum R_i$ - Sumatorio de resistencias (m Ω)
- $\sum X_i$ - Sumatorio de reactancias (m Ω)

La corriente calculada es la que se daría de forma sostenida durante un cortocircuito. Sin embargo, debido al carácter armónico de la corriente, el valor máximo de corriente que puede darse es superior y se calcula con la ecuación [6-7].

$$I_S = \sqrt{2} \cdot \chi \cdot I_{CC} \quad [6-7]$$

Donde χ es un valor que depende de la relación entre resistencia y reactancia según la figura 13:

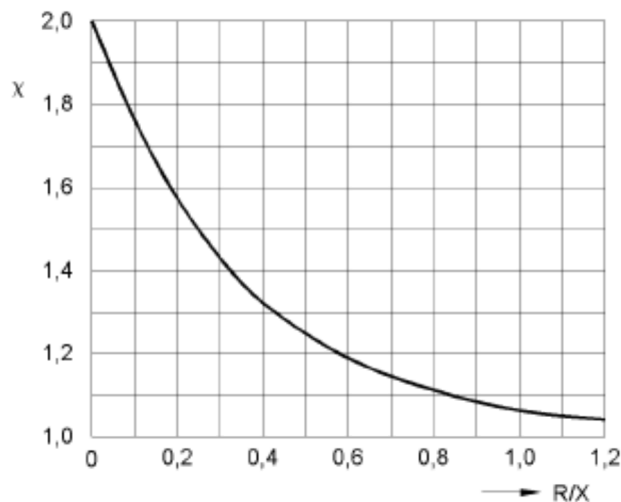


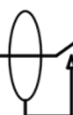
Figura 13: Cálculo del coeficiente χ (Roger et al. 2010)

Para el caso de esta instalación, el coeficiente χ afecta únicamente a la Línea General, donde la relación R/X es de 1.16 ($\chi = 1.04$). En el resto de líneas la relación es de más del triple, por lo que se considera unitario según la tendencia de la gráfica.

También ha de tenerse en cuenta que en líneas trifásicas el cortocircuito mínimo no es el tripolar al final de la línea, sino que se debe calcular aplicando un coeficiente de reducción al cortocircuito máximo de la línea del siguiente modo:

$$I_{CC_{min}} = r \cdot I_{K3_{min}} \quad [6-8]$$

- $I_{CC_{min}}$ - Corriente de cortocircuito mínima de la línea (kA)
- r - Coeficiente de reducción
- $I_{K3_{min}}$ - Corriente de cortocircuito tripolar al final de la línea (kA)



Pudiendo tomar r los siguientes valores:

Circuitos con neutro distribuido	$S_{Neutro} = S_{Fase}$	$r = 0.5$
	$S_{Neutro} = 0.5 \cdot S_{Fase}$	$r = 0.333$
Circuitos sin neutro distribuido	-	$r = 0.866$

Tabla 20: Valores del coeficiente reductor de cortocircuitos tripolares

Los resultados de cálculo de corrientes de cortocircuito pueden observarse en la tabla 21.

La protección contra cortocircuitos también se realizará mediante interruptores automáticos. Según la norma UNE 20460, estos deben cumplir tres condiciones para garantizar una protección efectiva:

$$PDC_{IA} > I_{CC_{max}} \quad [6-9]$$

$$I_{CC_{min}} > I_a \quad [6-10]$$

$$I_{CC_{max}} < I_b \quad [6-11]$$

- PDC_{IA} - Poder de corte del Interruptor Automático
- $I_{CC_{max}}$ - Corriente de cortocircuito máxima
- $I_{CC_{min}}$ - Corriente de cortocircuito mínima
- I_a - Corriente de actuación del disparador electromagnético
- I_b - Intensidad que corresponde a la máxima energía que puede absorber el conductor en un tiempo determinado

La segunda condición asegura que el dispositivo se disparará con el mínimo cortocircuito posible en la línea que protege.

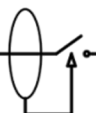
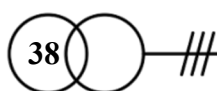
La tercera condición asegura que las conducciones no alcanzarán la temperatura máxima admisible cuando estén sometidas a la máxima corriente de cortocircuito posible. Esta última condición se comprueba comparando el parámetro (I^2t) del dispositivo con el admisible por el cable, el cual se calcula en cada caso como el cuadrado del producto de la sección del cable por un coeficiente k que depende del material conductor y de aislamiento. Para el caso de cobre con polietileno reticulado, este coeficiente tiene un valor de 143 (Roger et al. 2010).

El (I^2t) de cada dispositivo se ha extraído de las tablas del fabricante.

PROYECTO DE INSTALACIÓN ELÉCTRICA DE UN TALLER DE REPARACIÓN DE AUTOMÓVILES SITUADO EN ELCHE.

Tramo	ID	Resistencia en frío (mΩ)	Resistencia en frío neutro (mΩ)	Resistencia acumulada total (mΩ)	Reactancia acumulada (mΩ)	I _{cc} máxima (kA)	I _{cc} mínima (kA)	(I ² t) _{adm}
Línea general	LG	1,54	2,99	1,54	1,32	12,30	3,83	1622,11
A G a Pintura 1	LAP	17,27	17,27	18,81	2,60	11,50	3,59	1118,47
A G a Pintura 2	LAP	31,56	31,56	50,37	4,94	7,18	2,12	4160,52
A Pintura 1 (Derecha)	AP1	376,22	376,22	426,59	11,93	4,25	0,36	37341,20
A Pintura 2-1 (Centro)	AP2	14,74	14,74	65,11	5,35	4,25	1,78	105,91
A Pintura 2-2 (Centro)	AP2	338,71	338,71	403,82	14,78	3,57	0,38	55103,28
A Pintura3-1 (Izquierda)	AP3	22,41	22,41	72,78	5,36	4,25	1,65	134,24
A Pintura3-2 (Izquierda)	AP3	470,82	470,82	543,60	14,10	3,29	0,29	58747,33
A G a Exterior	LAE	178,47	178,47	361,46	5,46	9,07	0,22	15,83
A Exterior 1 (Debajo)	AE1	103,85	103,85	569,17	7,87	0,44	0,14	0,57
A Exterior 2 (Arriba)	AE2	241,43	241,43	844,32	11,06	0,44	0,10	12,39
A G a Oficina 1	LAO	45,74	45,74	47,28	2,59	11,50	2,22	278,41
A G a Oficina 2	LAO	119,07	119,07	166,35	5,91	4,44	0,85	1886,42
A Oficina 1 (Debajo)	AO1	286,74	286,74	907,63	12,56	0,47	0,09	2576,24
A Oficina 2-1 (Despachos)	AO2	200,33	200,33	734,81	10,56	0,47	0,11	682,59
A Oficina 2-2 (Despachos)	AO2	34,76	34,76	804,32	11,36	0,22	0,10	3,54
A Oficina 2-3 (Despachos)	AO2	36,48	36,48	807,77	11,40	0,22	0,10	0,47
A Oficina 3-1 (Centro)	AO3	193,16	193,16	720,47	10,39	0,47	0,11	1688,14
A oficina 3-2 (Centro)	AO3	44,62	44,62	809,70	11,42	0,22	0,10	89,92
A oficina 3-3 (Centro)	AO3	27,79	27,79	865,29	12,07	0,20	0,09	0,24
A oficina 3-4 (Centro)	AO3	47,51	47,51	904,73	12,53	0,20	0,09	70,74
A oficina 3-5 (Centro)	AO3	139,02	139,02	1182,78	15,75	0,18	0,07	151,12
A Oficina 3-6 (Centro)	AO3	112,75	112,75	1130,23	15,14	0,18	0,07	63,60
A Oficina 4-1 (Arriba)	AO4	193,78	193,78	721,71	10,40	0,47	0,11	1442,59
A Oficina 4-2 (Arriba)	AO4	378,04	378,04	1477,79	19,17	0,22	0,05	5482,70
A G a Taller	LAT	17,22	17,22	18,75	2,60	11,50	3,60	1448,98
A Taller 1-1 (Derecha)	AT1	35,82	35,82	54,58	4,26	7,19	2,02	688,94
A Taller 1-2 (Derecha)	AT1	300,68	300,68	355,26	18,21	4,03	0,43	47758,98
A Taller 2-1 (Centro)	AT2	48,42	48,42	67,17	3,94	7,19	1,75	994,02
A taller 2-2 (Centro)	AT2	430,83	430,83	498,00	15,94	3,49	0,31	77697,22
A Taller 2-3 (Centro)	AT2	41,69	41,69	539,69	17,10	0,62	0,29	3,09
A Taller 2-4 (Centro)	AT2	26,84	26,84	566,53	17,85	0,58	0,28	1,28
A Taller 3-1 (Izquierda)	AT3	48,42	48,42	67,17	3,94	7,19	1,75	623,13
A Taller 3-2 (Izquierda)	AT3	407,44	407,44	474,61	15,29	3,49	0,33	43762,41
A Taller 6-1 (Desp+Baño)	AT6	30,14	30,14	99,23	3,30	3,13	0,73	2,88
A Taller 6-2 (Desp+Baño)	AT6	50,89	50,89	201,02	4,48	1,45	0,38	3,79
A Taller 6-2 (Desp+Baño)	AT6	73,58	73,58	246,40	5,00	1,45	0,31	1,76
C General a Pintura 1	LCP	11,34	11,34	12,88	3,95	11,50	4,08	26449,88
C General a Pintura 2	LCP	9,99	9,99	22,86	6,27	8,16	3,25	20506,57
C Pintura (Cabina abajo)	CP1	8,75	8,75	31,61	6,92	6,50	4,80	1010,12
C Pintura (Cabina arriba)	CP2	17,64	17,64	40,50	7,58	6,50	4,18	4105,44
C Pintura(Extr. izq.)	CP3	155,16	155,16	178,02	8,07	6,50	1,38	1576,07
C Pintura(Extr. centr.)	CP4	90,34	90,34	113,20	7,31	6,50	2,03	534,26
C Pintura(Extr. der.)	CP5	203,91	203,91	226,78	8,63	6,50	1,12	2722,15
C Pintura (Toma corr.)	CP6	32,43	32,43	55,29	7,77	6,50	1,99	12273,75
C Pintura (Toma corr. mono1)	CP6	146,68	146,68	405,39	11,17	1,30	0,20	12447,77
C Pintura (Toma corr.)	CP6	44,51	44,51	99,80	9,01	3,97	1,29	21036,52
C Pintura (Toma corr. mono2)	CP6	14,83	14,83	230,70	9,35	0,76	0,33	127,18
C Pintura (Compresor)	CP6	12,73	12,73	112,53	9,36	2,58	1,17	998,67
C G a Extractores	LCE	8,07	8,07	9,60	1,41	11,50	7,81	34,34
C Extractores 1-1	CE1	127,37	127,37	136,97	2,89	9,02	1,74	1599,19
C Extractores 1-2	CE1	107,23	107,23	244,21	4,13	2,00	1,05	221,43
C Extractores 2-1	CE2	234,88	234,88	244,48	4,14	9,02	1,05	6786,52
C Extractores 2-2	CE2	116,82	116,82	361,30	5,49	1,21	0,73	1345,22
C Extractores 2-3	CE2	100,47	100,47	461,77	6,66	0,84	0,58	194,40
C General a Oficina	LCO	113,94	113,94	115,47	6,61	11,50	1,15	90368,64
C Oficina 1-1	CO1	126,96	126,96	486,32	9,55	0,67	0,16	5462,99
C Oficina 1-2	CO1	222,26	222,26	930,83	14,71	0,33	0,09	2981,51
C Oficina 1-3	CO1	40,27	40,27	1011,38	15,64	0,17	0,08	97,89
C Oficina 1-4	CO1	207,85	207,85	1427,07	20,46	0,16	0,06	287,63
C Oficina 2-1 (Calentador)	CO2	61,44	61,44	355,29	8,03	0,67	0,22	3148,89
C Oficina 2-2	CO2	115,30	115,30	585,89	10,71	0,44	0,14	6087,37
C Oficina 2-3	CO2	102,61	102,61	791,12	13,09	0,27	0,10	290,38
C Oficina 3 (Climatización)	CO3	103,44	103,44	218,91	7,81	2,30	1,15	35049,22
C G a Taller 1	LCT1	219,15	219,15	220,69	3,86	11,50	0,66	50958,56
C Taller 1 1 (Calentador)	CT11	44,55	44,55	531,93	4,89	0,36	0,15	277,21
C Taller 1 2 (Despachos)	CT12	82,48	82,48	607,79	5,77	0,36	0,13	19460,42
C Taller 1 2 (Toma corr. Mono)	CT12	82,75	82,75	773,29	7,69	0,26	0,10	14930,65
C General a Taller 2	LCT2	84,92	84,92	86,45	7,62	11,50	1,44	93208,75
C Taller 2 1-1	CT21	5,66	5,66	92,11	7,78	2,89	1,38	357,42
C Taller 2 1-2	CT21	18,02	18,02	110,13	8,28	2,75	1,20	2056,56
C Taller 2 1-3	CT21	53,16	53,16	163,29	9,76	2,39	0,86	10949,71
C Taller 2 1-4	CT21	61,66	61,66	224,95	11,48	1,72	0,65	8595,11
C Taller 2 1-5	CT21	65,54	65,54	582,43	15,13	0,35	0,14	2485,33
C Taller 2 1-6	CT21	8,62	8,62	238,95	8,76	0,70	0,32	42,99
C Taller 2 1-7	CT21	8,62	8,62	345,27	10,24	0,48	0,23	42,99
C Taller 2 2	CT22	604,16	604,16	1382,68	21,64	0,87	0,06	1753,29

Tabla 21: Resultados del cálculo de corrientes de cortocircuito



Alejandro García Monje

6.1.3. Selección de dispositivos

Línea	I_B (A)	I_N (A)	Curva	I_{CCmax} (kA)	Poder de corte (kA)	Tipo	Modelo
LG	335.55	336	-	12.29	50	4P	LV432734
LAE	0.30	10	B	10.39	15	2P	A9F88210
LAT	29.11	32	B	11.88	15	4P	A9F88432
LAP	26.25	32	B	11.88	15	4P	A9F88432
LAO	5.66	10	B	11.88	15	4P	A9F88410
LCT1	14.82	16	C	11.88	15	4P	A9F89416
LCT2	48.72	50	D	11.88	15	4P	A9F85450
LCP	184.31	186	-	11.88	36	3P+N	LV431630
LCO	35.50	40	D	11.88	15	4P	A9F85440
CE1	5.41	10	C	11.88	15	3P	A9F89310
CE2	5.41	10	C	11.88	15	3P	A9F89310
AE1	0.10	10	C	0.44	6	2P	A9K17210
AE2	0.10	10	C	0.44	6	2P	A9K17210
AT1	10.98	16	C	5.97	10	3P+N	A9N21597
AT2	9.83	10	C	5.97	10	3P+N	A9N21596
AT3	7.86	10	C	5.97	10	3P+N	A9N21596
AT4	0.76	10	C	2.32	6	2P	A9K17210
AP1	7.87	10	C	3.11	10	3P+N	A9N21596
AP2	10.50	16	C	3.11	10	3P+N	A9N21597
AP3	7.88	10	C	3.11	10	3P+N	A9N21596
AO1	2.42	10	C	0.20	6	2P	A9K17210
AO2	1.79	10	C	0.20	6	2P	A9K17210
AO3	2.91	10	C	0.20	6	2P	A9K17210
AO4	2.68	10	C	0.20	6	2P	A9K17210
CT11	5.00	10	C	0.35	6	2P	A9K17210
CT12	20.68	25	C	0.35	6	2P	A9K17225
CT21	48.06	50	D	0.57	10	4P	A9F85450
CT22	1.04	10	C	0.57	6	2P	A9K17210
CP1	64.50	65.1	-	6.60	36	3P	LV429620
CP2	64.50	65.1	-	6.60	36	3P	LV429620
CP3	4.41	10	C	6.60	10	3P	A9N21576
CP4	4.41	10	C	6.60	10	3P	A9N21576
CP5	4.41	10	C	6.60	10	3P	A9N21576
CP6	46.68	50	D	6.60	15	3P+N	A9F85450
CO1	7.87	10	C	0.41	6	2P	A9K17210
CO2	12.10	16	C	0.41	6	2P	A9K17216
CO3	24.69	25	D	2.31	10	3P	A9N21589

Tabla 22: Dispositivos seleccionados para protección de sobrecorrientes

6.2. Protección contra contactos directos

Esta protección consiste en evitar los contactos fortuitos con las partes activas de la instalación eléctrica.

Las medidas utilizadas vienen recogidas en la norma UNE 20460-4-41:

Las partes activas deben estar correctamente aisladas, tanto las conducciones eléctricas como las máquinas del taller, que normalmente están adecuadas por el propio fabricante a la norma UNE 20324 de grados de protección proporcionados por envolventes.

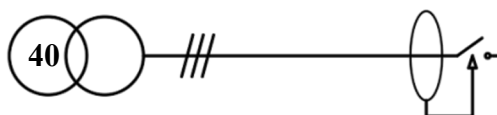
Prácticamente la totalidad de las canalizaciones están puestas fuera del alcance de las personas. Únicamente pueden alcanzarse las canalizaciones a la salida de los cuadros correspondientes, e incluso aunque se alcancen, deben estar correctamente aisladas. Por otra parte, esto solo ocurre en la zona de taller; en la zona de exposición y venta no hay accesible ninguna canalización ni cuadro, tal y como dispone la ITC-BT-28 sobre lugares de pública concurrencia.

6.3. Protección contra contactos indirectos

La protección contra contactos indirectos de la instalación se ha diseñado de manera que la única parte que podría considerarse desprotegida es la de los cables que parten del Cuadro General hacia sus respectivos subcuadros. Esto es así porque se ha considerado que esta zona será únicamente accesible a personal cualificado que realice tareas de mantenimiento de la instalación.

6.3.1. Instalación de puesta a tierra

La instalación tendrá un esquema de distribución del tipo TT. Como el diseño del transformador no se ha incluido en el proyecto, la puesta a tierra que se ha diseñado es la de las masas de baja tensión.



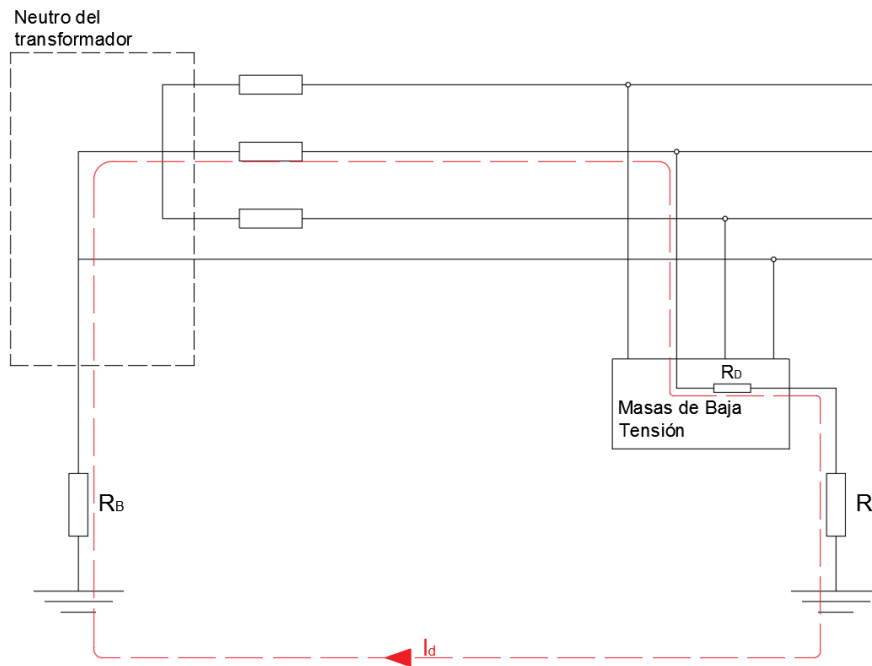


Figura 14: Fallo de aislamiento fase-masa en esquema de distribución tipo TT

A nivel de cálculo se han despreciado los valores de la resistencia de la puesta a tierra del neutro del transformador (R_B) y de la resistencia del defecto de aislamiento (R_D), ya que de este modo el resultado será más conservador.

Puesto que en la zona de taller hay un baño con ducha, por razones de seguridad la planta se ha considerado como local húmedo, por lo que el valor de tensión límite convencional es de 24V (ITC-BT-24).

Como electrodo se ha escogido un conductor enterrado horizontalmente que rodee la planta formando un anillo perimetral a una distancia de 3m del límite de la parcela.

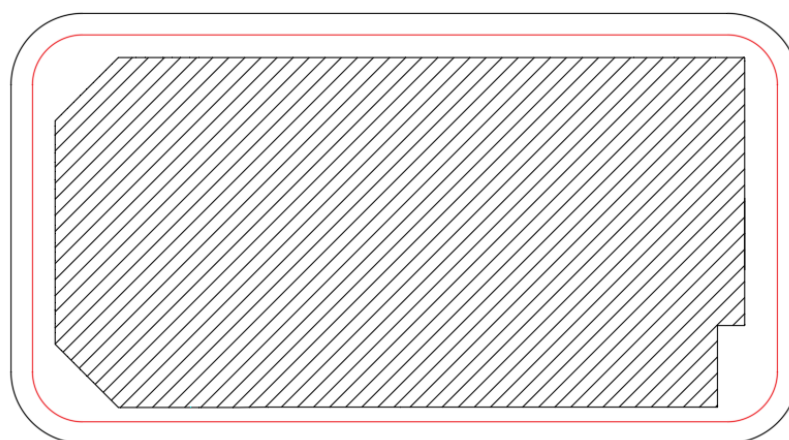


Figura 15: Vista en planta de la disposición del electrodo de tierra en la parcela (rojo)

Para este tipo de electrodo la resistencia de puesta a tierra se calcula según la siguiente fórmula, extraída de la ITC-BT-18.

$$R_A = \frac{2\rho}{L} \quad [6-12]$$

- R_A - Resistencia de puesta a tierra (Ω)
- ρ - Resistividad del terreno (Ωm)
- L - Longitud del cable (m)

Tal y como se explica en el apartado 1.4. *Características del terreno*, el suelo está compuesto por materiales de diferente resistividad, por lo que se optará por utilizar el dato menos favorecedor, esto es, el correspondiente a areniscas y gravas ($1000 \Omega\text{m}$). La longitud del electrodo es de 304m, lo que resulta en una resistencia de valor 65.78Ω .

Según la ITC-BT-18, ha de cumplirse que el producto de esta resistencia por la corriente de defecto máxima no supere la tensión límite establecida.

Modificando esta desigualdad, se puede calcular la corriente de defecto máxima admisible de la instalación:

$$I_{\Delta n_{max}} = \frac{U_L}{R_A} \quad [6-13]$$

- $I_{\Delta n_{max}}$ - Corriente de defecto máxima admisible (A)
- U_L - Tensión límite convencional (V)
- R_A - Resistencia de puesta a tierra (Ω)

De este modo, la corriente de defecto máxima de la instalación resulta ser de 3.648 A, un dato por encima de los valores comunes de corriente de defecto en instalaciones de baja tensión.

6.3.2. Selección de dispositivos

Los interruptores diferenciales se han escogido de entre los catálogos de Schneider Electric. Se han escogido en base a su calibre y a su sensibilidad, la cual será de 30mA para circuitos de alumbrado y líneas monofásicas, y de 300mA para el resto de casos exceptuando la Línea General.

En la Línea General se ha dispuesto un interruptor diferencial con una sensibilidad lo suficientemente baja como para que permita la selectividad respecto de los diferenciales aguas abajo del mismo, cumpliendo la siguiente restricción:

$$I_{\Delta n_{LG}} \geq 2 \cdot \text{MAX}(I_{\Delta n_{resto}}) \quad [6-14]$$

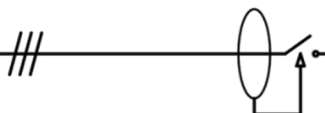
- $I_{\Delta n_{LG}}$ - Sensibilidad del diferencial General
 $I_{\Delta n_{resto}}$ - Sensibilidad del resto de diferenciales

Así, se ha escogido un diferencial de sensibilidad 1A, que irá acoplado al interruptor automático de esta misma línea, constituyendo las dos protecciones un mismo dispositivo.

Puesto que este es el dispositivo de menor sensibilidad, y esta se encuentra por debajo de la máxima admisible (3.65A), se considera que la instalación está correctamente protegida.

Línea	I _B (A)	I _N (A)	Sensibilidad (mA)	Dispositivo
LG	335.55	336	1000	LV432734
CE1	5.41	25	300	A9R84425
CE2	5.41			
AE1	0.1	25	30	A9R81225
AE2	0.1			
AT1	10.98	40	30	A9R81440
AT2	9.83			
AT3	7.86			
AT4	0.76	25	30	A9R81225
AP1	7.87	40	30	A9R81440
AP2	10.5			
AP3	7.88			
AO1	2.42	40	30	A9R81240
AO2	1.79			
AO3	2.91			
AO4	2.68			
CT11	5	40	30	A9R81240
CT12	20.68			
CT21	48.06	63	300	A9R84463
CT22	1.04	25	30	A9R81225
CP1	64.5	80	300	A9R14480
CP2	64.5	80	300	A9R14480
CP3	4.41	40	300	A9R84440
CP4	4.41			
CP5	4.41			
CP6	46.68	63	300	A9R84463
CO1	7.87	40	30	A9R81240
CO2	12.10			
CO3	24.69	25	300	A9R84425

Tabla 23: Selección de dispositivos para protección de contactos indirectos



6.4. Protección contra armónicos

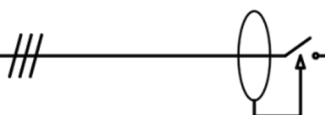
Para disminuir el efecto de desequilibrios y corrientes armónicas debidas a cargas no lineales, la instalación se ha diseñado de manera que la sección del conductor neutro es igual que la de los conductores de fase. Sin embargo, en secciones iguales o superiores a 70 mm^2 se ha dispuesto que la sección del neutro sea la correspondiente a la mínima indicada por la ITC-BT-14 por razones de economía.

$S_{\text{FASE}} (\text{mm}^2)$	$S_{\text{NEUTRO}} (\text{mm}^2)$
10	10
16	10
25	16
35	16
50	25
70	35
95	50
120	70
150	70
185	95
240	120

Tabla 24: Sección mínima del neutro en función del conductor de fase (ITC-BT-14)

7. RELACIÓN DE TABLAS

Tabla 1: Demanda de potencia de la zona de exposición _____	11
Tabla 2: Maquinaria del taller _____	12
Tabla 3: Demanda de potencia de la zona de taller _____	12
Tabla 4: Parámetros del transformador _____	13
Tabla 5: Requisitos de alumbrado según la norma UNE-EN 12464-1 _____	14
Tabla 6: Demanda energética del alumbrado _____	18
Tabla 7: Denominación de cuadros _____	19
Tabla 8: Denominación de líneas _____	20
Tabla 9: Caudal de los extractores de las salas de pintura y taller _____	21
Tabla 10: Factores de corrección de temperatura ambiente distintas de 30 °C (UNE 20460) _____	23
Tabla 11: Factores de corrección de temperaturas del terreno distintas de 20 °C (UNE 20460) _____	23
Tabla 12: Factores de reducción por agrupamiento (UNE 20460) _____	24
Tabla 13: Factores de corrección de profundidad en instalación D (ITC-BT-07) _____	24
Tabla 14: Factores de corrección de resistividad del terreno en instalación D (UNE 20460) _____	25
Tabla 15: Métodos de instalación de canalizaciones eléctricas (UNE 20460) _____	25
Tabla 16: Intensidades admisibles en condiciones estándar (UNE 20460) _____	26
Tabla 17: Secciones de fase calculadas por criterio térmico _____	27
Tabla 18: Sección mínima del conductor de protección en función del conductor de fase (ITC-BT-08) _____	30
Tabla 19: Secciones calculadas por caída de tensión _____	31
Tabla 20: Valores del coeficiente reductor de cortocircuitos tripolares _____	37
Tabla 21: Resultados del cálculo de corrientes de cortocircuito _____	38
Tabla 22: Dispositivos seleccionados para protección de sobrecorrientes _____	39
Tabla 23: Selección de dispositivos para protección de contactos indirectos _____	44
Tabla 24: Sección mínima del neutro en función del conductor de fase (ITC-BT-14) _____	45



8. RELACIÓN DE ECUACIONES

[3-1] Iluminancia media	16
[5-1] Cálculo de la corriente nominal	22
[5-2] Componentes del coeficiente corrector k	22
[5-3] Resistividad del cobre a diferentes temperaturas	29
[5-4] Temperatura del cable mediante ajuste cuadrático	29
[5-5] Caída de tensión porcentual en un cable	30
[6-1] Primera condición de protección frente a sobrecargas	33
[6-2] Segunda condición de protección frente a sobrecargas	33
[6-3] Impedancia de un cable	34
[6-4] Resistencia de cortocircuito del transformador	35
[6-5] Reactancia de cortocircuito del transformador	35
[6-6] Corriente de cortocircuito	35
[6-7] Corriente de cresta de cortocircuito	36
[6-8] Corriente de cortocircuito mínima en líneas trifásicas	36
[6-9] Primera condición de protección frente a cortocircuitos en Interruptores Automáticos	37
[6-10] Primera condición de protección frente a cortocircuitos en Interruptores Automáticos	37
[6-11] Primera condición de protección frente a cortocircuitos en Interruptores Automáticos	37
[6-12] Resistencia a tierra de un conductor enterrado horizontalmente (ITC-BT-18)	42
[6-13] Corriente de defecto máxima admisible (modificada de ITC-BT-18)	42
[6-14] Condición de selectividad entre interruptores diferenciales	43

9. RELACIÓN DE FIGURAS

Figura 1: Parcela catastral (https://www1.sedecatastro.gob.es)	7
Figura 2: Ortofoto de Elche y alrededores (terrasit.gva.es)	8
Figura 3: Sección del Mapa Geológico Nacional en que se encuentra la instalación (http://info.igme.es)	8
Figura 4: Fragmento de la leyenda del Mapa Geológico Nacional (http://info.igme.es)	9
Figura 5: Propiedades físicas del suelo (http://cte-web.iccl.es)	10
Figura 6: Triángulo de potencias	13
Figura 7: Disposición del alumbrado exterior	16
Figura 8: Vías de evacuación y disposición del alumbrado de emergencia	18
Figura 9: Límites de caída de tensión en la instalación	28
Figura 10: Modelo real de cable eléctrico	28
Figura 11: Tipos de disparo magnético de los interruptores automáticos modulares	32
Figura 12: Equivalente de Thevenin aguas arriba de un cortocircuito	34
Figura 13: Cálculo del coeficiente χ (Roger et al. 2010)	36
Figura 14: Fallo de aislamiento fase-masa en esquema de distribución tipo TT	41
Figura 15: Vista en planta de la disposición del electrodo de tierra en la parcela (rojo)	41

10. REFERENCIAS Y BIBLIOGRAFÍA

España. Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión y sus Instrucciones Técnicas Complementarias. Real Decreto 842/2002, 2 de agosto de 2002, publicado en el BOE nº 224 del 18 de septiembre de 2002. Posterior corrección en el Real Decreto 560/2010, del 7 de mayo, por el que se modifican diversas normas reglamentarias, publicado en el BOE nº 149 del 19 de junio de 2010.

España. Reglamento de Eficiencia Energética en Instalaciones de Alumbrado Exterior, en concreto la ITC-EA-02. Real Decreto 1890/2008, 14 de noviembre de 2008, publicado en el BOE nº 279 del 19 de noviembre de 2008.

Asociación Española de Normalización. Normas UNE.

José Roger Folch, Martín Riera Guasp y Carlos Roldán Porta (2010). Tecnología eléctrica. Madrid: SINTESIS.

Palomino Juárez, Luis (2015). Diseño de una instalación eléctrica en un teatro del municipio de Xátiva. Riera Guasp, M. (tutor). Trabajo de Fin de Grado. Universidad Politécnica de Valencia. Escuela Técnica Superior de Ingenieros Industriales, Valencia.

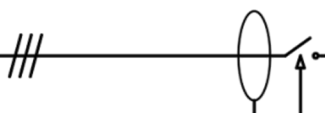
Instituto para la Diversificación y Ahorro de Energía (2007). Medidas de ahorro de energía en la oficina, p.1. Madrid.

Instituto de Ciencias de la Construcción Eduardo Torroja, Instituto de la Construcción de Castilla y León (2007). Código Técnico de la Edificación Web. <http://cte-web.iccl.es/materiales.php?a=1>

Instituto Geológico y Minero de España (2015). Mapa Geológico de la Península Ibérica, Baleares y Canarias a escala 1:1.000.000, edición 2015. [http://info.igme.es/cartografiadigital/datos/geologicos1M/Geologico1000_\(2015\)/pdfs/EditadoG1000_\(2015\).pdf](http://info.igme.es/cartografiadigital/datos/geologicos1M/Geologico1000_(2015)/pdfs/EditadoG1000_(2015).pdf)

F. Javier Sánchez San Román. Prospección geofísica: Sondeos Eléctricos Verticales, p.3. Dpto. de Geología de la Universidad de Salamanca. España. <http://hidrologia.usal.es/temas/SEV.pdf>

Schneider Electric (2011). Catálogos de productos gama Acti 9 y su guía técnica. Catálogo de productos gama Compact NSX 100 a 630A. Barcelona, España.

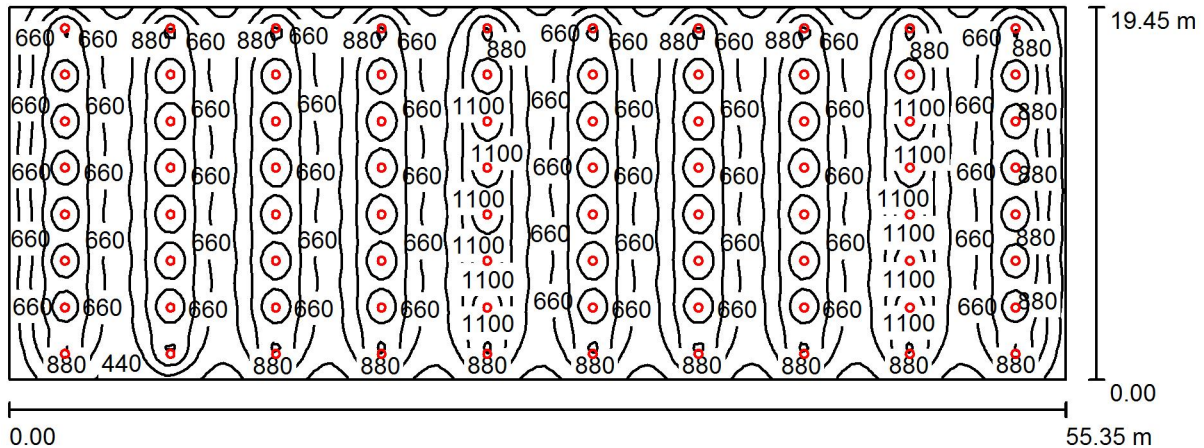


ANEXO 1:

**CÁLCULOS
LUMINOTÉCNICOS**

Proyecto elaborado por Alejandro García Monje
Teléfono
Fax
e-Mail

Sala de pintura / Resumen



Altura del local: 5.500 m, Altura de montaje: 5.000 m, Factor mantenimiento: 0.60

Valores en Lux, Escala 1:396

Superficie	ρ [%]	E_m [lx]	E_{min} [lx]	E_{max} [lx]	E_{min} / E_m
Plano útil	/	816	252	1337	0.309
Suelo	20	800	300	1104	0.375
Techo	70	137	89	158	0.649
Paredes (4)	50	211	87	800	/

Plano útil:

Altura: 0.850 m
Trama: 128 x 128 Puntos
Zona marginal: 0.000 m

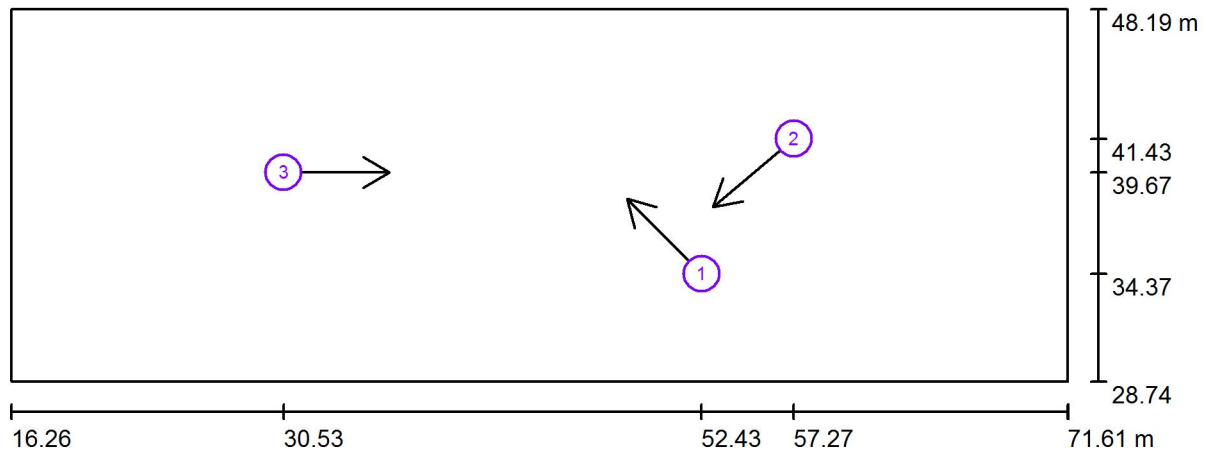
Lista de piezas - Luminarias

N°	Pieza	Designación (Factor de corrección)	Φ (Luminaria) [lm]	Φ (Lámparas) [lm]	P [W]
1	80	PHILIPS BY151P 1xCDM-TMW210W/930 EB P-NB +BY150G R +GC (1.000)	17424	24200	227.0
			Total: 1393920	Total: 1936000	18160.0

Valor de eficiencia energética: $16.87 \text{ W/m}^2 = 2.07 \text{ W/m}^2/100 \text{ lx}$ (Base: 1076.56 m^2)

Proyecto elaborado por Alejandro García Monje
Teléfono
Fax
e-Mail

Sala de pintura / Observador UGR (sumario de resultados)



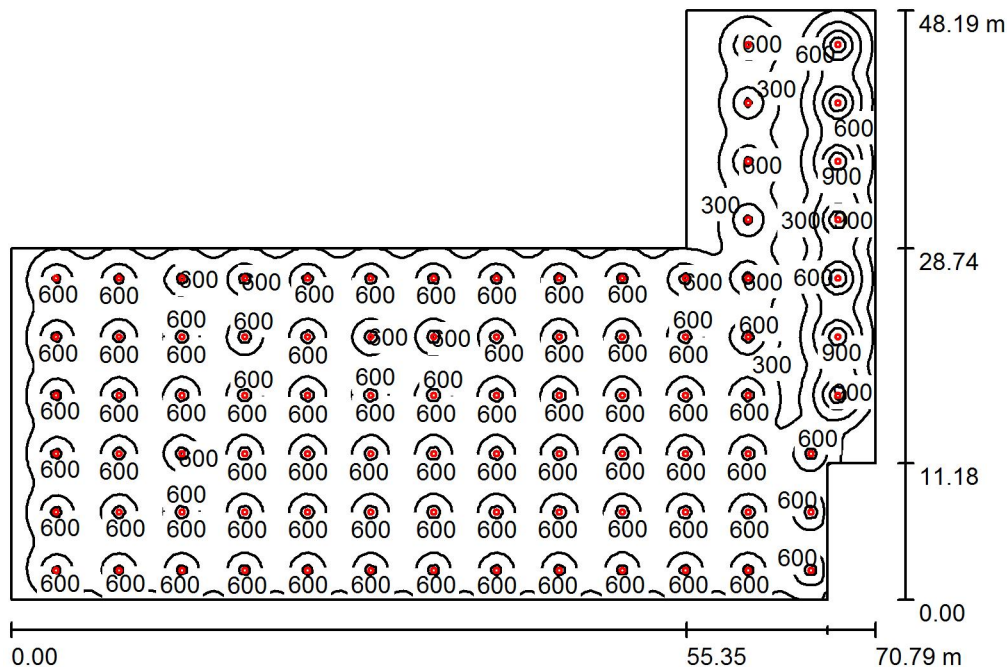
Escala 1 : 396

Lista de puntos de cálculo UGR

Nº	Designación	Posición [m]			Dirección visual [°]	Valor
		X	Y	Z		
1	Punto de cálculo UGR 2	52.432	34.371	1.800	135.0	19
2	Punto de cálculo UGR 3	57.268	41.429	1.800	-140.0	<10
3	Punto de cálculo UGR 1	30.532	39.671	1.800	0.0	<10

Proyecto elaborado por Alejandro García Monje
Teléfono
Fax
e-Mail

Taller / Resumen



Altura del local: 5.500 m, Altura de montaje: 5.000 m, Factor mantenimiento: 0.70

Valores en Lux, Escala 1:619

Superficie	ρ [%]	E_m [lx]	E_{min} [lx]	E_{max} [lx]	E_{min} / E_m
Plano útil	/	526	33	1508	0.063
Suelo	20	518	59	1062	0.114
Techo	70	90	43	107	0.478
Paredes (8)	50	118	41	581	/

Plano útil:

Altura: 0.850 m
Trama: 128 x 128 Puntos
Zona marginal: 0.000 m

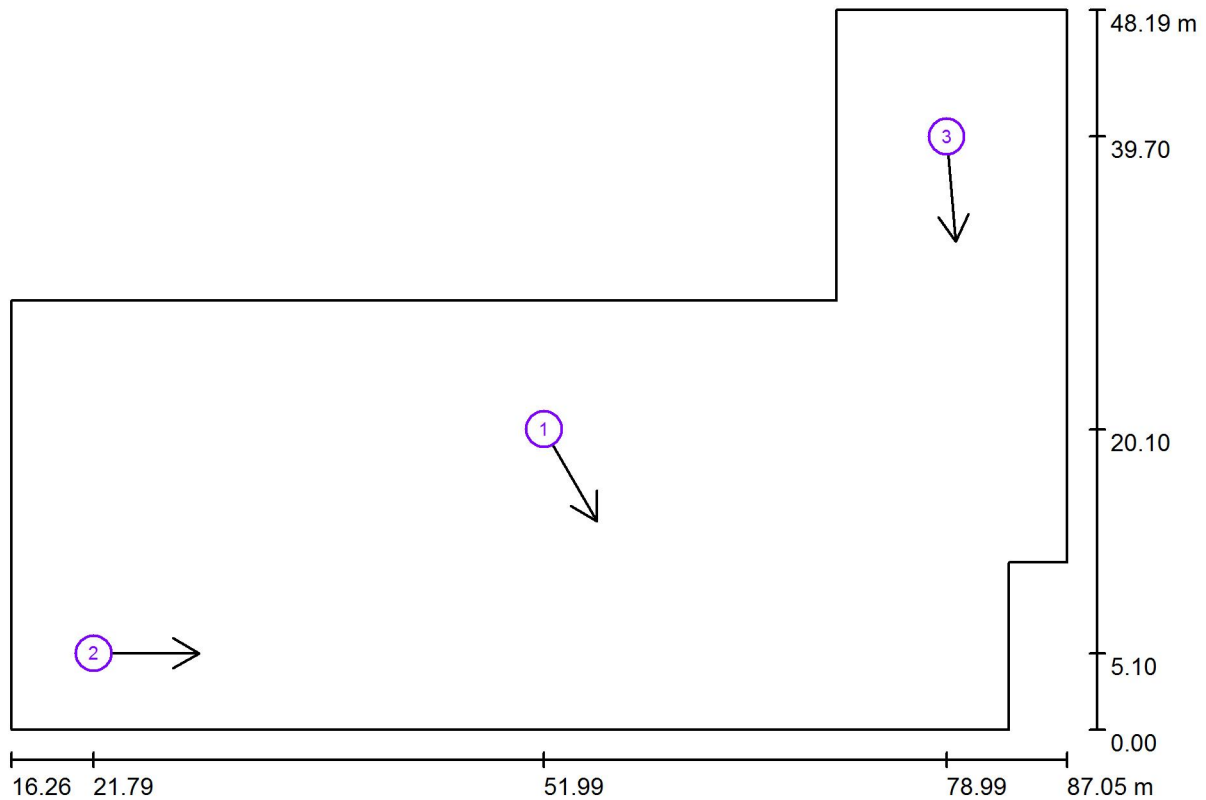
Lista de piezas - Luminarias

Nº	Pieza	Designación (Factor de corrección)	Φ (Luminaria) [lm]	Φ (Lámparas) [lm]	P [W]
1	79	PHILIPS BY151P 1xCDM-TMW210W/930 EB P-NB +BY150G R +GC (1.000)	17424	24200	227.0
2	7	PHILIPS BY151P 1xCDM-TMW315W/930 EB P-NB +BY150G R +GC (1.000)	27216	37800	341.0
			Total: 1567008	Total: 2176400	20320.0

Valor de eficiencia energética: $8.87 \text{ W/m}^2 = 1.69 \text{ W/m}^2/100 \text{ lx}$ (Base: 2291.21 m^2)

Proyecto elaborado por Alejandro García Monje
Teléfono
Fax
e-Mail

Taller / Observador UGR (sumario de resultados)



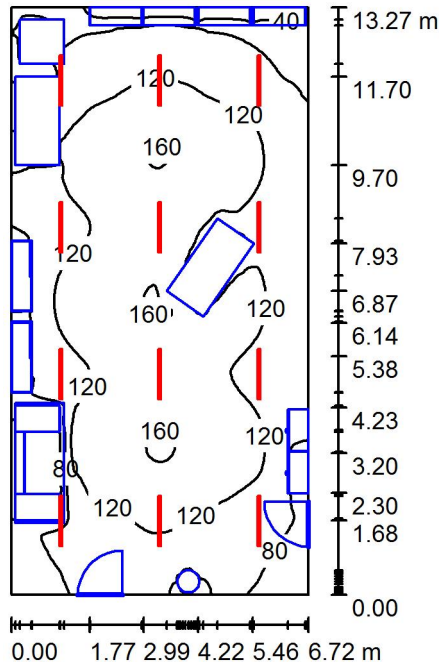
Escala 1 : 507

Lista de puntos de cálculo UGR

N°	Designación	Posición [m]			Dirección visual [°]	Valor
		X	Y	Z		
1	Punto de cálculo UGR 3	51.990	20.100	1.200	-60.0	19
2	Punto de cálculo UGR 1	21.790	5.100	1.200	0.0	23
3	Punto de cálculo UGR 2	78.990	39.700	1.200	-85.0	17

Proyecto elaborado por Alejandro García Monje
Teléfono
Fax
e-Mail

Almacén / Resumen



Altura del local: 5.500 m, Altura de montaje: 5.000 m, Factor mantenimiento: 0.70

Valores en Lux, Escala 1:171

Superficie	ρ [%]	E_m [lx]	E_{min} [lx]	E_{max} [lx]	E_{min} / E_m
Plano útil	/	111	8.55	164	0.077
Suelo	20	91	3.26	144	0.036
Techo	70	18	13	21	0.691
Paredes (4)	50	33	5.07	96	/

Plano útil:

Altura: 0.850 m
Trama: 128 x 128 Puntos
Zona marginal: 0.000 m

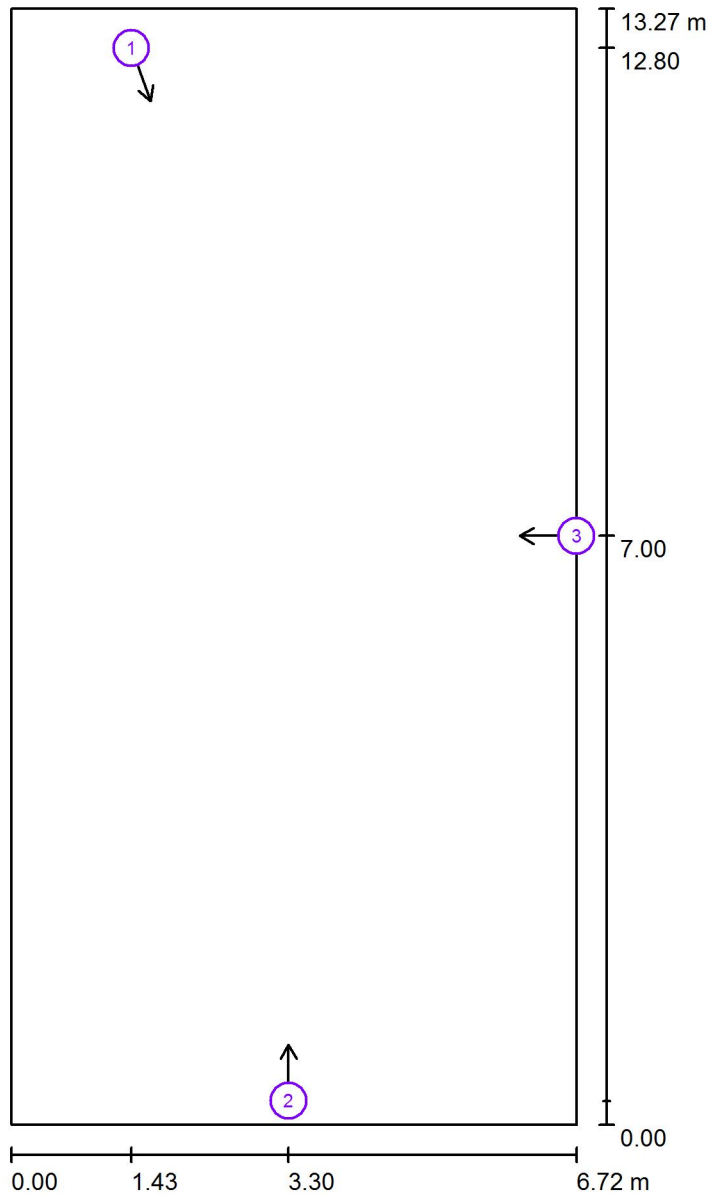
Lista de piezas - Luminarias

Nº	Pieza	Designación (Factor de corrección)	Φ (Luminaria) [lm]	Φ (Lámparas) [lm]	P [W]
1	12	PHILIPS SM530C L1130 1 xLED15S/840 OC (1.000)	1500	1500	10.2
			Total: 18000	Total: 18000	122.4

Valor de eficiencia energética: $1.37 \text{ W/m}^2 = 1.23 \text{ W/m}^2/100 \text{ lx}$ (Base: 89.17 m^2)

Proyecto elaborado por Alejandro García Monje
Teléfono
Fax
e-Mail

Almacén / Observador UGR (sumario de resultados)



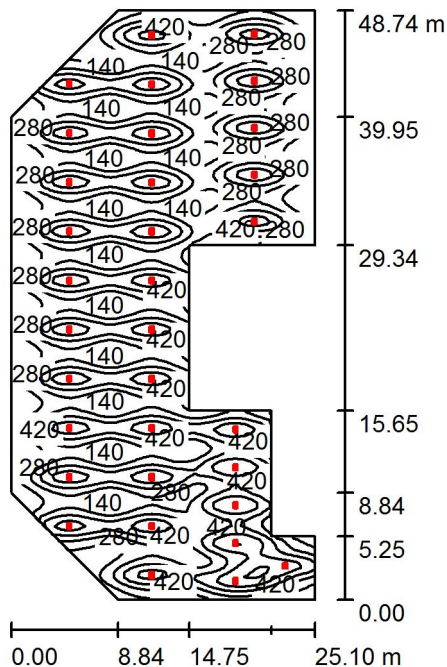
Escala 1 : 90

Lista de puntos de cálculo UGR

N°	Designación	Posición [m]			Dirección visual [°]	Valor
		X	Y	Z		
1	Punto de cálculo UGR 1	1.428	12.800	1.200	-70.0	<10
2	Punto de cálculo UGR 2	3.300	0.282	1.200	90.0	<10
3	Punto de cálculo UGR 3	6.720	7.000	1.200	180.0	13

Proyecto elaborado por Alejandro García Monje
Teléfono
Fax
e-Mail

Exposición / Resumen



Altura del local: 5.500 m, Altura de montaje: 5.000 m, Factor mantenimiento: 0.70

Valores en Lux, Escala 1:626

Superficie	ρ [%]	E_m [lx]	E_{min} [lx]	E_{max} [lx]	E_{min} / E_m
Plano útil	/	317	33	726	0.105
Suelo	20	308	41	640	0.134
Techo	70	47	28	68	0.604
Paredes (14)	28	75	28	467	/

Plano útil:

Altura: 0.850 m
Trama: 128 x 128 Puntos
Zona marginal: 0.000 m

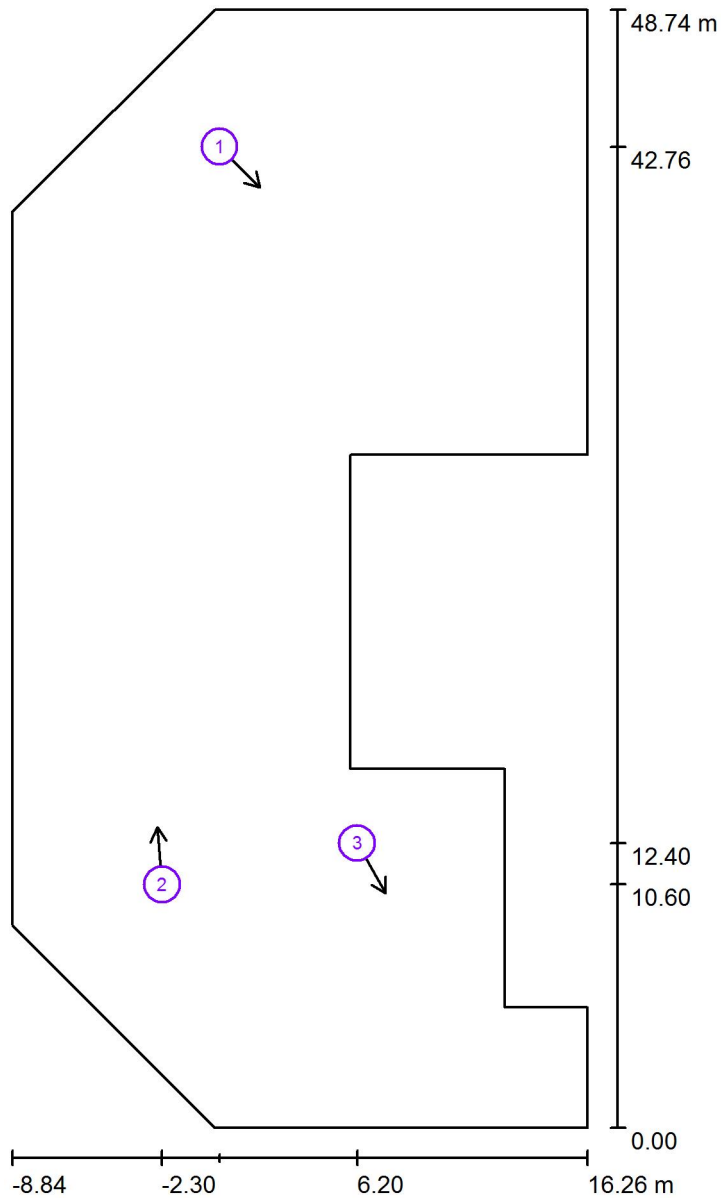
Lista de piezas - Luminarias

Nº	Pieza	Designación (Factor de corrección)	Φ (Luminaria) [lm]	Φ (Lámparas) [lm]	P [W]
1	33	PHILIPS BY470X 1xGRN130S/840 HRO GC (1.000)	13000	13000	97.0
			Total: 429000	Total: 429000	3201.0

Valor de eficiencia energética: $3.31 \text{ W/m}^2 = 1.05 \text{ W/m}^2/100 \text{ lx}$ (Base: 966.21 m^2)

Proyecto elaborado por Alejandro García Monje
Teléfono
Fax
e-Mail

Exposición / Observador UGR (sumario de resultados)



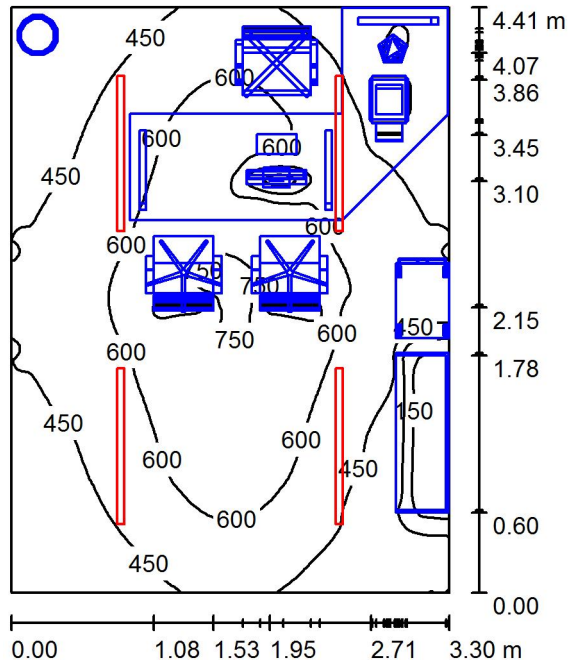
Escala 1 : 330

Lista de puntos de cálculo UGR

N°	Designación	Posición [m]			Dirección visual [°]	Valor
		X	Y	Z		
1	Punto de cálculo UGR 1	0.200	42.758	1.200	-45.0	19
2	Punto de cálculo UGR 2	-2.300	10.600	1.200	95.0	20
3	Punto de cálculo UGR 3	6.200	12.400	1.200	-60.0	19

Proyecto elaborado por Alejandro García Monje
Teléfono
Fax
e-Mail

Despacho / Resumen



Altura del local: 3.000 m, Altura de montaje: 3.000 m, Factor mantenimiento: 0.70

Valores en Lux, Escala 1:57

Superficie	ρ [%]	E_m [lx]	E_{min} [lx]	E_{max} [lx]	E_{min} / E_m
Plano útil	/	509	57	774	0.113
Suelo	20	298	15	537	0.050
Techo	70	83	59	106	0.710
Paredes (4)	50	164	9.73	403	/

Plano útil:

Altura: 0.850 m
Trama: 128 x 128 Puntos
Zona marginal: 0.000 m

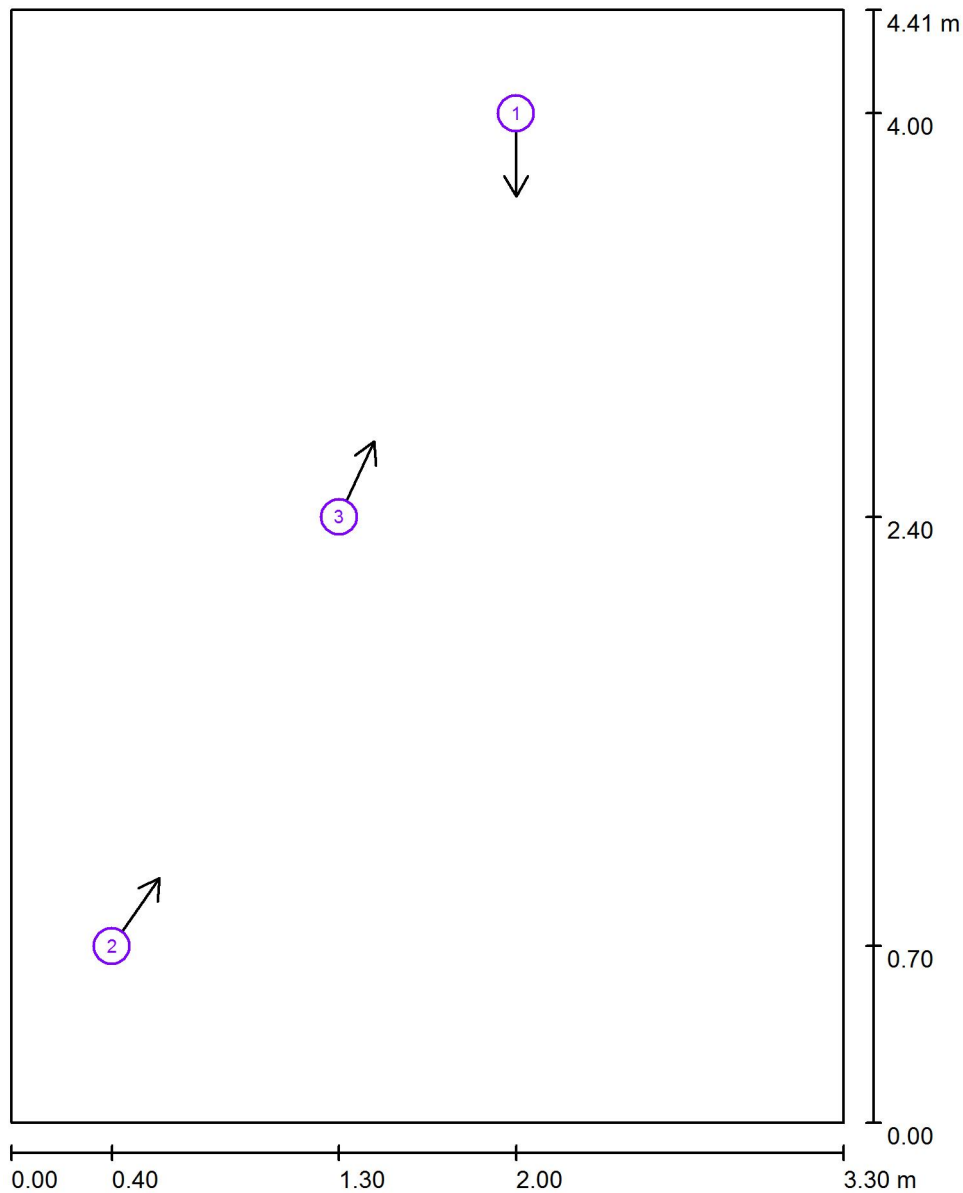
Lista de piezas - Luminarias

Nº	Pieza	Designación (Factor de corrección)	Φ (Luminaria) [lm]	Φ (Lámparas) [lm]	P [W]
1	4	PHILIPS SM530C L1170 1 xLED34S/840 OC (1.000)	3400	3400	25.5
			Total: 13600	Total: 13600	102.0

Valor de eficiencia energética: $7.01 \text{ W/m}^2 = 1.38 \text{ W/m}^2/100 \text{ lx}$ (Base: 14.55 m^2)

Proyecto elaborado por Alejandro García Monje
Teléfono
Fax
e-Mail

Despacho / Observador UGR (sumario de resultados)



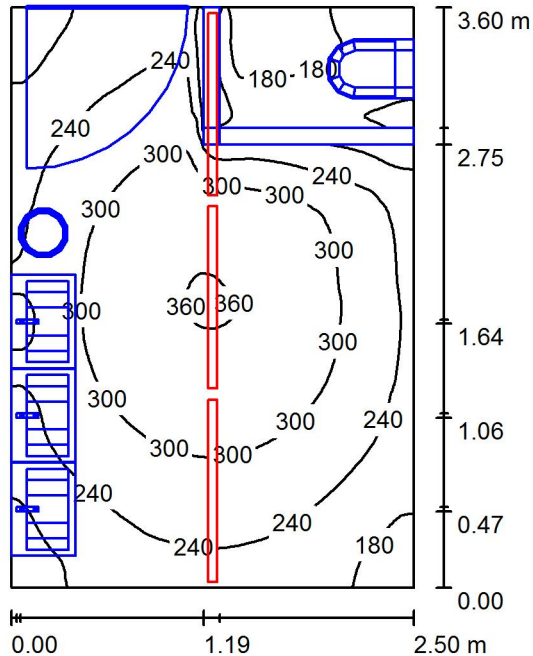
Escala 1 : 30

Lista de puntos de cálculo UGR

N°	Designación	Posición [m]			Dirección visual [°]	Valor
		X	Y	Z		
1	Punto de cálculo UGR 1	2.002	4.000	1.200	-90.0	<10
2	Punto de cálculo UGR 2	0.400	0.700	1.200	55.0	11
3	Punto de cálculo UGR 3	1.300	2.400	1.200	65.0	18

Proyecto elaborado por Alejandro García Monje
Teléfono
Fax
e-Mail

Aseo / Resumen



Altura del local: 3.000 m, Altura de montaje: 3.000 m, Factor mantenimiento: 0.70

Valores en Lux, Escala 1:47

Superficie	ρ [%]	E_m [lx]	E_{min} [lx]	E_{max} [lx]	E_{min} / E_m
Plano útil	/	255	75	364	0.293
Suelo	20	169	12	236	0.073
Techo	70	36	26	46	0.716
Paredes (4)	50	77	6.53	1168	/

Plano útil:

Altura: 0.850 m
Trama: 128 x 128 Puntos
Zona marginal: 0.000 m

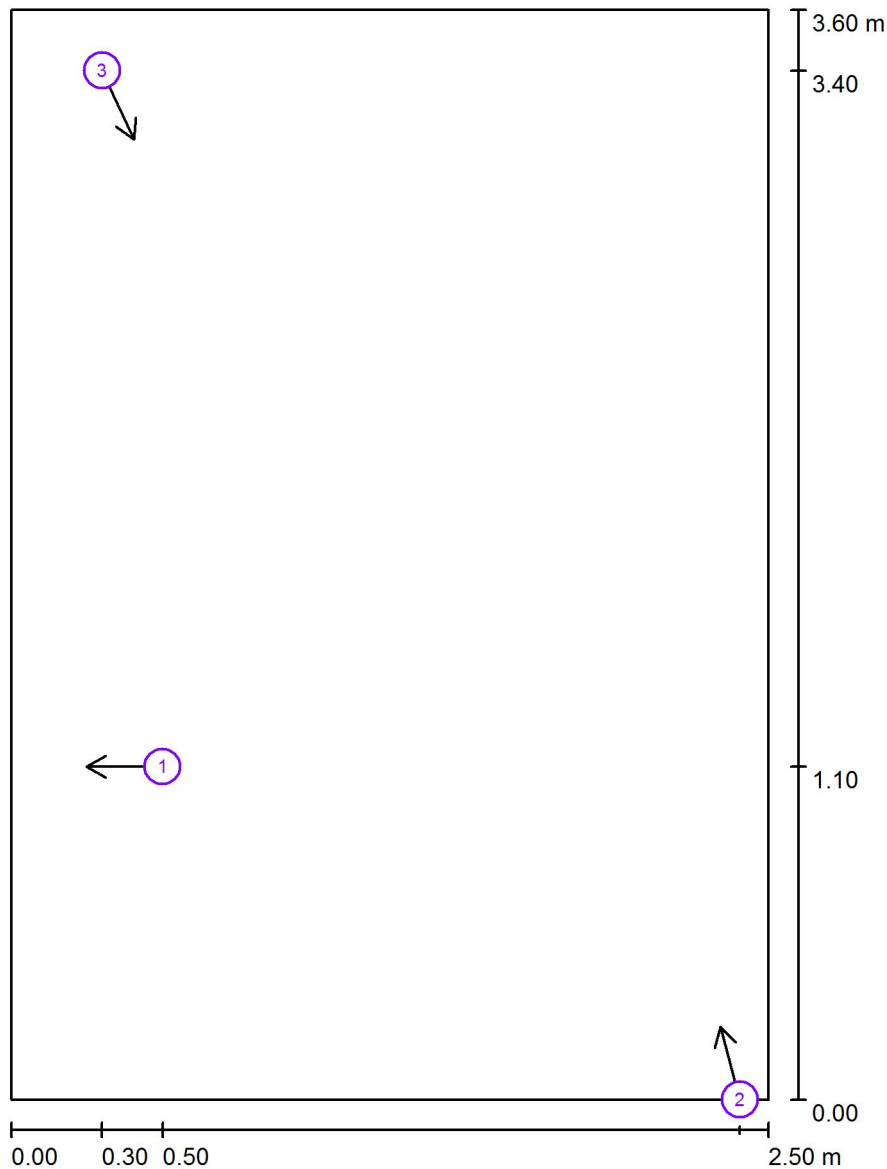
Lista de piezas - Luminarias

Nº	Pieza	Designación (Factor de corrección)	Φ (Luminaria) [lm]	Φ (Lámparas) [lm]	P [W]
1	3	PHILIPS SM530C L1130 1 xLED15S/840 OC (1.000)	1500	1500	10.2
			Total: 4500	Total: 4500	30.6

Valor de eficiencia energética: $3.40 \text{ W/m}^2 = 1.33 \text{ W/m}^2/100 \text{ lx}$ (Base: 9.00 m^2)

Proyecto elaborado por Alejandro García Monje
Teléfono
Fax
e-Mail

Aseo / Observador UGR (sumario de resultados)



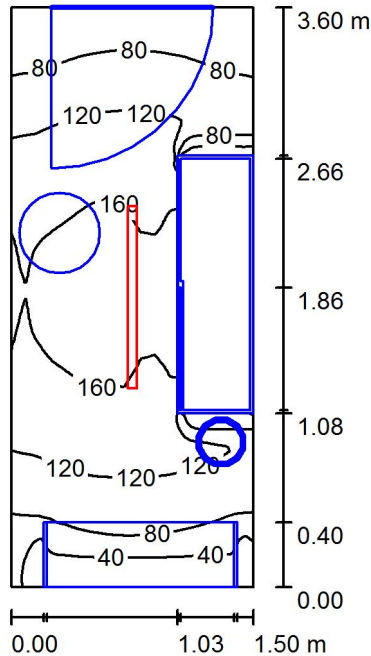
Escala 1 : 25

Lista de puntos de cálculo UGR

N°	Designación	Posición [m]			Dirección visual [°]	Valor
		X	Y	Z		
1	Punto de cálculo UGR 1	0.500	1.100	1.200	180.0	/
2	Punto de cálculo UGR 2	2.406	0.000	1.200	105.0	<10
3	Punto de cálculo UGR 3	0.300	3.400	1.200	-65.0	10

Proyecto elaborado por Alejandro García Monje
Teléfono
Fax
e-Mail

Armario herramientas / Resumen



Altura del local: 3.000 m, Altura de montaje: 3.000 m, Factor mantenimiento: 0.70

Valores en Lux, Escala 1:47

Superficie	ρ [%]	E_m [lx]	E_{min} [lx]	E_{max} [lx]	E_{min} / E_m
Plano útil	/	114	9.09	172	0.080
Suelo	20	53	1.79	91	0.034
Techo	70	21	15	28	0.704
Paredes (4)	50	38	0.23	185	/

Plano útil:

Altura: 0.850 m
Trama: 128 x 128 Puntos
Zona marginal: 0.000 m

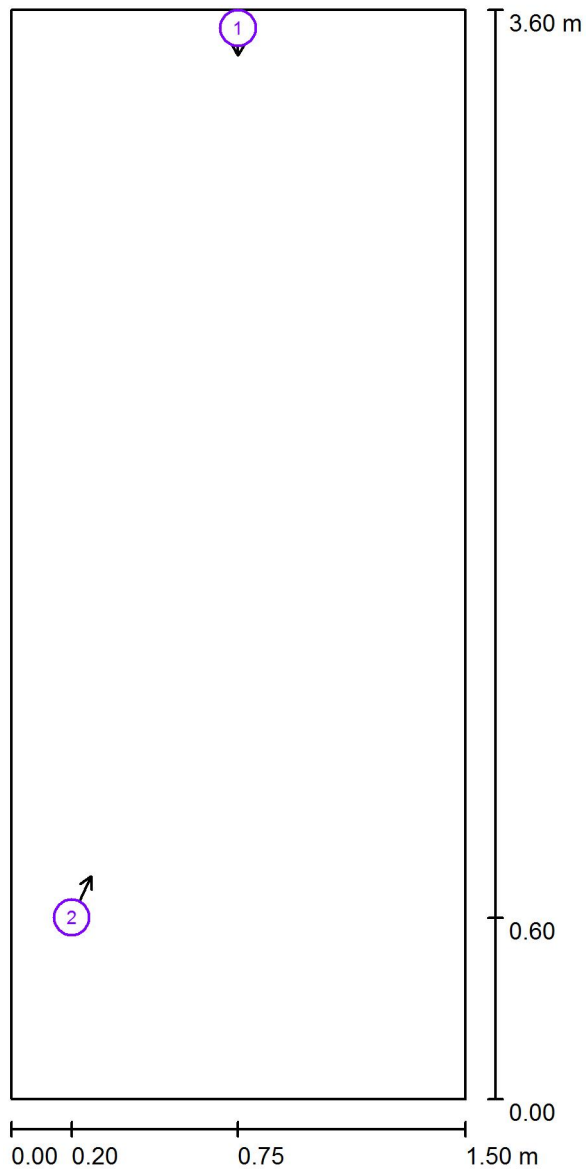
Lista de piezas - Luminarias

Nº	Pieza	Designación (Factor de corrección)	Φ (Luminaria) [lm]	Φ (Lámparas) [lm]	P [W]
1	1	PHILIPS SM530C L1130 1 xLED15S/840 OC (1.000)	1500	1500	10.2
Total:			1500	Total: 1500	10.2

Valor de eficiencia energética: $1.89 \text{ W/m}^2 = 1.66 \text{ W/m}^2/100 \text{ lx}$ (Base: 5.40 m^2)

Proyecto elaborado por Alejandro García Monje
Teléfono
Fax
e-Mail

Armario herramientas / Observador UGR (sumario de resultados)



Escala 1 : 25

Lista de puntos de cálculo UGR

N°	Designación	Posición [m]			Dirección visual [°]	Valor
		X	Y	Z		
1	Punto de cálculo UGR 1	0.750	3.600	1.200	-90.0	12
2	Punto de cálculo UGR 2	0.200	0.600	1.200	65.0	20

DOCUMENTO N° 2:

PRESUPUESTO

ÍNDICE

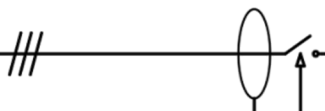
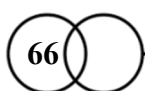
Presupuesto detallado	65
Capítulo 1 – Canalizaciones eléctricas	65
Capítulo 2 – Cuadros de distribución	69
Capítulo 3 – Protecciones eléctricas	72
Capítulo 4 – Puesta a tierra	78
Capítulo 5 – Receptores	79
Capítulo 6 – Mecanismos eléctricos	82
Capítulo 7 – Seguridad y salud	83
Resumen del presupuesto	85

Presupuesto parcial nº 1 Canalizaciones eléctricas

Código	Ud	Denominación	Cantidad	Precio	Total
1.1 EIEL.1aaba	m	Línea de cobre monofásica con un aislamiento de tensión nominal de 450/750 V formada por fase+neutro+tierra de 2.5 mm2 de sección bajo tubo flexible corrugado doble capa de PVC de 20mm de diámetro, incluso parte proporcional de pequeño material y piezas especiales totalmente aislada, conectada y en correcto estado de funcionamiento, según Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión 2002.			
<i>Código</i>		<i>Cantidad Ud</i>	<i>Descripción</i>		
MOOA.9a		0,072 h	Oficial 2ª construcción		
MOOE.8a		0,090 h	Oficial 1ª electricidad		
PIEC.2ab		3,150 m	Cable Cu rígido 450/750V 1x2,5		
PIEC19cb		1,050 m	Tb flx db capa PVC 20mm 30%acc		
%		2,000 %	Costes Directos Complementarios		
			485,560 m	5,09 €/m	2432,66 €
1.2 EIEL.1caba	m	Línea de cobre trifásica con un aislamiento de tensión nominal de 450/750V formada por 3 fases+neutro+tierra de 2,5 mm2 de sección colocada bajo tubo flexible corrugado doble capa de PVC de 20mm de diámetro, incluso parte proporcional de pequeño material y piezas especiales, totalmente aislada, conectada y en correcto estado de funcionamiento, según Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión 2002.			
<i>Código</i>		<i>Cantidad Ud</i>	<i>Descripción</i>		
MOOA.9a		0,072 h	Oficial 2ª construcción		
MOOE.8a		0,153 h	Oficial 1ª electricidad		
PIEC.2ab		5,250 m	Cable Cu rígido 450/750V 1x2,5		
PIEC19cb		1,050 m	Tb flx db capa PVC 20mm 30%acc		
%		2,000 %	Costes Directos Complementarios		
			93,600 m	6,75 €/m	631,80 €
1.3 EIEL.1daba	m	Línea de cobre trifásica con un aislamiento de tensión nominal de 450/750V formada por 3 fases+tierra de 2,5 mm2 de sección colocada bajo tubo flexible corrugado doble capa de PVC de 20mm de diámetro, incluso parte proporcional de pequeño material y piezas especiales, totalmente aislada, conectada y en correcto estado de funcionamiento, según Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión 2002.			
<i>Código</i>		<i>Cantidad Ud</i>	<i>Descripción</i>		
MOOA.9a		0,072 h	Oficial 2ª construcción		
MOOE.8a		0,153 h	Oficial 1ª electricidad		
PIEC.2ab		4,200 m	Cable Cu rígido 450/750V 1x2,5		
PIEC19cb		1,050 m	Tb flx db capa PVC 20mm 30%acc		
%		2,000 %	Costes Directos Complementarios		
			85,410 m	6,45 €/m	550,89 €

Presupuesto parcial nº 1 Canalizaciones eléctricas

Código	Ud	Denominación	Cantidad	Precio	Total
1.4 EIEL.1aada	m	Línea de cobre monofásica con un aislamiento de tensión nominal de 450/750 V formada por fase+neutro+tierra de 6mm² de sección bajo tubo flexible corrugado doble capa de PVC de 25mm de diámetro, incluso parte proporcional de pequeño material y piezas especiales totalmente aislada, conectada y en correcto estado de funcionamiento, según Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión 2002.			
<i>Código</i>		<i>Cantidad Ud</i>	<i>Descripción</i>		
MOOA.9a		0,072 h	Oficial 2ª construcción		
MOOE.8a		0,090 h	Oficial 1ª electricidad		
PIEC.2ad		3,150 m	Cable Cu rígido 450/750V 1x6		
PIEC19db		1,050 m	Tb flx db capa PVC 25mm 30%acc		
%		2,000 %	Costes Directos Complementarios		
			30,250 m	6,92 €/m	209,33 €
1.5 EIEL.1cada	m	Línea de cobre monofásica con un aislamiento de tensión nominal de 450/750 V formada por 3 fases+neutro+tierra de 6mm² de sección, colocada bajo tubo flexible corrugado doble capa de PVC de 25mm de diámetro, incluso parte proporcional de pequeño material y piezas especiales totalmente aislada, conectada y en correcto estado de funcionamiento, según Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión 2002.			
<i>Código</i>		<i>Cantidad Ud</i>	<i>Descripción</i>		
MOOA.9a		0,072 h	Oficial 2ª construcción		
MOOE.8a		0,153 h	Oficial 1ª electricidad		
PIEC.2ad		5,250 m	Cable Cu rígido 450/750V 1x6		
PIEC19db		1,050 m	Tb flx db capa PVC 25mm 30%acc		
%		2,000 %	Costes Directos Complementarios		
			71,530 m	9,72 €/m	695,27 €
1.6 EIEL.1caea	m	Línea de cobre monofásica con un aislamiento de tensión nominal de 450/750 V formada por 3 fases+neutro+tierra de 10mm² de sección, colocada bajo tubo flexible corrugado doble capa de PVC de 32mm de diámetro, incluso parte proporcional de pequeño material y piezas especiales totalmente aislada, conectada y en correcto estado de funcionamiento, según Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión 2002.			
<i>Código</i>		<i>Cantidad Ud</i>	<i>Descripción</i>		
MOOA.9a		0,153 h	Oficial 2ª construcción		
MOOE.8a		0,153 h	Oficial 1ª electricidad		
PIEC.2ae		5,250 m	Cable Cu rígido 450/750V 1x10		
PIEC192b		1,050 m	Tb flx db capa PVC 32mm 30%acc		
%		2,000 %	Costes Directos Complementarios		
			171,900 m	15,38 €/m	2643,82 €

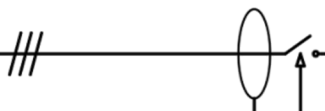
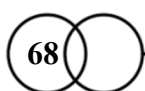


Presupuesto parcial nº 1 Canalizaciones eléctricas

Código	Ud	Denominación	Cantidad	Precio	Total
1.7 EIEL.1cafa	m	Línea de cobre monofásica con un aislamiento de tensión nominal de 450/750 V formada por 3 fases+neutro+tierra de 16mm² de sección, colocada bajo tubo flexible corrugado doble capa de PVC de 40mm de diámetro, incluso parte proporcional de pequeño material y piezas especiales totalmente aislada, conectada y en correcto estado de funcionamiento, según Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión 2002.			
<i>Código</i>		<i>Cantidad Ud</i>	<i>Descripción</i>		
MOOA.9a		0,153 h	Oficial 2ª construcción		
MOOE.8a		0,153 h	Oficial 1ª electricidad		
PIEC.2af		5,250 m	Cable Cu rígido 450/750V 1x16		
PIEC19fb		1,050 m	Tb flx db capa PVC 40mm 30%acc		
%		2,000 %	Costes Directos Complementarios		
			36,610 m	19,84 €/m	726,34 €
1.8 EIEL.1cafab	m	Línea de cobre monofásica con un aislamiento de tensión nominal de 450/750 V formada por 3 fases+tierra de 16mm² de sección, colocada bajo tubo flexible corrugado doble capa de PVC de 40mm de diámetro, incluso parte proporcional de pequeño material y piezas especiales totalmente aislada, conectada y en correcto estado de funcionamiento, según Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión 2002.			
<i>Código</i>		<i>Cantidad Ud</i>	<i>Descripción</i>		
MOOA.9a		0,153 h	Oficial 2ª construcción		
MOOE.8a		0,153 h	Oficial 1ª electricidad		
PIEC.2af		4,200 m	Cable Cu rígido 450/750V 1x16		
PIEC19fb		1,050 m	Tb flx db capa PVC 40mm 30%acc		
%		2,000 %	Costes Directos Complementarios		
			25,710 m	17,54 €/m	450,95 €
1.9 EIEL.1aabe	m	Línea de cobre monofásica con un aislamiento de tensión nominal de 400/750V formada por fase+neutro+tierra de 2.5mm² de sección, colocada sin canalización, incluso parte proporcional de pequeño material y piezas especiales, totalmente instalada, conectada y en correcto estado de funcionamiento, según Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión 2002.			
<i>Código</i>		<i>Cantidad Ud</i>	<i>Descripción</i>		
MOOE.8a		0,090 h	Oficial 1ª electricidad		
PIEC.2ab		3,150 m	Cable Cu rígido 450/750V 1x2,5		
%		2,000 %	Costes Directos Complementarios		
			157,820 m	2,54 €/m	450,95 €

Presupuesto parcial nº 1 Canalizaciones eléctricas

Código	Ud	Denominación	Cantidad	Precio	Total
1.10 EIEL.1dabd	m	Línea de cobre trifásica con un aislamiento de tensión nominal de 400/750V formada por 3 fases+tierra de 2.5mm² de sección, colocada sin canalización, incluso parte proporcional de pequeño material y piezas especiales, totalmente instalada, conectada y en correcto estado de funcionamiento, según Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión 2002.			
<i>Código</i>		<i>Cantidad Ud Descripción</i>			
MOOE.8a		0,153 h Oficial 1ª electricidad			
PIEC.2ab		4,200 m Cable Cu rígido 450/750V 1x2,5			
%		2,000 % Costes Directos Complementarios			
			104,570 m	3,99€/m	417,23 €
1.11 EIEL.1cace	m	Línea de cobre trifásica con un aislamiento de tensión nominal de 400/750V formada por 3 fases+neutro+tierra de 4mm² de sección, colocada sin canalización, incluso parte proporcional de pequeño material y piezas especiales, totalmente instalada, conectada y en correcto estado de funcionamiento, según Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión 2002.			
<i>Código</i>		<i>Cantidad Ud Descripción</i>			
MOOE.8a		0,153 h Oficial 1ª electricidad			
PIEC.2ac		5,250 m Cable Cu rígido 450/750V 1x4			
%		2,000 % Costes Directos Complementarios			
			211,820 m	5,43 €/m	1150,18 €
1.12 EIEL.1cade	m	Línea de cobre trifásica con un aislamiento de tensión nominal de 400/750V formada por 3 fases+neutro+tierra de 6mm² de sección, colocada sin canalización, incluso parte proporcional de pequeño material y piezas especiales, totalmente instalada, conectada y en correcto estado de funcionamiento, según Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión 2002.			
<i>Código</i>		<i>Cantidad Ud Descripción</i>			
MOOE.8a		0,153 h Oficial 1ª electricidad			
PIEC.2ad		5,250 m Cable Cu rígido 450/750V 1x6			
%		2,000 % Costes Directos Complementarios			
			495,920 m	6,91 €/m	3426,81 €
1.13 EIEL.1caee	m	Línea de cobre trifásica con un aislamiento de tensión nominal de 400/750V formada por 3 fases+neutro+tierra de 10mm² de sección, colocada sin canalización, incluso parte proporcional de pequeño material y piezas especiales, totalmente instalada, conectada y en correcto estado de funcionamiento, según Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión 2002.			
<i>Código</i>		<i>Cantidad Ud Descripción</i>			
MOOE.8a		0,153 h Oficial 1ª electricidad			
PIEC.2ae		5,250 m Cable Cu rígido 450/750V 1x10			
%		2,000 % Costes Directos Complementarios			
			204,950 m	10,19 €/m	2088,44 €

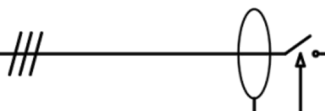
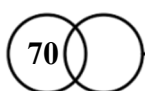


Presupuesto parcial nº 1 Canalizaciones eléctricas

Código	Ud	Denominación	Cantidad	Precio	Total
1.14 EIEL.1cafe	m	Línea de cobre trifásica con un aislamiento de tensión nominal de 400/750V formada por 3 fases+neutro+tierra de 16mm² de sección, colocada sobre bandeja metálica de varilla de 35x100mm, incluso parte proporcional de pequeño material y piezas especiales, totalmente instalada, conectada y en correcto estado de funcionamiento, según Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión 2002.			
<i>Código</i>		<i>Cantidad Ud</i>	<i>Descripción</i>		
MOOE.8a		0,153 h	Oficial 1ª electricidad		
PIEC.2af		5,250 m	Cable Cu rígido 450/750V 1x16		
%		2,000 %	Costes Directos Complementarios		
			30,750 m	14,23 €/m	437,57 €
1.15 EIEL.1caie	m	Línea de cobre trifásica con un aislamiento de tensión nominal de 400/750V formada por 3 fases+neutro+tierra de 50mm² de sección, colocada sobre bandeja metálica de varilla de 70x200mm, incluso parte proporcional de pequeño material y piezas especiales, totalmente instalada, conectada y en correcto estado de funcionamiento, según Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión 2002.			
<i>Código</i>		<i>Cantidad Ud</i>	<i>Descripción</i>		
MOOE.8a		0,180 h	Oficial 1ª electricidad		
PIEC.2bi		5,250 m	Cable Cu flexible 450/750V 1x50		
%		2,000 %	Costes Directos Complementarios		
			64,940 m	34,04 €/m	2210,56 €
1.16 EIEL14adab	m	Bandeja metálica ciega de acero galvanizado con tapa, de dimensiones 30x100mm, para canalización eléctrica suministrada en tramos de 2m de longitud y con un incremento sobre el precio de la bandeja del 30% en concepto de uniones, accesorios y piezas especiales, totalmente montada, sin incluir cableado, según el Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión 2002.			
<i>Código</i>		<i>Cantidad Ud</i>	<i>Descripción</i>		
MOOE.8a		0,227 h	Oficial 1ª electricidad		
MOOE11a		0,227 h	Especialista electricidad		
PIEC25adab		1,050 m	Band a galv cie 30x100 30%acc		
%		2,000 %	Costes Directos Complementarios		
			83,000 m	29,59 €/m	2455,97 €

Presupuesto parcial nº 1 Canalizaciones eléctricas

Código	Ud	Denominación	Cantidad	Precio	Total
1.17 EIEL14adbb	m	Bandeja metálica ciega de acero galvanizado sin tapa, de dimensiones 30x100mm, para canalización eléctrica suministrada en tramos de 2m de longitud y con un incremento sobre el precio de la bandeja del 30% en concepto de uniones, accesorios y piezas especiales, totalmente montada, sin incluir cableado, según el Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión 2002.			
<i>Código</i>		<i>Cantidad Ud Descripción</i>			
MOOE.8a		0,170 h Oficial 1ª electricidad			
MOOE11a		0,170 h Especialista electricidad			
PIEC25adbb		1,050 m Band a galv cie 30x100 30% acc			
%		2,000 % Costes Directos Complementarios			
			140,000 m	17,74 €/m	2483,60 €
1.18 EIEL14bdbb	m	Bandeja metálica ciega de acero galvanizado sin tapa, de dimensiones 30x100mm, para canalización eléctrica suministrada en tramos de 2m de longitud y con un incremento sobre el precio de la bandeja del 30% en concepto de uniones, accesorios y piezas especiales, totalmente montada, sin incluir cableado, según el Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión 2002.			
<i>Código</i>		<i>Cantidad Ud Descripción</i>			
MOOE.8a		0,170 h Oficial 1ª electricidad			
MOOE11a		0,170 h Especialista electricidad			
PIEC25bdbb		1,050 m Band a galv perf 30x100 30%acc			
%		2,000 % Costes Directos Complementarios			
			645,000 m	17,74 €/m	11442,30 €
1.19 EIEL.1bbnb	m	Línea de cobre trifásica con un aislamiento de tensión nominal de 0.6/1 kV formada por 3 fases de 185mm² de sección y neutro+tierra de 95mm² de sección, colocada bajo tubo de PVC de 250mm de diámetro, incluso parte proporcional de pequeño material y piezas especiales, totalmente instalada, conectada y en correcto estado de funcionamiento, según Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión 2002.			
<i>Código</i>		<i>Cantidad Ud Descripción</i>			
MOOE.8a		0,225 h Oficial 1ª electricidad			
PIEC.4aan		3,150 m Cable Cu rig RV 0.6/1kV 1x185			
PIEC.4aak		2,100 m Cable Cu rig RV 0.6/1kV 1x95			
PIEC16na		1,050 m Tubo rígido PVC 250mm			
%		2,000 % Costes Directos Complementarios			
			17,300 m	124,16 €/m	2147,97 €

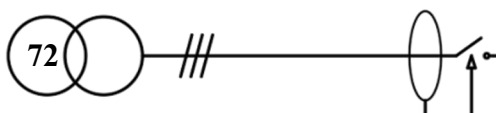


Presupuesto parcial nº 2 Cuadros de distribución

Código	Ud	Denominación	Cantidad	Precio	Total
2.1 EIEL22cca	u	Cuadro de distribución vacío tipo comercio/industria con puerta transparente para montar en pared, de 800mm de alto por 800mm de ancho y 215mm de profundidad, índice de protección IP43 y chasis de distribución, con capacidad para instalar un máximo de 90 pequeños interruptores automáticos bipolares de 36mm, totalmente instalado, según el Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión 2002.			
<i>Código</i>		<i>Cantidad Ud Descripción</i>			
MOOE.8a		5,400 h Oficial 1ª electricidad			
MOOE11a		5,400 h Especialista electricidad			
PIEA.6cca		1,000 u Armario ind/com 800x800 IP43			
%		2,000 % Costes Directos Complementarios			
			1,000 u	927,66 €/u	927,66 €
2.2 EIEL22aaa	u	Cuadro de distribución vacío tipo comercio/industria con puerta transparente para montar en pared, de 500mm de alto por 300mm de ancho y 215mm de profundidad, índice de protección IP43 y chasis de distribución, con capacidad para instalar un máximo de 9 pequeños interruptores automáticos bipolares de 36mm, totalmente instalado, según el Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión 2002.			
<i>Código</i>		<i>Cantidad Ud Descripción</i>			
MOOE.8a		3,200 h Oficial 1ª electricidad			
MOOE11a		3,200 h Especialista electricidad			
PIEA.6aaa		1,000 u Armario ind/com 500x300mm IP43			
%		2,000 % Costes Directos Complementarios			
			7,000 u	441,67 €/u	3091,69 €
2.3 EIEL22aba	u	Cuadro de distribución vacío tipo comercio/industria con puerta transparente para montar en pared, de 500mm de alto por 550mm de ancho y 215mm de profundidad, índice de protección IP43 y chasis de distribución, con capacidad para instalar un máximo de 36 pequeños interruptores automáticos bipolares de 36mm, totalmente instalado, según el Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión 2002.			
<i>Código</i>		<i>Cantidad Ud Descripción</i>			
MOOE.8a		3,750 h Oficial 1ª electricidad			
MOOE11a		3,750 h Especialista electricidad			
PIEA.6aba		1,000 u Armario ind/com 500x550 IP43			
%		2,000 % Costes Directos Complementarios			
			1,000 u	552,79 €/u	552,79 €

Presupuesto parcial nº 3 Protecciones eléctricas

Código	Ud	Denominación	Cantidad	Precio	Total
3.1 PIA01	u	Interruptor magnetotérmico automático de intensidad nominal 10A bipolar, con curva de disparo B y poder de corte 15 kA, totalmente instalado y en correcto estado de funcionamiento, según el Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión 2002.			
<i>Código</i>		<i>Cantidad Ud Descripción</i>			
MOOE.8a		0,250 h Oficial 1ª electricidad			
SCHNDA9F88210		1,000 u IA SCHNEIDER A9F88210 o similar			
%		2,000 % Costes Directos Complementarios			
			1,000 u	99,27 €/u	99,27 €
3.2 PIA02	u	Interruptor magnetotérmico automático de intensidad nominal 10A tetrapolar, con curva de disparo B y poder de corte 15 kA, totalmente instalado y en correcto estado de funcionamiento, según el Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión 2002.			
<i>Código</i>		<i>Cantidad Ud Descripción</i>			
MOOE.8a		0,250 h Oficial 1ª electricidad			
A9F88410		1,000 u IA SCHNEIDER A9F88410 o similar			
%		2,000 % Costes Directos Complementarios			
			1,000 u	199,61 €/u	199,61 €
3.3 PIA03	u	Interruptor magnetotérmico automático de intensidad nominal 32A tetrapolar, con curva de disparo C y poder de corte 15 kA, totalmente instalado y en correcto estado de funcionamiento, según el Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión 2002.			
<i>Código</i>		<i>Cantidad Ud Descripción</i>			
MOOE.8a		0,250 h Oficial 1ª electricidad			
A9F88210		1,000 u IA SCHNEIDER A9F88432 o similar			
%		2,000 % Costes Directos Complementarios			
			2,000 u	225,84 €/u	451,68 €
3.4 PIA04	u	Interruptor magnetotérmico automático de intensidad nominal 16 A tetrapolar, con curva de disparo C y poder de corte 15 kA, totalmente instalado y en correcto estado de funcionamiento, según el Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión 2002.			
<i>Código</i>		<i>Cantidad Ud Descripción</i>			
MOOE.8a		0,250 h Oficial 1ª electricidad			
A9F89416		1,000 u IA SCHNEIDER A9F89416 o similar			
%		2,000 % Costes Directos Complementarios			
			1,000 u	178,63 €/u	178,63 €

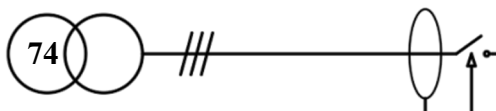


Presupuesto parcial nº 3 Protecciones eléctricas

Código	Ud	Denominación	Cantidad	Precio	Total	
3.5 PIA05	u	Interruptor magnetotérmico automático de intensidad nominal 50 A tetrapolar, con curva de disparo D y poder de corte 15 kA, totalmente instalado y en correcto estado de funcionamiento, según el Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión 2002.				
		<i>Código</i>	<i>Cantidad</i>	<i>Ud</i>	<i>Descripción</i>	
		MOOE.8a	0,250	h	Oficial 1ª electricidad	
		A9F85450	1,000	u	IA SCHNEIDER A9F85450 o similar	
		%	2,000	%	Costes Directos Complementarios	
			3,000	u	383,66 €/u	1150,98 €
3.6 PIA06	u	Interruptor magnetotérmico automático de intensidad nominal 40 A tetrapolar, con curva de disparo D y poder de corte 15 kA, totalmente instalado y en correcto estado de funcionamiento, según el Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión 2002.				
		<i>Código</i>	<i>Cantidad</i>	<i>Ud</i>	<i>Descripción</i>	
		MOOE.8a	0,250	h	Oficial 1ª electricidad	
		A9F85440	1,000	u	IA SCHNEIDER A9F85440 o similar	
		%	2,000	%	Costes Directos Complementarios	
			1,000	u	267,58 €/u	267,58 €
3.7 PIA07	u	Interruptor magnetotérmico automático de intensidad nominal 10 A tripolar, con curva de disparo C y poder de corte 15 kA, totalmente instalado y en correcto estado de funcionamiento, según el Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión 2002.				
		<i>Código</i>	<i>Cantidad</i>	<i>Ud</i>	<i>Descripción</i>	
		MOOE.8a	0,250	h	Oficial 1ª electricidad	
		A9F89310	1,000	u	IA SCHNEIDER A9F89310 o similar	
		%	2,000	%	Costes Directos Complementarios	
			2,000	u	128,39 €/u	128,39 €
3.8 PIA08	u	Interruptor magnetotérmico automático de intensidad nominal 10A bipolar, con curva de disparo C y poder de corte 6 kA, totalmente instalado y en correcto estado de funcionamiento, según el Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión 2002.				
		<i>Código</i>	<i>Cantidad</i>	<i>Ud</i>	<i>Descripción</i>	
		MOOE.8a	0,250	h	Oficial 1ª electricidad	
		A9K17210	1,000	u	IA SCHNEIDER A9K17210 o similar	
		%	2,000	%	Costes Directos Complementarios	
			10,000	u	35,55 €/u	355,50 €

Presupuesto parcial nº 3 Protecciones eléctricas

Código	Ud	Denominación	Cantidad	Precio	Total	
3.9 PIA09	u	Interruptor magnetotérmico automático de intensidad nominal 10A tripolar + Neutro, con curva de disparo C y poder de corte 10 kA, totalmente instalado y en correcto estado de funcionamiento, según el Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión 2002.				
		<i>Código</i>	<i>Cantidad</i>	<i>Ud</i>	<i>Descripción</i>	
		MOOE.8a	0,250	h	Oficial 1ª electricidad	
		A9N21596	1,000	u	IA SCHNEIDER A9N21596 o similar	
		%	2,000	%	Costes Directos Complementarios	
			4,000	u	140,34 €/u	561,36 €
3.10 PIA10	u	Interruptor magnetotérmico automático de intensidad nominal 16A tripolar + Neutro, con curva de disparo C y poder de corte 10 kA, totalmente instalado y en correcto estado de funcionamiento, según el Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión 2002.				
		<i>Código</i>	<i>Cantidad</i>	<i>Ud</i>	<i>Descripción</i>	
		MOOE.8a	0,250	h	Oficial 1ª electricidad	
		A9N21597	1,000	u	IA SCHNEIDER A9N21597 o similar	
		%	2,000	%	Costes Directos Complementarios	
			2,000	u	141,93 €/u	283,86 €
3.11 PIA11	u	Interruptor magnetotérmico automático de intensidad nominal 25A bipolar, con curva de disparo C y poder de corte 6 kA, totalmente instalado y en correcto estado de funcionamiento, según el Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión 2002.				
		<i>Código</i>	<i>Cantidad</i>	<i>Ud</i>	<i>Descripción</i>	
		MOOE.8a	0,250	h	Oficial 1ª electricidad	
		A9K17225	1,000	u	IA SCHNEIDER A9K17225 o similar	
		%	2,000	%	Costes Directos Complementarios	
			1,000	u	37,51 €/u	37,51 €
3.12 PIA12	u	Interruptor magnetotérmico automático de intensidad nominal 10A tripolar, con curva de disparo C y poder de corte 10 kA, totalmente instalado y en correcto estado de funcionamiento, según el Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión 2002.				
		<i>Código</i>	<i>Cantidad</i>	<i>Ud</i>	<i>Descripción</i>	
		MOOE.8a	0,250	h	Oficial 1ª electricidad	
		A9N21576	1,000	u	IA SCHNEIDER A9N21576 o similar	
		%	2,000	%	Costes Directos Complementarios	
			3,000	u	99,92 €/u	299,76 €

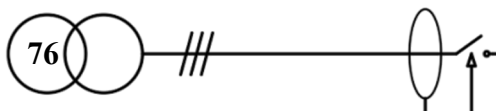


Presupuesto parcial nº 3 Protecciones eléctricas

Código	Ud	Denominación	Cantidad	Precio	Total
3.13 PIA13	u	Interruptor magnetotérmico automático de intensidad nominal 16A bipolar, con curva de disparo C y poder de corte 6 kA, totalmente instalado y en correcto estado de funcionamiento, según el Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión 2002.			
<i>Código</i>		<i>Cantidad Ud Descripción</i>			
MOOE.8a		0,250 h Oficial 1ª electricidad			
A9K17216		1,000 u IA SCHNEIDER A9K17216 o similar			
%		2,000 % Costes Directos Complementarios			
			1,000 u	36,06 €/u	36,06 €
3.14 PIA14	u	Interruptor magnetotérmico automático de intensidad nominal 25A tripolar, con curva de disparo D y poder de corte 10 kA, totalmente instalado y en correcto estado de funcionamiento, según el Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión 2002.			
<i>Código</i>		<i>Cantidad Ud Descripción</i>			
MOOE.8a		0,250 h Oficial 1ª electricidad			
A9N21589		1,000 u IA SCHNEIDER A9N21589 o similar			
%		2,000 % Costes Directos Complementarios			
			1,000 u	224,68 €/u	224,68 €
3.15 IA01	u	Interruptor automático de caja moldeada tetrapolar, de intensidad nominal 400A regulable y poder de corte 50kA. Dispone de interruptor diferencial de intensidad nominal de defecto 1000mA, totalmente instalado y en correcto estado de funcionamiento, según el Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión 2002.			
<i>Código</i>		<i>Cantidad Ud Descripción</i>			
MOOE.8a		0,250 h Oficial 1ª electricidad			
LV432734		1,000 u IA SCHNEIDER LV432734 o similar			
%		2,000 % Costes Directos Complementarios			
			1,000 u	7066,32 €/u	7066,32 €
3.16 IA02	u	Interruptor automático de intensidad nominal 250A regulable, tripolar + Neutro y poder de corte 36 kA, totalmente instalado y en correcto estado de funcionamiento, según el Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión 2002.			
<i>Código</i>		<i>Cantidad Ud Descripción</i>			
MOOE.8a		0,250 h Oficial 1ª electricidad			
LV431630		1,000 u IA SCHNEIDER LV431630 o similar			
%		2,000 % Costes Directos Complementarios			
			1,000 u	2056,22 €/u	2056,22 €

Presupuesto parcial nº 3 Protecciones eléctricas

Código	Ud	Denominación	Cantidad	Precio	Total
3.17 IA03	u	Interruptor automático de intensidad nominal 100A regulable, tripolar, de poder de corte 36 kA, totalmente instalado y en correcto estado de funcionamiento, según el Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión 2002.			
		<i>Código</i>	<i>Cantidad Ud</i>	<i>Descripción</i>	
		MOOE.8a	0,250 h	Oficial 1ª electricidad	
		LV429620	1,000 u	IA SCHNEIDER LV429620 o similar	
		%	2,000 %	Costes Directos Complementarios	
			2,000 u	884,46 €/u	1768,92 €
3.18 ID01	u	Interruptor diferencial de intensidad nominal 25A, bipolar, con intensidad nominal de defecto 30mA, totalmente instalado y en correcto estado de funcionamiento, según el Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión 2002.			
		<i>Código</i>	<i>Cantidad Ud</i>	<i>Descripción</i>	
		MOOE.8a	0,380 h	Oficial 1ª electricidad	
		A9R81225	1,000 u	ID SCHNEIDER A9R81225 o similar	
		%	2,000 %	Costes Directos Complementarios	
			2,000 u	212,45 €/u	424,90 €
3.19 ID02	u	Interruptor diferencial de intensidad nominal 25A, bipolar, con intensidad nominal de defecto 300mA, totalmente instalado y en correcto estado de funcionamiento, según el Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión 2002.			
		<i>Código</i>	<i>Cantidad Ud</i>	<i>Descripción</i>	
		MOOE.8a	0,380 h	Oficial 1ª electricidad	
		A9R84425	1,000 u	ID SCHNEIDER A9R84425 o similar	
		%	2,000 %	Costes Directos Complementarios	
			2,000 u	317,75 €/u	635,50 €
3.20 ID03	u	Interruptor diferencial de intensidad nominal 40A, tetrapolar, con intensidad nominal de defecto 30mA, totalmente instalado y en correcto estado de funcionamiento, según el Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión 2002.			
		<i>Código</i>	<i>Cantidad Ud</i>	<i>Descripción</i>	
		MOOE.8a	0,380 h	Oficial 1ª electricidad	
		A9R81440	1,000 u	ID SCHNEIDER A9R81440 o similar	
		%	2,000 %	Costes Directos Complementarios	
			2,000 u	385,82 €/u	771,64 €
3.21 ID04	u	Interruptor diferencial de intensidad nominal 40A, bipolar, con intensidad nominal de defecto 30mA, totalmente instalado y en correcto estado de funcionamiento, según el Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión 2002.			
		<i>Código</i>	<i>Cantidad Ud</i>	<i>Descripción</i>	



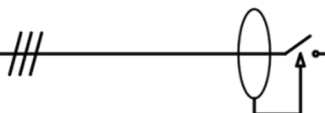
Presupuesto parcial nº 3 Protecciones eléctricas

Código	Ud	Denominación	Cantidad	Precio	Total
		MOOE.8a	0,380 h	Oficial 1ª electricidad	
		A9R81240	1,000 u	ID SCHNEIDER A9R81240 o similar	
		%	2,000 %	Costes Directos Complementarios	
			3,000 u	218,64 €/u	655,92 €
3.22 ID05	u	Interruptor diferencial de intensidad nominal 40A, tetrapolar, con intensidad nominal de defecto 300mA, totalmente instalado y en correcto estado de funcionamiento, según el Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión 2002.			
		<i>Código</i>	<i>Cantidad Ud</i>	<i>Descripción</i>	
		MOOE.8a	0,380 h	Oficial 1ª electricidad	
		A9R84440	1,000 u	ID SCHNEIDER A9R84440 o similar	
		%	2,000 %	Costes Directos Complementarios	
			1,000 u	327,32 €/u	327,32 €
3.23 ID06	u	Interruptor diferencial de intensidad nominal 63A, tetrapolar, con intensidad nominal de defecto 300mA, totalmente instalado y en correcto estado de funcionamiento, según el Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión 2002.			
		<i>Código</i>	<i>Cantidad Ud</i>	<i>Descripción</i>	
		MOOE.8a	0,380 h	Oficial 1ª electricidad	
		A9R84463	1,000 u	ID SCHNEIDER A9R84463 o similar	
		%	2,000 %	Costes Directos Complementarios	
			2,000 u	429,40 €/u	858,80 €
3.24 ID07	u	Interruptor diferencial de intensidad nominal 80A, tetrapolar, con intensidad nominal de defecto 300mA, totalmente instalado y en correcto estado de funcionamiento, según el Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión 2002.			
		<i>Código</i>	<i>Cantidad Ud</i>	<i>Descripción</i>	
		MOOE.8a	0,380 h	Oficial 1ª electricidad	
		A9R14480	1,000 u	ID SCHNEIDER A9R14480 o similar	
		%	2,000 %	Costes Directos Complementarios	
			2,000 u	692,35 €/u	1384,70 €



Presupuesto parcial nº 4 Puesta a tierra

Código	Ud	Denominación	Cantidad	Precio	Total
4.1 EIEP.4a	m	Conducción de puesta a tierra enterrada a una profundidad mínima de 80cm, instalada con conductor de cobre desnudo recocido de 35mm² de sección, incluso excavación y relleno, medida desde la arqueta de conexión hasta la última pica, según el Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión 2002.			
<i>Código</i>		<i>Cantidad Ud Descripción</i>			
MOOA12a		0,200 h Peón ordinario construcción			
MOOE.8a		0,400 h Oficial 1ª electricidad			
PIEC11c		1,000 m Cable cobre desnudo 1x35			
PIEP.2a		0,500 u Taco y collarín para sujeción			
%		2,000 % Costes Directos Complementarios			
			304,000 m	12,87 €/m	3912,48 €
4.2 EIEP.2a	u	Aprietacables para fijación de cable de tierra a la ferralla de la cimentación, según el reglamento Electrotécnico de Baja Tensión 2002.			
<i>Código</i>		<i>Cantidad Ud Descripción</i>			
MOOE.8a		0,100 h Oficial 1ª electricidad			
MOOE11a		0,200 h Especialista electricidad			
PIEP.2a		1,000 u Taco y collarín para sujeción			
%		2,000 % Costes Directos Complementarios			
			1,000 u	6,99 €/u	6,99 €

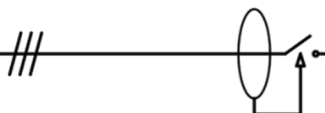
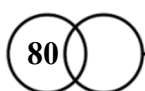


Presupuesto parcial nº 5 Receptores

Código	Ud	Denominación	Cantidad	Precio	Total
5.1 EIEM18aba	u	Toma de corriente industrial de base saliente, trifásica (3P+N+T) de 16A de intensidad y con un grado de protección IP44, totalmente instalada, conectada y en correcto estado de funcionamiento, según el Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión 2002.			
<i>Código</i>		<i>Cantidad Ud Descripción</i>			
MOOE.8a		0,330 h Oficial 1ª electricidad			
PIED24aba		1,000 u Toma de corriente ind trif 16A			
%		2,000 % Costes Directos Complementarios			
			2,000 u	15,57 €/u	31,14 €
5.2 EIEM18abb	u	Toma de corriente industrial de base saliente, trifásica (3P+N+T) de 32A de intensidad y con un grado de protección IP44, totalmente instalada, conectada y en correcto estado de funcionamiento, según el Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión 2002.			
<i>Código</i>		<i>Cantidad Ud Descripción</i>			
MOOE.8a		0,330 h Oficial 1ª electricidad			
PIED24abb		1,000 u Toma corriente ind trif 32A			
%		2,000 % Costes Directos Complementarios			
			3,000 u	20,13 €/u	60,39 €
5.3 EIEM18aaa	u	Toma de corriente industrial de base saliente, monofásica (2P+T) de 16A de intensidad y con un grado de protección IP44, totalmente instalada, conectada y en correcto estado de funcionamiento, según el Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión 2002.			
<i>Código</i>		<i>Cantidad Ud Descripción</i>			
MOOE.8a		0,330 h Oficial 1ª electricidad			
EIEM18abab		1,000 u Toma corriente ind monof 16A			
%		2,000 % Costes Directos Complementarios			
			38,000 u	9,06 €/u	344,28 €
5.4 EIEM17baba	u	Toma de corriente doméstica de calidad media para instalaciones de superficie, 2 polos+tierra lateral, con mecanismo completo de 10/16A, 230V y tapa, incluso marco, totalmente instalada, conectada y en correcto estado de funcionamiento, según el Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión 2002.			
<i>Código</i>		<i>Cantidad Ud Descripción</i>			
MOOE.8a		0,450 h Oficial 1ª electricidad			
MOOE12a		0,450 h Peón electricidad			
PIED23bbba		1,000 u Toma de corriente s estn 10/16A			
PIED15bbba		1,000 u Marco s 1 elem cld media			
%		2,000 % Costes Directos Complementarios			
			28,000 u	17,12 €/u	479,36 €

Presupuesto parcial nº 5 Receptores

Código	Ud	Denominación	Cantidad	Precio	Total
5.5 LUM1	u	Punto de luz adosado sencillo formado por una regleta LED de 10.2W, instalada, conectada y en correcto estado de funcionamiento, según el Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión 2002.			
<i>Código</i>		<i>Cantidad Ud Descripción</i>			
MOOE.8a		0,250 h Oficial 1ª electricidad			
LUM1a		1,000 u Luminaria PHILIPS SM530C o similar			
%		2,000 % Costes Directos Complementarios			
			7,000 u	347,83 €/u	2434,81 €
5.6 LUM2	u	Punto de luz suspendido sencillo formado por una regleta LED de 10.2W, instalada, conectada y en correcto estado de funcionamiento, según el Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión 2002.			
<i>Código</i>		<i>Cantidad Ud Descripción</i>			
MOOE.8a		0,250 h Oficial 1ª electricidad			
LUM2a		1,000 u Luminaria PHILIPS SM530P o similar			
%		2,000 % Costes Directos Complementarios			
			12,000 u	347,83 €/u	4173,96 €
5.7 LUM3	u	Punto de luz adosado sencillo formado por una regleta LED de 25.5W, instalada, conectada y en correcto estado de funcionamiento, según el Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión 2002.			
<i>Código</i>		<i>Cantidad Ud Descripción</i>			
MOOE.8a		0,250 h Oficial 1ª electricidad			
LUM1a		1,000 u Luminaria PHILIPS SM530C o similar			
%		2,000 % Costes Directos Complementarios			
			24,000 u	347,83 €/u	8347,92 €
5.8 LUM4	u	Punto de luz suspendido sencillo formado por una luminaria LED de 97W, instalada, conectada y en correcto estado de funcionamiento, según el Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión 2002.			
<i>Código</i>		<i>Cantidad Ud Descripción</i>			
MOOE.8a		0,250 h Oficial 1ª electricidad			
LUM4a		1,000 u Luminaria PHILIPS BY470X 97kW o similar			
%		2,000 % Costes Directos Complementarios			
			34,000 u	368,64 €/u	12533,76 €
5.9 LUM5	u	Punto de luz suspendido sencillo formado por una luminaria LED de 227W, instalada, conectada y en correcto estado de funcionamiento, según el Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión 2002.			
<i>Código</i>		<i>Cantidad Ud Descripción</i>			
MOOE.8a		0,250 h Oficial 1ª electricidad			
LUM5a		1,000 u Luminaria PHILIPS BY151P 227kW o similar			
%		2,000 % Costes Directos Complementarios			
			159,000 u	316,62 €/u	50342,58 €

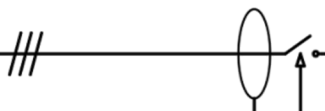


Presupuesto parcial nº 5 Receptores

Código	Ud	Denominación	Cantidad	Precio	Total
5.10 LUM6	u	Punto de luz suspendido sencillo formado por una luminaria LED de 341W, instalada, conectada y en correcto estado de funcionamiento, según el Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión 2002.			
<i>Código</i>		<i>Cantidad Ud</i>	<i>Descripción</i>		
MOOE.8a		0,250 h	Oficial 1ª electricidad		
LUM6a		1,000 u	Luminaria PHILIPS BY151P 341W o similar		
%		2,000 %	Costes Directos Complementarios		
			7,000 u	327,02 €/u	2289,14 €
5.11 LUME1	u	Luminaria autónoma de emergencia normal de calidad media, material de envolvente autoextinguible con dos leds de alta luminosidad para garantizar alumbrado de señalización permanente, con lámpara LED de 200 lúmenes, superficie cubierta de 43m2 y 1 hora de autonomía, alimentación de 230V, totalmente instalada, comprobada y en correcto estado de funcionamiento, según el DB SUA-4 del CTE y el Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión 2002.			
<i>Código</i>		<i>Cantidad Ud</i>	<i>Descripción</i>		
MOOE.8a		0,250 h	Oficial 1ª electricidad		
LUME1a		1,000 u	Luminaria LEGRAND URA34LED 662243 o similar		
%		2,000 %	Costes Directos Complementarios		
			14,000 u	115,82 €/u	1621,48 €
5.12 LUME2	u	Luminaria autónoma de emergencia normal de calidad media, material de envolvente autoextinguible con dos leds de alta luminosidad para garantizar alumbrado de señalización permanente, con lámpara LED de 450 lúmenes, superficie cubierta de 43m2 y 1 hora de autonomía, alimentación de 230V, totalmente instalada, comprobada y en correcto estado de funcionamiento, según el DB SUA-4 del CTE y el Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión 2002.			
<i>Código</i>		<i>Cantidad Ud</i>	<i>Descripción</i>		
MOOE.8a		0,250 h	Oficial 1ª electricidad		
LUME2a		1,000 u	Luminaria LEGRAND URA34LED 662245 o similar		
%		2,000 %	Costes Directos Complementarios		
			32,000 u	139,75 €/u	4472,00 €

Presupuesto parcial nº 6 Mecanismos eléctricos

Código	Ud	Denominación	Cantidad	Precio	Total
6.1 EIEM13baab	u	Interruptor conmutador empotrado de calidad media con mecanismo completo de 10A/250V con tecla y con marco, incluso pequeño material, totalmente instalado, conectado y en correcto estado de funcionamiento.			
<i>Código</i>		<i>Cantidad Ud Descripción</i>			
MOOA.9a		0,080 h Oficial 2ª construcción			
MOOE.8a		0,170 h Oficial 1ª electricidad			
PIED19baab		1,000 u intr conm emp			
PIED15baaa		1,000 u Marco emp 1 elem cld media			
%		2,000 % Costes Directos Complementarios			
			16,000 u	11,95 €/u	191,20 €
6.2 TLRRP	u	Telerruptor tetrapolar con mecanismo completo de 16A/230V, incluso pequeño material, totalmente instalado, conectado y en correcto estado de funcionamiento.			
<i>Código</i>		<i>Cantidad Ud Descripción</i>			
MOOE.8a		0,250 h Oficial 1ª electricidad			
TLRRPa		1,000 u Telerruptor SCHNEIDER iTL A9C30814 o similar			
%		2,000 % Costes Directos Complementarios			
			9,000 u	54,44 €/u	489,96 €
6.3 INCR	u	Interruptor crepuscular de calidad media con mecanismo completo de 16A/250V con célula fotoeléctrica y grado de protección IP20B, incluso pequeño material, totalmente instalado, conectado y en correcto estado de funcionamiento.			
<i>Código</i>		<i>Cantidad Ud Descripción</i>			
MOOE.8a		0,170 h Oficial 1ª electricidad			
PIED19baabb		1,000 u intr crep SCHNEIDER IC 2000 CCT15368 o similar			
%		2,000 % Costes Directos Complementarios			
			1,000 u	223,80 €/u	223,80 €



Presupuesto parcial nº 7 Seguridad y salud

Código	Ud	Denominación	Cantidad	Precio	Total
7.1 SEBC.2bba	me	Alquiler de caseta monobloc sanitaria de dimensiones 4.00x2.35m y ventana de 100x100cm y cuatro piezas a elegir entre placa de ducha, placa turca o inodoro de tanque bajo, calentador eléctrico de 50 litros, lavabo con cuatro grifos e instalación eléctrica a base de dos ojos de buey (interior y exterior), interruptor y dos enchufes, incluida la colocación.			
<i>Código</i>		<i>Cantidad Ud Descripción</i>			
MOOA12a		0,900 h Peón ordinario construcción			
MMBC.2bba		1,000 me csta mnblc alqu 4x2.35m san s/			
%		1,000 % Costes Directos Complementarios			
			1,000 me	83,15 €/me	83,15 €
7.2 SEBC.9a	u	Transporte, recepción y posterior retirada de caseta prefabricada de obra hasta una distancia máxima de 100km.			
<i>Código</i>		<i>Cantidad Ud Descripción</i>			
MMBC.9a		1,000 u Transporte de caseta a obra			
MOOA12a		1,000 h Peón ordinario construcción			
%		1,000 % Costes Directos Complementarios			
			1,000 u	222,63 €/u	222,63 €
7.3 SPIC.2a	u	Casco de protección de la cabeza contra choques o golpes producidos por objetos en caída, estándar, según norma UNE-EN 397, incluso requisitos establecidos por el RD 1407/1992, certificado CE expedido por un organismo notificado, declaración de Conformidad y Folleto informativo, amortizable en 10 usos.			
<i>Código</i>		<i>Cantidad Ud Descripción</i>			
MPIC.2a		0,100 u Casco prot estándar			
			5,000 u	0,24 €/u	1,20 €
7.4 SPIM.2a	u	Juego de guantes dieléctricos para protección de contacto eléctrico para baja tensión, según norma UNE-EN 397, incluso requisitos establecidos por el RD 1407/1992, certificado CE expedido por un organismo notificado, adopción por parte del fabricante de un sistema de garantía de calidad CE, declaración de Conformidad y Folleto informativo.			
<i>Código</i>		<i>Cantidad Ud Descripción</i>			
MPIM.2a		0,250 u Guantes dieléctricos baja tens			
%		1,000 % Costes Directos Complementarios			
			5,000 u	11,04 €/u	55,20 €
7.5 SPIP.2a	u	Bota dieléctrica fabricada en piel flor negra con suela aislante y puntera de plástico rígido.			
<i>Código</i>		<i>Cantidad Ud Descripción</i>			
MPIP.2a		0,500 u bota dieléctrica			
%		1,000 % Costes Directos Complementarios			
			5,000 u	10,29 €/u	51,45 €

Presupuesto parcial nº 7 Seguridad y salud

Código	Ud	Denominación	Cantidad	Precio	Total
7.6 SPIT.7a	u	Chaleco fabricado en tejido de malla transpirable color amarillo con cierre central de cremallera, provisto de dos bandas en la parte delantera y trasera de tejido gris plata de 50mm de ancho, según norma EN-471 de seguridad vial.			
<i>Código</i>		<i>Cantidad Ud Descripción</i>			
MPIT.7a		1,000 u Chaleco alta visibilidad			
%		1,000 % Costes Directos Complementarios			
			5,000 u	5,77 €/u	28,85 €

RESUMEN DEL PRESUPUESTO

Capítulo	Importe
Capítulo 1 - Canalizaciones eléctricas	37.002,55
Capítulo 2 - Cuadros de distribución	4.572,14
Capítulo 3 - Protecciones eléctricas	20.353,50
Capítulo 4 - Puesta a tierra	3.919,47
Capítulo 5 - Receptores	87.130,82
Capítulo 6 - Mecanismos eléctricos	904,96
Capítulo 7 - Seguridad y salud	442,48
Presupuesto de ejecución material	154.325,92
13% de gastos generales	20.062,37
6% de beneficio industrial	9.259,56
Suma	183.647,85
21% IVA	38.566,05
Presupuesto de ejecución por contrata	222.213,90

Asciende el presupuesto de ejecución por contrata a la expresada cantidad de **DOSCIENTOS VEINTIDOS MIL DOSCIENTOS TRECE EUROS CON NOVENTA CÉNTIMOS.**

DOCUMENTO N° 3:

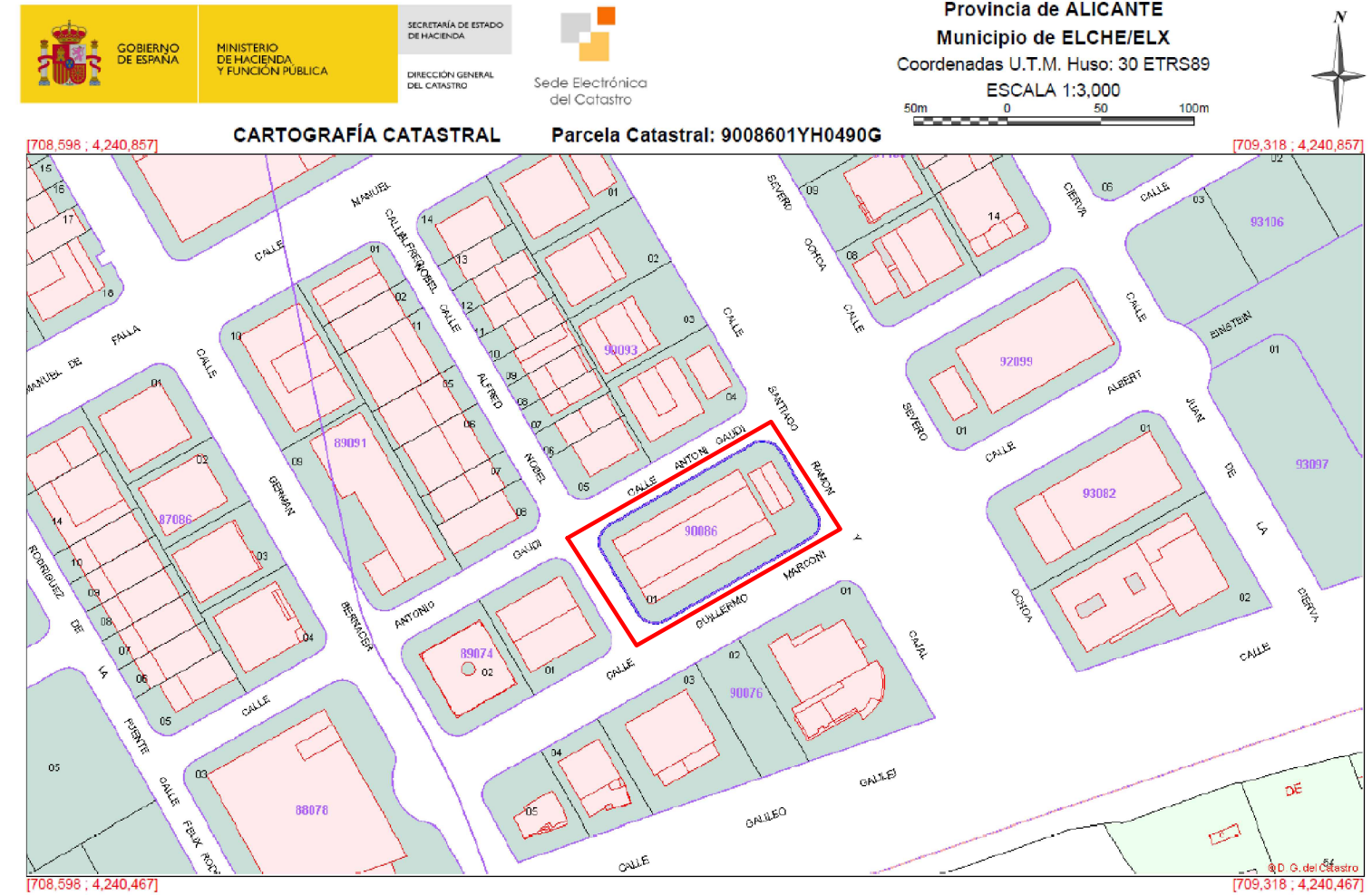
PLANOS

Plano 1	-	Localización del taller
Plano 2	-	Vista en planta del taller
Plano 3	-	Distribución de luminarias
Plano 4	-	Esquema unifilar – General
Plano 5	-	Esquema unifilar – Circuitos de alumbrado
Plano 6	-	Esquema unifilar – Circuitos de fuerza
Plano 7	-	Distribución de cuadros y líneas – Alumbrado
Plano 8	-	Distribución de planos y líneas – Fuerza
Plano 9	-	Vías de evacuación y luminarias de emergencia
Plano 10	-	Puesta a tierra



20 km

Datos del mapa ©2017 Google, Inst. Geogr. Nacional España

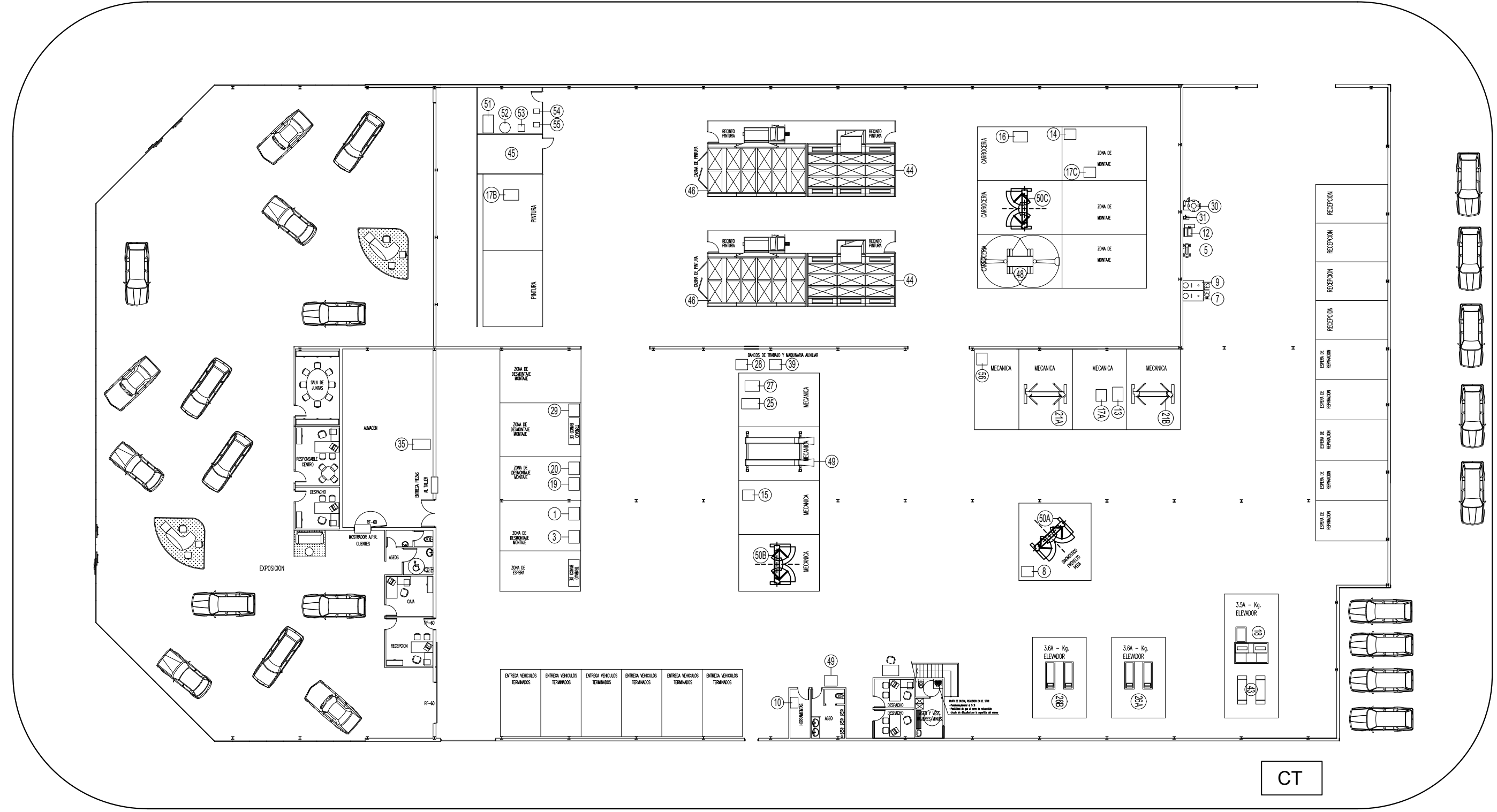


1 km

Datos del mapa ©2017 Google, Inst. Geogr. Nacional España

C:/ Guillermo Marconi

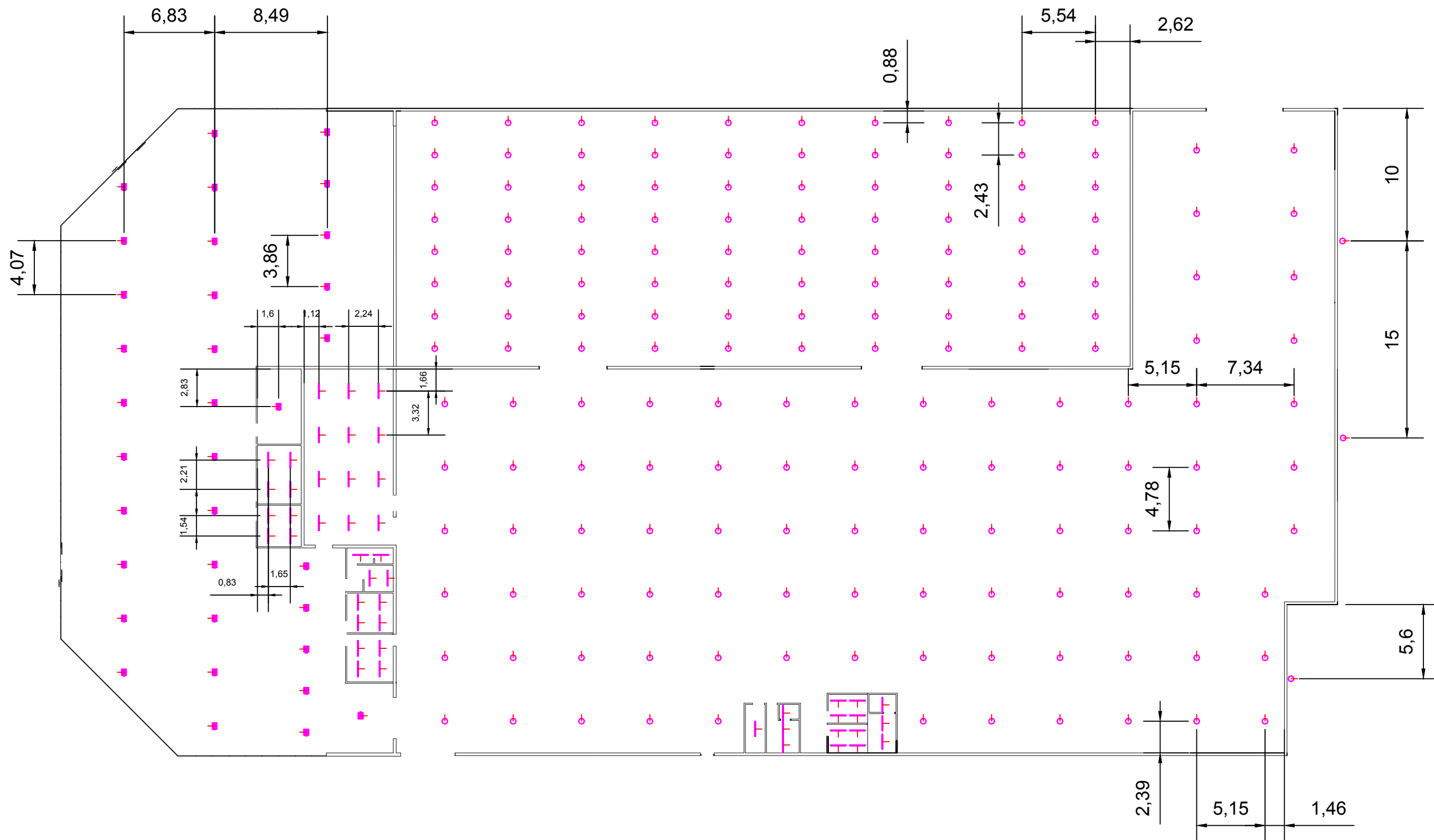
ACCESO DE VEHÍCULOS







CT

C:/ Antonio Gaudí

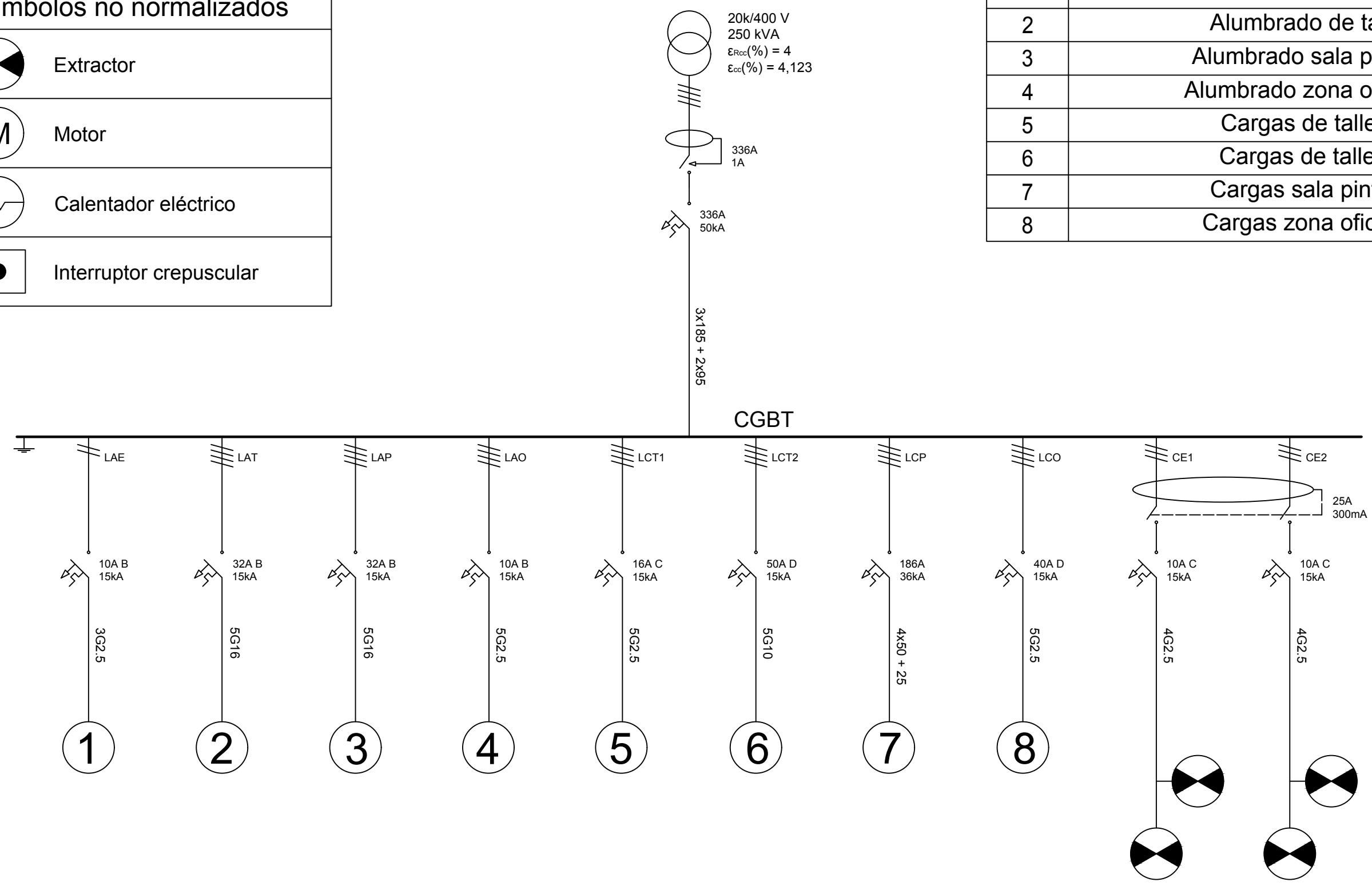
SALIDA DE VEHÍCULOS

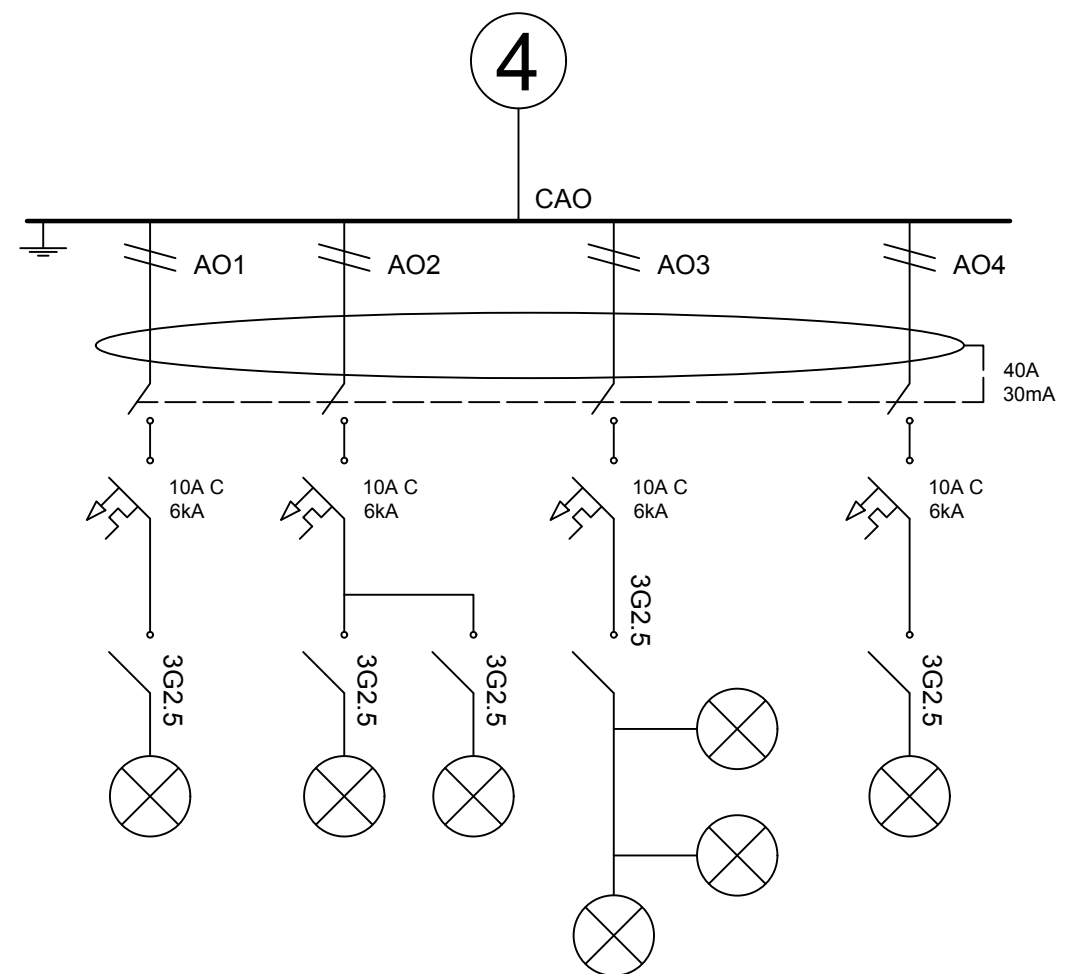
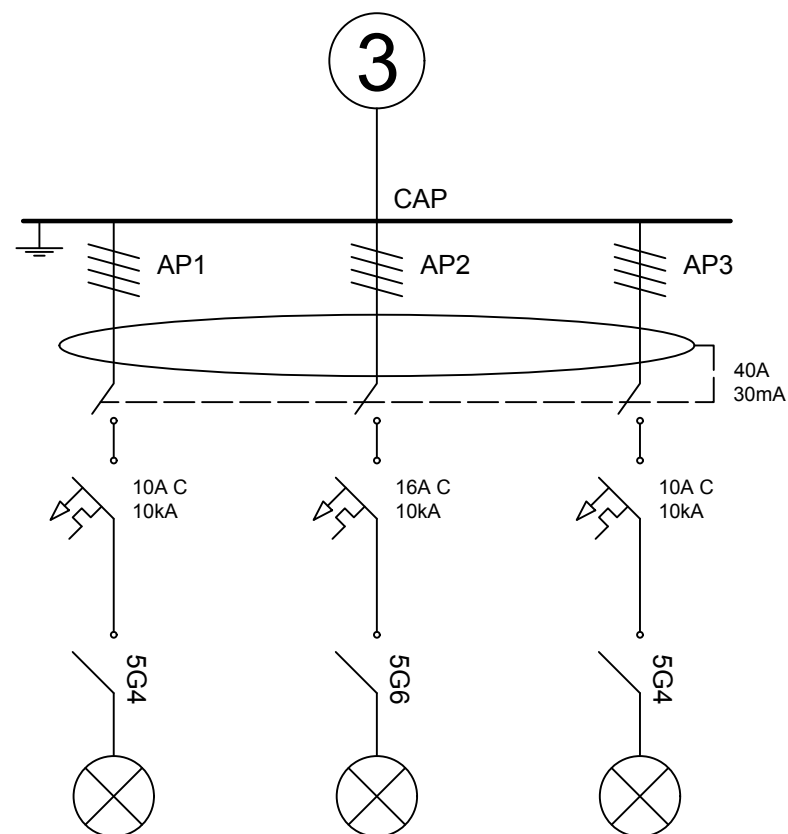
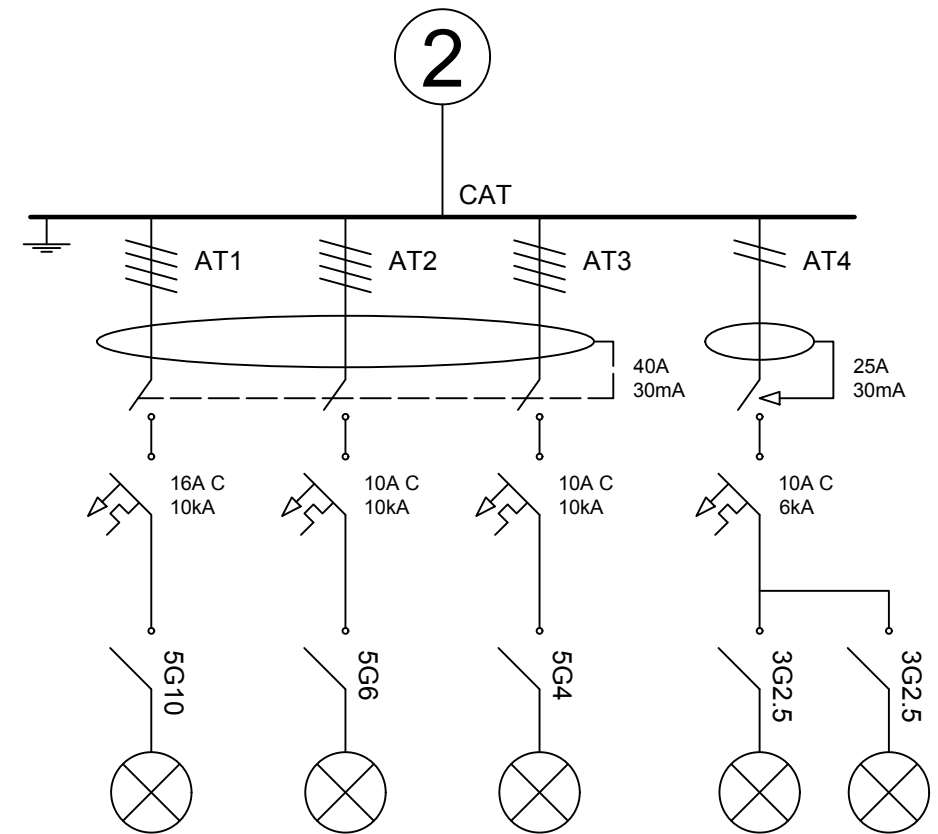
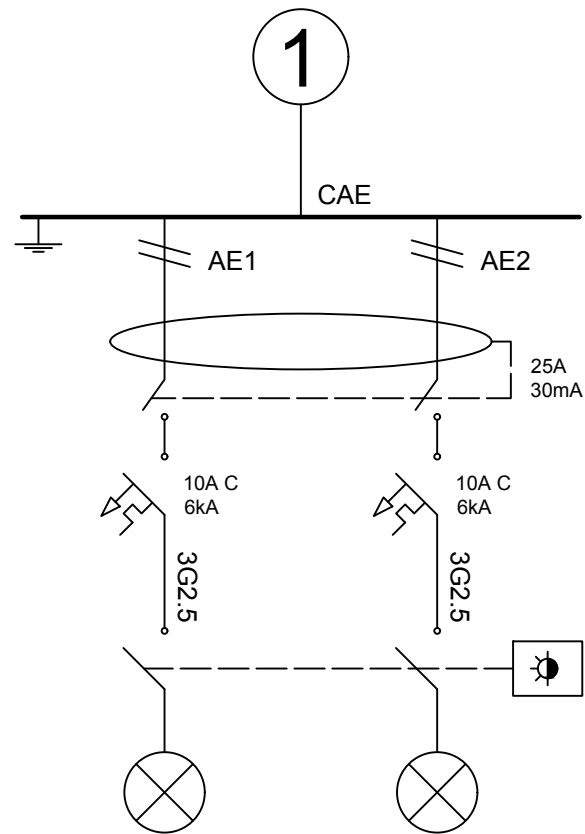


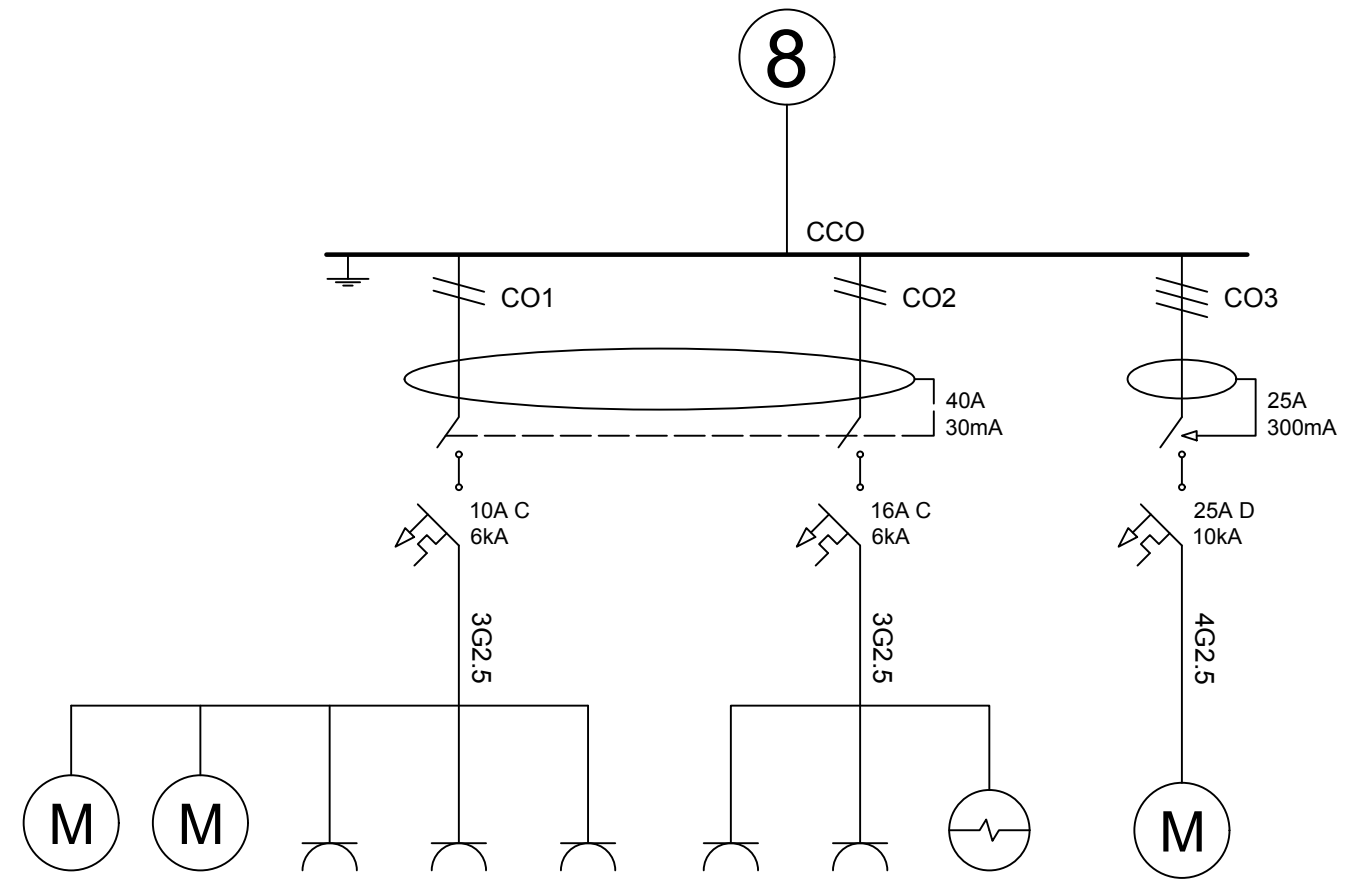
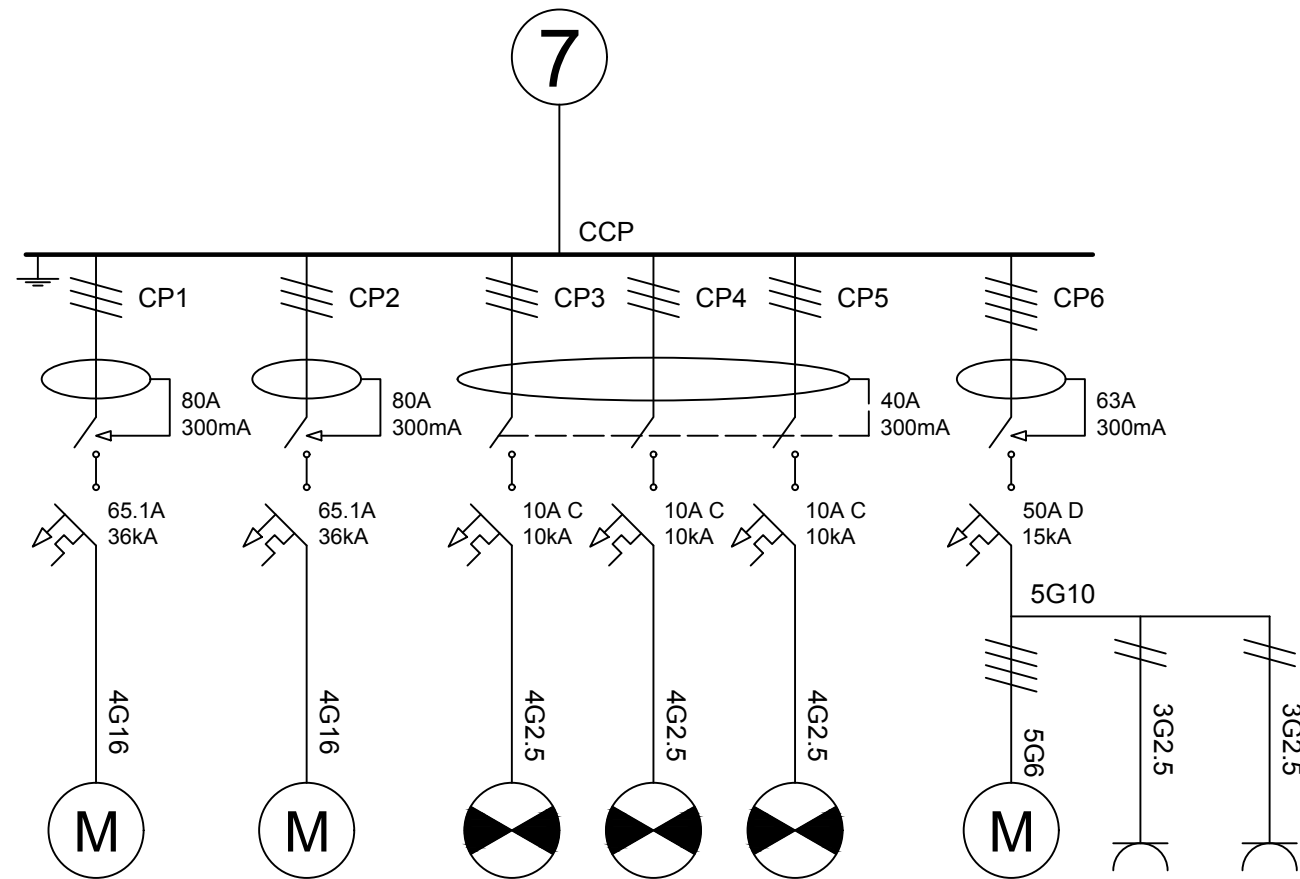
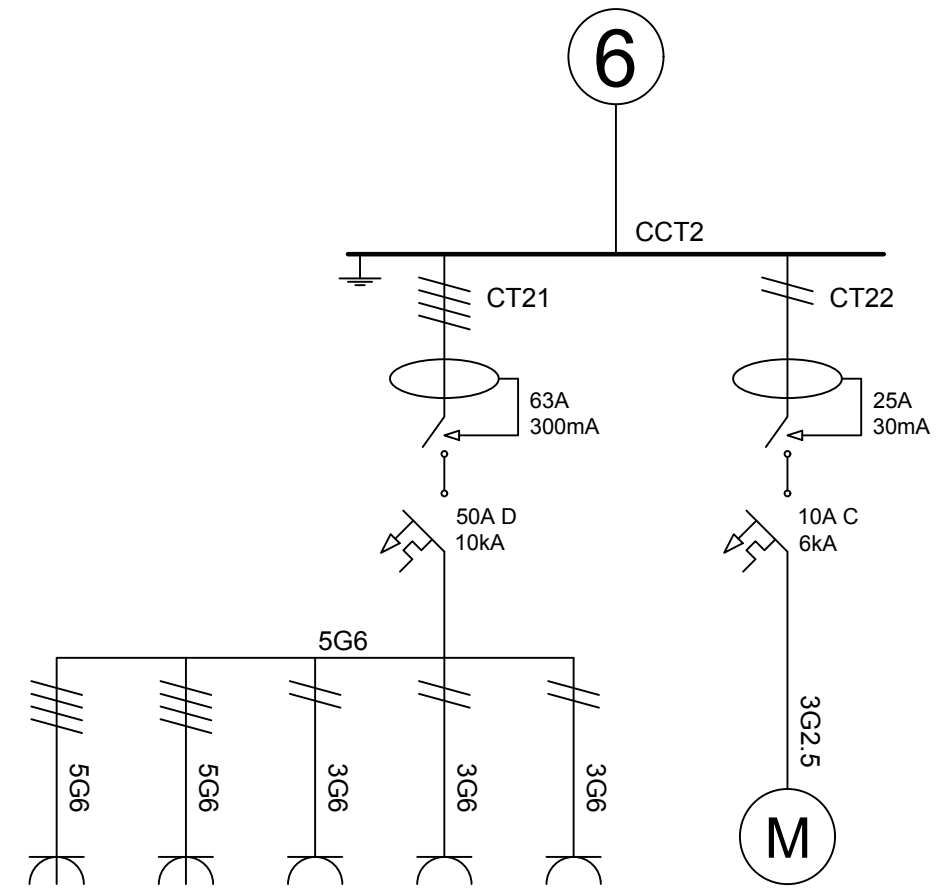
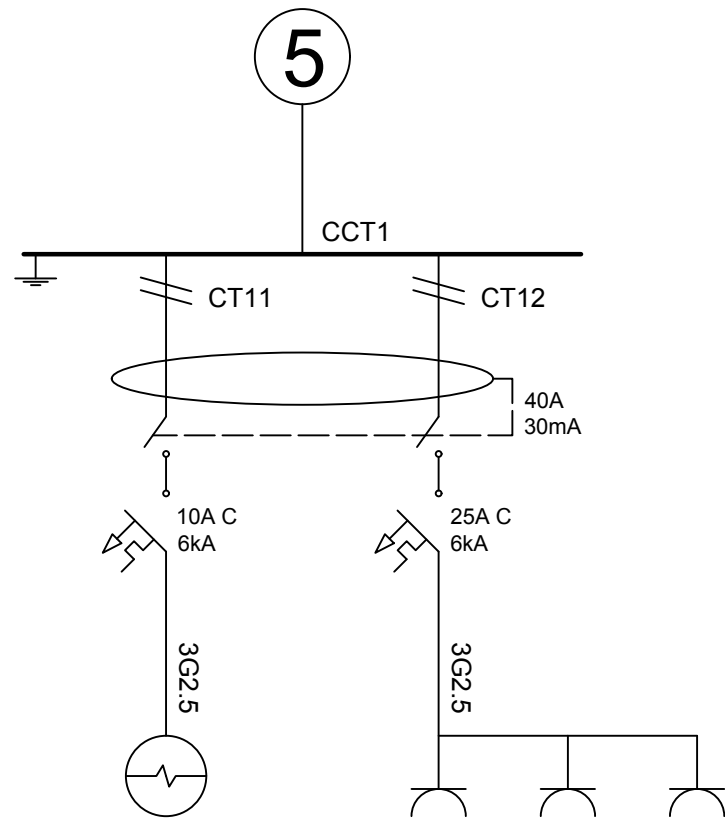
Símbolos no normalizados

	Extractor
	Motor
	Calentador eléctrico
	Interruptor crepuscular

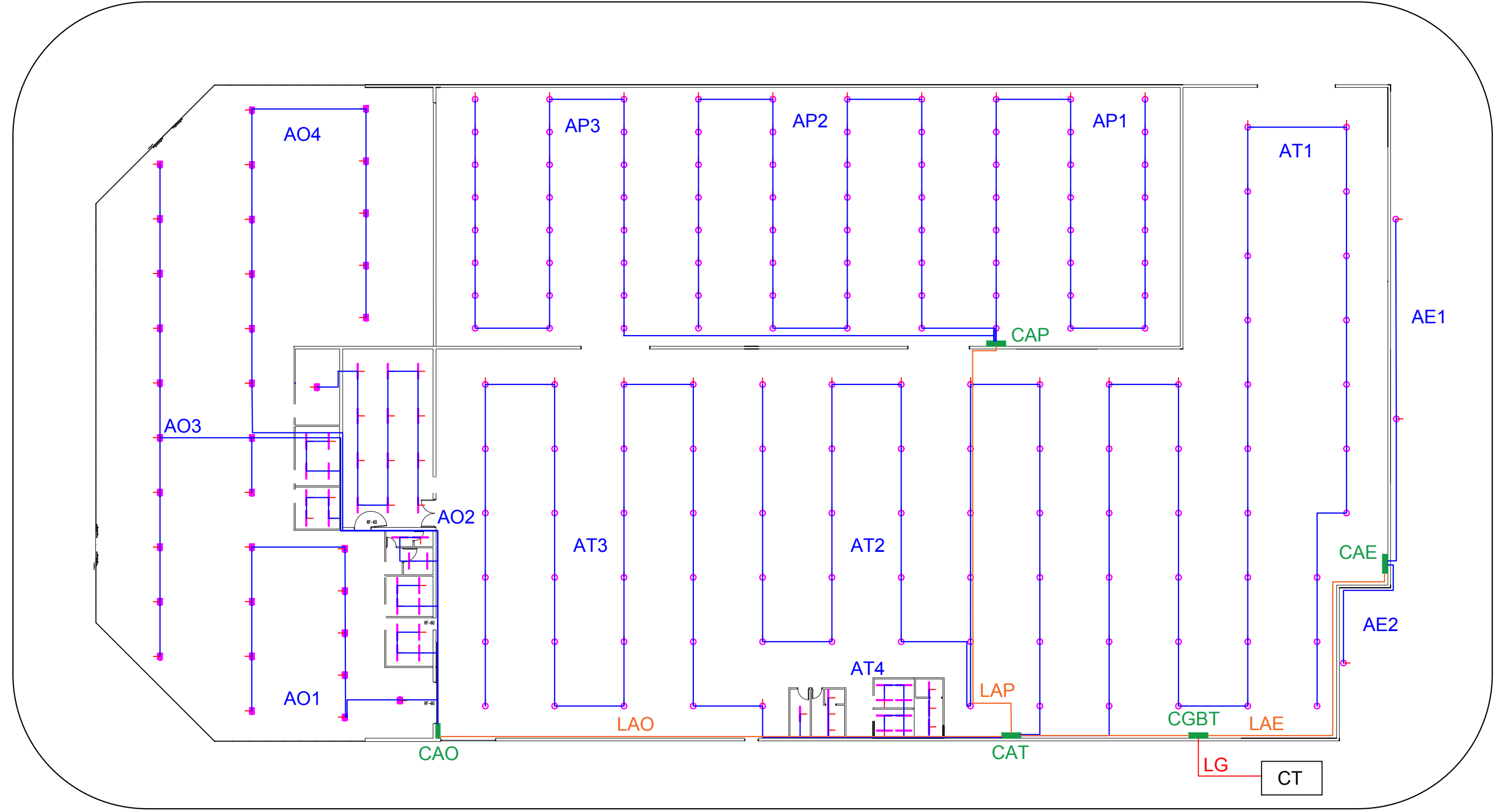
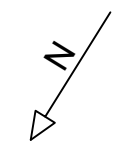
Numeración de líneas	
1	Alumbrado exterior
2	Alumbrado de taller
3	Alumbrado sala pintura
4	Alumbrado zona oficinas
5	Cargas de taller 1
6	Cargas de taller 2
7	Cargas sala pintura
8	Cargas zona oficinas





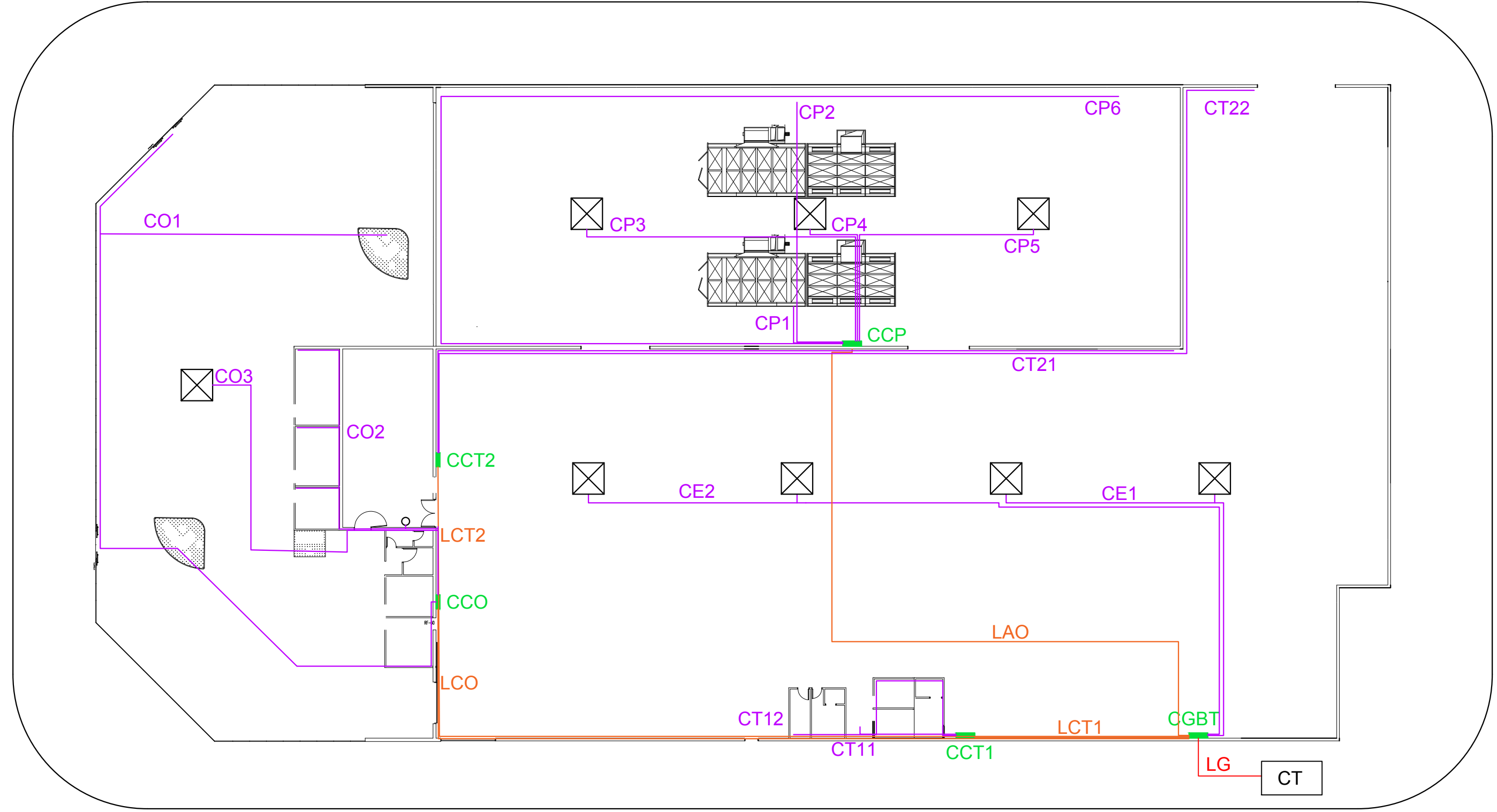
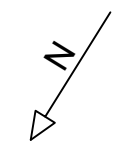


C:/ Guillermo Marconi



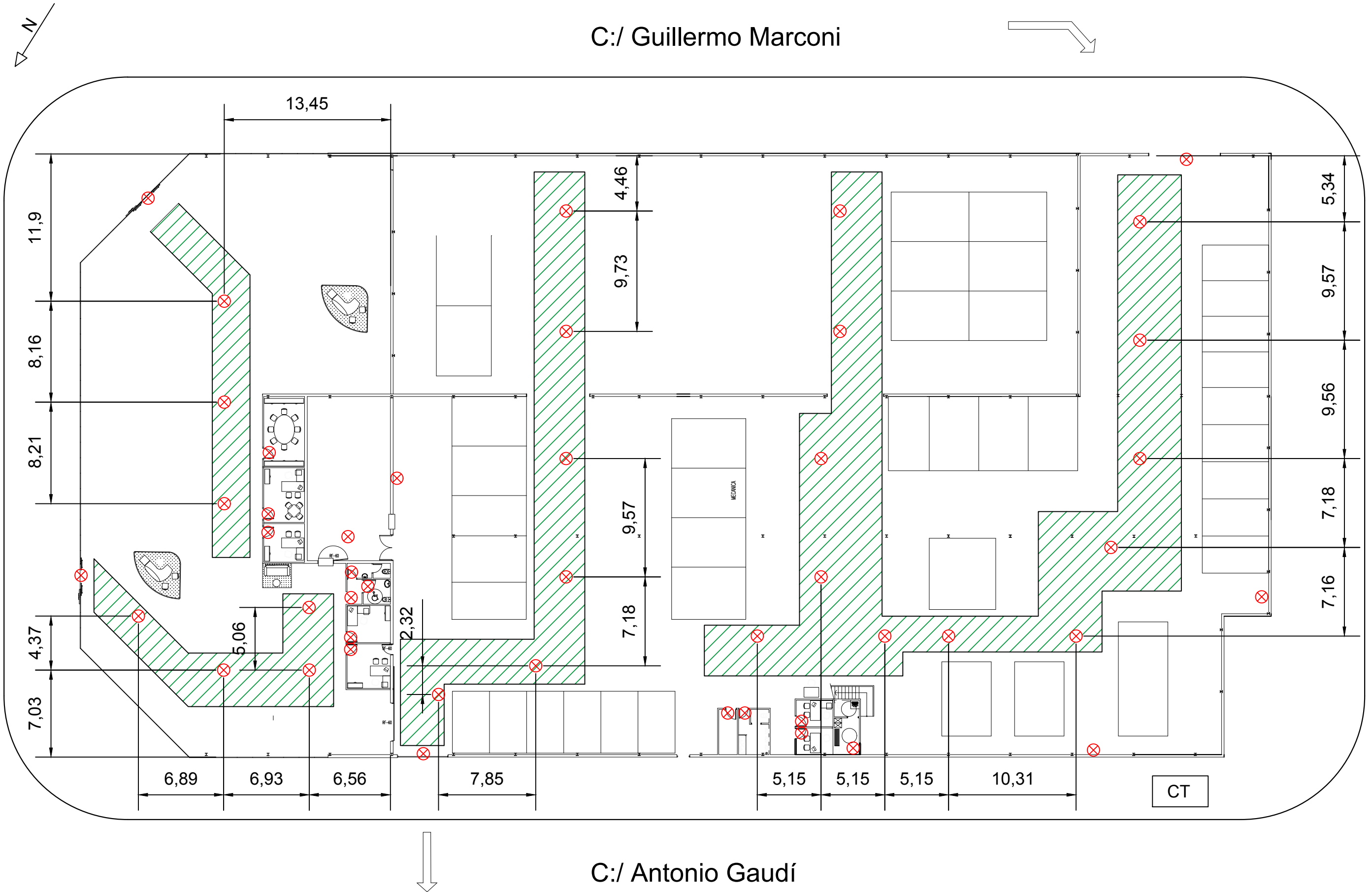
C:/ Antonio Gaudí

C:/ Guillermo Marconi

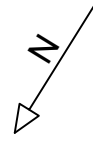


C:/ Antonio Gaudí

C:/ Guillermo Marconi



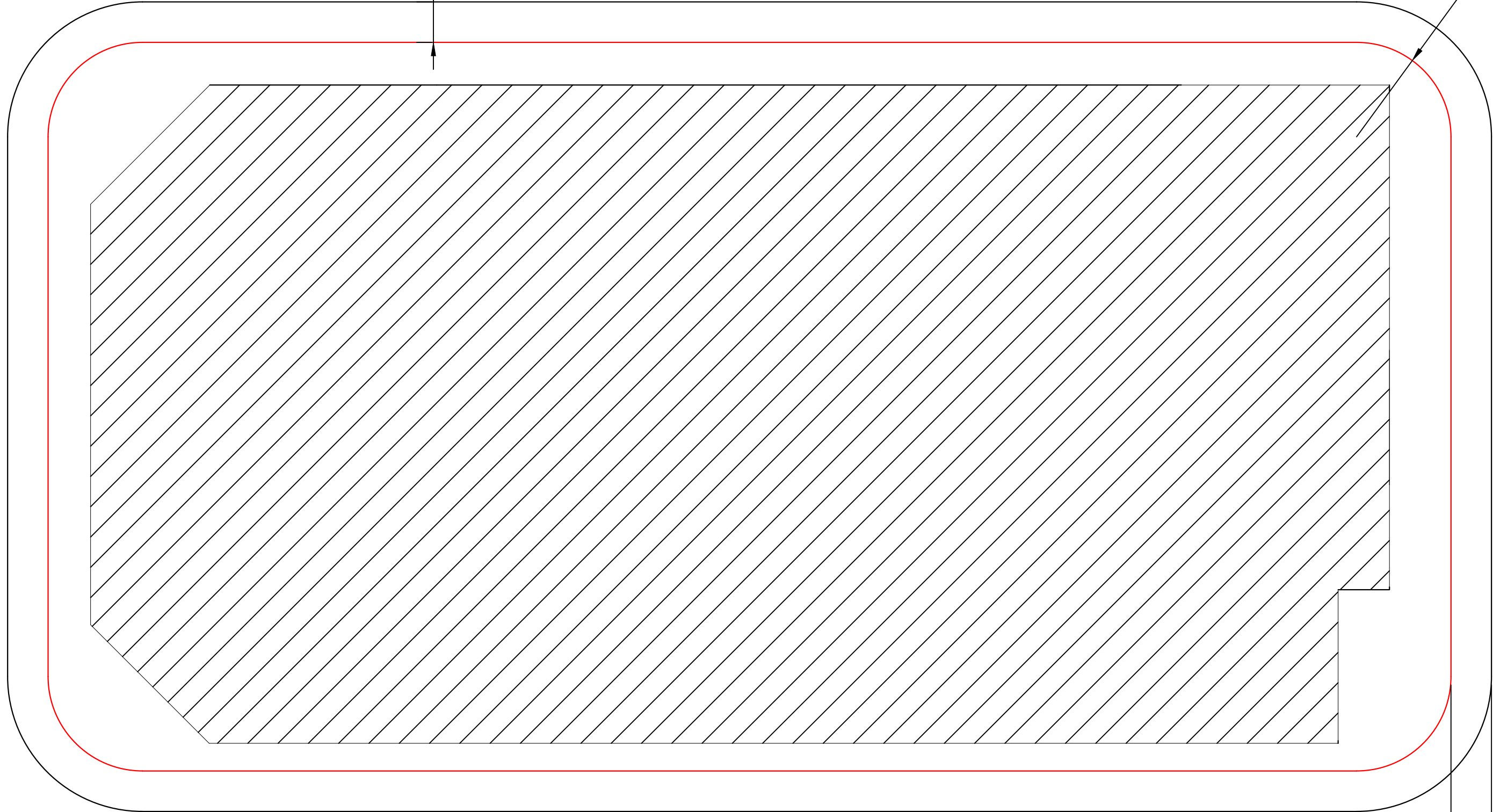
C:/ Antonio Gaudí



3

C:/ Guillermo Marconi

4xR7



 Conductor de puesta a tierra

C:/ Antonio Gaudí

3

TRABAJO FINAL DE GRADO EN INGENIERÍA EN TECNOLOGÍAS INDUSTRIALES



Proyecto: PROYECTO DE INSTALACIÓN ELÉCTRICA DE UN TALLER DE REPARACIÓN DE AUTOMÓVILES SITUADO EN ELCHE

Plano: Puesta a tierra

Autor: Alejandro García Monje

Fecha: Septiembre 2017

Escala: 1:300

Nº Plano:

10