



industriales  
etsii

Escuela Técnica  
Superior  
de Ingeniería  
Industrial

# UNIVERSIDAD POLITÉCNICA DE CARTAGENA

Escuela Técnica Superior de Ingeniería Industrial

## Instalación eléctrica de una nave destinada a un proceso industrial

TRABAJO FIN DE GRADO

GRADO EN INGENIERÍA ELÉCTRICA

**Autor:** Javier Sánchez Ruiz

**Director:** Juan José Portero – Alfredo García Conesa

Cartagena, a 10 de octubre del 2019



Universidad  
Politécnica  
de Cartagena



## Índice General

1	Memoria.....	7
1.1	Motivación y antecedentes.....	7
1.2	Objeto del proyecto .....	7
1.3	Emplazamiento y actividad .....	7
1.4	Descripción de la nave.....	8
1.5	Instalaciones de enlace. ....	9
1.5.1	Previsión de cargas para suministros de baja tensión. ....	9
1.5.2	Instalaciones de enlace. Esquemas .....	9
1.5.3	Acometida. ....	10
1.5.4	Línea general de alimentación .....	10
1.5.5	Caja general de protección.....	11
1.5.6	Derivación individual.....	11
1.6	Descripción de la instalación eléctrica de baja tensión. ....	12
1.6.1	Maquinaria utilizada.....	12
1.6.2	Puntos de recarga.....	13
1.6.3	Cuadros eléctricos .....	14
1.6.4	Contratación de potencia.....	21
1.7	Protecciones.....	21
1.7.1	Sistemas de conexión del neutro y de las masas en redes de distribución de energía eléctrica. 21	
1.7.2	Instalación de puesta a tierra.....	22
1.7.3	Protección frente a contactos directos e indirectos. ....	22
1.7.4	Conductores .....	24
1.7.5	Protección frente a sobreintensidades. ....	28
1.7.6	Protección frente a sobrecargas .....	28
1.7.7	Protección frente a cortocircuitos.....	29
1.7.8	Protección frente a sobretensiones. ....	30
1.7.9	Protección de los puntos de recarga.....	32
1.8	Alumbrado.....	32
1.8.1	Alumbrado interior.....	32
1.8.2	Iluminación exterior .....	48
1.8.3	Iluminación de emergencia .....	49
1.8.4	Sistema de control de iluminación.....	51
1.9	Compensación de la energía reactiva. ....	52
1.9.1	Variadores de frecuencia. ....	52

1.9.2	Batería de condensadores.....	53
1.10	Conclusión.....	54
2	Anexos.....	55
2.1	Cálculos.....	55
2.1.1	Intensidad que atraviesa los conductores.....	56
2.1.2	Intensidad máxima admisible.....	58
2.1.3	Cálculos de caída de tensión.....	59
2.2	Cálculo de las protecciones.....	61
2.2.1	Protección magnetotérmica.....	61
2.2.2	Protección diferencial.....	62
2.3	Compensación de reactiva.....	62
3	Planos.....	65
3.1	Plano planta baja.....	66
3.2	Primera planta.....	67
3.3	Maquinaria.....	68
3.4	Vías de evacuación.....	69
3.5	Vías de evacuación. Primera planta.....	70
3.6	Cuadro eléctrico completo.....	71
3.7	Cuadros 1 y 2.....	72
3.8	Cuadro exterior y cuadro de oficinas.....	73
3.9	Cuadro auxiliar y cuadro general.....	74
4	Pliego de condiciones.....	75
4.1	Condiciones facultativas.....	75
4.1.1	Técnico director de obra.....	75
4.1.2	Constructor o instalador.....	75
4.1.3	Verificación de los documentos del proyecto.....	76
4.1.4	Plan de seguridad y salud.....	76
4.1.5	Presencia del constructor o instalador en la obra.....	76
4.1.6	Trabajos no estipulados expresamente.....	76
4.1.7	Interpretaciones, aclaraciones y modificaciones de los documentos del proyecto.....	77
4.1.8	Reclamaciones contra las órdenes de la dirección facultativa.....	77
4.1.9	Faltas de personal.....	77
4.1.10	Caminos y accesos.....	78
4.1.11	Replanteo.....	78
4.1.12	Comienzo de la obra. Ritmo de ejecución de los trabajos.....	78
4.1.13	Orden de los trabajos.....	78

4.1.14	Facilidades para otros contratistas.....	78
4.1.15	Ampliación del proyecto por causas imprevistas o de fuerza mayor.....	79
4.1.16	Prórroga por causa de fuerza mayor.....	79
4.1.17	Responsabilidad de la dirección facultativa en el retraso de la obra.....	79
4.1.18	Condiciones generales de ejecución de los trabajos.....	79
4.1.19	Obras ocultas.....	79
4.1.20	Trabajos defectuosos.....	79
4.1.21	Vicios ocultos.....	80
4.1.22	De los materiales y los aparatos. Su procedencia.....	80
4.1.23	Materiales no utilizables.....	80
4.1.24	Gastos ocasionados por pruebas y ensayos.....	80
4.1.25	Limpieza de las obras.....	81
4.1.26	Documentación final de la obra.....	81
4.1.27	Plazo de garantía.....	81
4.1.28	Conservación de las obras recibidas provisionalmente.....	81
4.1.29	De la recepción definitiva.....	81
4.1.30	Prórroga del plazo de garantía.....	81
4.1.31	De las recepciones de trabajos cuya contrata haya sido rescindida.....	82
4.2	Condiciones económicas.....	82
4.2.1	Composición de los precios unitarios.....	82
4.2.2	Precio de contrata. Importe de contrata.....	83
4.2.3	Reclamaciones de aumento de precios por causas diversas.....	83
4.2.4	De la revisión de los precios contratados.....	83
4.2.5	Acopio de materiales.....	83
4.2.6	Responsabilidad del constructor o instalador en el bajo rendimiento de los trabajadores.	83
4.2.7	Relaciones valoradas y certificaciones.....	84
4.2.8	Mejoras de obras libremente ejecutadas.....	85
4.2.9	Abono de trabajos presupuestados con partida alzada.....	85
4.2.10	Pagos.....	85
4.2.11	Importe de la indemnización por retraso no justificado en el plazo de terminación de las obras.	85
4.2.12	Demora de los pagos.....	86
4.2.13	Mejoras y aumentos de obra. Casos contrarios.....	86
4.2.14	Unidades de obra defectuosas pero aceptables.....	86
4.2.15	Seguro de las obras.....	86

4.2.16	Conservación de la obra.....	87
4.2.17	Uso por el contratista del edificio o bienes del propietario. ....	87
4.3	Condiciones Técnicas para la ejecución y montaje de instalaciones eléctricas en baja tensión	88
4.3.1	Condiciones generales.....	88
4.3.2	Canalizaciones eléctricas.....	88
4.3.3	Conductores .....	93
4.3.4	Cajas de empalme. ....	95
4.3.5	Mecanismos y tomas de corriente.....	95
4.3.6	Aparamenta de mando y protección .....	96
4.3.7	Receptores de alumbrado.....	100
4.3.8	Receptores a motor.....	100
4.3.9	Puestas a tierra.....	103
4.3.10	Inspecciones y pruebas de fábrica.....	103
4.3.11	Control. ....	104
4.3.12	Seguridad .....	104
4.3.13	Limpieza .....	105
4.3.14	Mantenimiento.....	105
4.3.15	Criterios de medición.....	105
5	Mediciones y presupuesto .....	107
5.1	Interruptores Magnetotérmicos .....	107
5.2	Fusibles.....	107
5.3	Interruptores diferenciales .....	108
5.4	Limitador de sobretensiones transitorias .....	108
5.5	Limitador de sobretensiones permanentes .....	108
5.6	Conductores .....	109
5.7	Canalizaciones .....	109
5.8	Puesta a tierra .....	110
5.9	Compensación de reactiva .....	110
5.10	Otros.....	110
5.11	Iluminación.....	111
5.12	Armarios eléctricos.....	111
5.13	Maquinaria .....	111
5.14	Total.....	112

# 1 MEMORIA

## 1.1 MOTIVACIÓN Y ANTECEDENTES

El presente proyecto se titula “Instalación eléctrica de un taller y concesionario” se encuentra en el ámbito académico, pues es trabajo de final de estudios del auto Javier Sánchez Ruiz. El alumno deberá mostrar que ha adquirido los conocimientos, capacidades y aptitudes previstas en el plan de estudios de la titulación del grado de ingeniería industrial eléctrica.

Se ha optado por realizar como trabajo final de estudios, un proyecto desarrollado en el departamento de ingeniería eléctrica y electrónica, dirigido por Juan José Portero y Alfredo García Conesa.

Los motivos de elección del presente proyecto son que, aunque abarca un tema bastante general y ampliamente estudiado, cumple con la premisa de preparar al alumno para lo que se pueda encontrar fuera de la universidad, al tener que condensar en un mismo sitio, todos los conocimientos estudiados.

EL diseño de una instalación eléctrica como tal es un proyecto muy básico, y podría parecer excesivamente simple, pero no está exento de constantes innovaciones y nuevos propósitos. La creciente preocupación por el ahorro energético, la seguridad, la estética (sobre todo en la zona de cara al público) han hecho que las instalaciones vayan evolucionando con sus pros y sus contras, trayendo elementos como las luminarias con tecnología LED, los variadores de frecuencia o los puntos de recarga.

Es por ello, que el presente proyecto se abarca desde la perspectiva de buscar la manera más eficiente, económica y vistosa de plantear la instalación.

## 1.2 OBJETO DEL PROYECTO

El objeto del presente proyecto es el diseño de todos los elementos que conforman la instalación eléctrica de baja tensión del edificio industrial, desde la salida del centro de transformación hasta el diseño de todos los elementos necesarios para la puesta en marcha de cada uno de los locales presentes en el edificio.

Por tanto, se han desarrollado los siguientes puntos:

1. Instalación de enlace.
2. Instalaciones interiores.
3. Instalación del alumbrado interior.
4. Instalación del alumbrado exterior.
5. Protecciones
6. Compensación de energía reactiva.

## 1.3 EMPLAZAMIENTO Y ACTIVIDAD

La nave no tiene una localización específica, dada la naturaleza ficticia del proyecto, por lo que se escogerá un emplazamiento sencillo, en el polígono industrial “Cabezo Beaza”. Se ha supuesto que la parcela en que se sitúe tenga unas dimensiones de más de 71x41 metros

La elección se ha hecho teniendo en cuenta diversos factores. En primer lugar, que es un polígono muy casi integrado en la ciudad, por lo que es ideal para la nave que buscamos, la combinación de mucho espacio para taller, y zona amplia para concesionario.

Otro factor importante es la gran comunicación que presenta, no solo a nivel nacional, con la autovía a escasos metros, sino también con el puerto comercial de escombreras, y la futura implementación del corredor del mediterráneo.

Por último, es un lugar plenamente operativo, pleno acceso a luz, agua y demás necesidades habituales.



Imagen 1-1

## 1.4 DESCRIPCIÓN DE LA NAVE.

El edificio consta de 3 zonas claramente diferenciadas.

- Un edificio de dos plantas en la parte formal, aquí estará el escaparate en la planta baja y una oficina en la planta superior. Estará construido como un edificio normal, lleno de cristaleras.
- Una nave, donde se realizará el grueso del trabajo. Tendrá 3 puertas, dos de ellas al exterior, una a la vía pública y la otra al la zona exterior, la tercera conectará el taller con el escaparate. Dentro de esta es donde se encontrarán toda la maquinaria de trabajo, así como casi todos los cuadros eléctricos.
- Una zona exterior techada que se utilizará como parking para coches en los que se esté trabajando, y tres habitaciones para las operaciones de chapa y pintura.

Zona	Longitud
Longitud	40.39 m
Anchura	70.40 m
Altura de la nave	7.2 m
Altura del escaparate	4.0 m
Altura primer piso	3.0 m

Tabla 1-1

Zona	Superficie útil
Oficinas	534.34 m <sup>2</sup>
Escaparate	679.47 m <sup>2</sup>
Taller	1046.80 m <sup>2</sup>
Zona exterior	722.20 m <sup>2</sup>
Superficie total	2982.01 m <sup>2</sup>

Tabla 1-2

## 1.5 INSTALACIONES DE ENLACE.

El diseño de las instalaciones de enlace comprende los siguientes elementos.

### 1.5.1 Previsión de cargas para suministros de baja tensión.

Se realiza según la ITC-BT-10, y de acuerdo con ésta, consiste en establecer la previsión de cargas para baja tensión (BT) de forma que se garantice una correcta conexión y prevención de la instalación ante modificaciones en caso de aumento de la potencia demandada. Para calcular este valor, la norma dicta que se calcularán 100W por cada metro cuadrado por planta para locales comerciales o de oficinas, que es donde encuadramos nuestra nave, ya que, pese a estar situada en un polígono industrial, no se considera industria pesada.

En nuestro caso, la superficie son 2982 m<sup>2</sup> lo que corresponde al 298 kW

### 1.5.2 Instalaciones de enlace. Esquemas

Según la ITC-BT-12 se trata de las instalaciones que unen la caja general de protección con las instalaciones interiores. Esto significa que estas instalaciones comienzan en el final de la acometida, motivo por el cual no se han diseñado, debido a que la instalación eléctrica de baja tensión comienza en la salida del transformador.

### 1.5.3 Acometida.

La acometida se define como la parte de la instalación de enlace comprendida entre la red de distribución pública y la caja de general de protección del edificio, siguiendo la ITC-BT-11. Como en nuestro caso, estamos en un polígono industrial, se realizará de forma subterránea. Aunque la instalación no precisa tanta energía, el dimensionado se hará de acuerdo al punto 1.5.1, se dimensionará para 300 kW. Como la instalación se va a hacer subterránea, bajo tubo, se nos remite a la ITC-BT-7.

- Longitud: 30
- Conductor: Aluminio.
- N.º de tubos: 2.
- Diámetro del tubo: 225 mm
- N.º de conductores: 4/tubo
- Nivel de aislamiento: 0.6/1 kV - XLPE
- Sección de los conductores: 240 mm<sup>2</sup>

Siguiendo la siguiente instalación

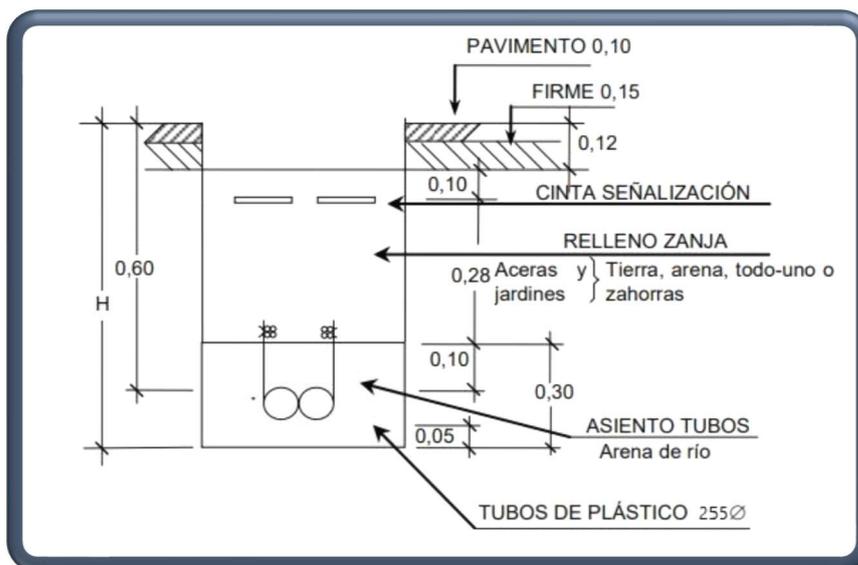


Imagen 1-2

### 1.5.4 Línea general de alimentación

No hay, las instalaciones de enlace para un único usuario, según la ITC-BT-14, no tienen LGA si están alimentados por una CPM.

### 1.5.5 Caja general de protección.

Esta se define según la ITC-BT-13 como la caja que aloja los elementos de las líneas generales de protección. Sin embargo, como se trata de una instalación de un único usuario, se pondrá el llamado "Caja de protección y medida" (CPM), que aunaré en un único lugar, la caja general de protección y el equipo de medida. Se instalará en la pared exterior, a un lado de la puerta.

Las cajas deben seguir la norma UNE-EN 60439-1, tendrán grado de inflamabilidad según la UNE-EN 60439-3, Y tendrán un grado de protección IP 43 según la norma UNE 20324 e IK 09 según la UNE-EN 50102 y serán precintables.

### 1.5.6 Derivación individual

Es la conexión entre los contadores y la instalación, según dicta la ITC-BT-15

- Longitud: 5
- Conductor: Cobre.
- N.º de tubos: 2.
- Diámetro del tubo: 160 mm
- N.º de conductores: 5/tubo
- Nivel de aislamiento: 0.6/1 kV – XLPE – RZ1
- Resistencia al fuego: No propagador de incendios y opacidad reducida.
- Sección de los conductores: 240 mm<sup>2</sup>
- Sección del conductor de tierra: 95 mm<sup>2</sup>

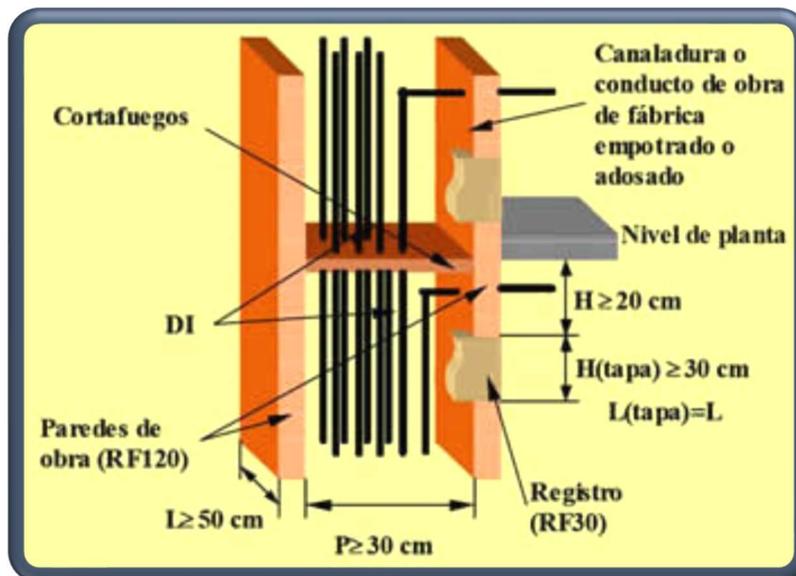


Imagen 1-3

## 1.6 DESCRIPCIÓN DE LA INSTALACIÓN ELÉCTRICA DE BAJA TENSIÓN.

El edificio está alimentado directamente de la red, por lo que la demanda de energía tendrá las siguientes características:

- Corriente trifásica.
- Frecuencia de 50 Hz
- Tensión de fase: 400 [V]
- Tensión de línea: 230 [V]

### 1.6.1 Maquinaria utilizada

Para la realización de la instalación eléctrica de BT, se ha partido de los datos de los receptores eléctricos y su potencia demandada, proporcionados por los fabricantes.

Elemento	Cantidad	Potencia	Tensión
Alineadora de dirección	1	500 W	220 V
Compresor de aire	1	5.5 kW	220 V
Desmontadora de ruedas	1	1.1 kW	220 V
Elevador 2 columnas	2	2.2 kW	380 V
Elevador 4 Columnas	2	2.2 kW	380 V
Equilibradora de ruedas	1	90 W	220 V
Lavadora de piezas	1	8kW	380 V
Máquina pre-ITV	1	15.2 kW	380 V
Plano aspirante	1	4 kW	380 V
Punto de recarga	1	11 kW	380 V
Punto de recarga	1	3.7 kW	220 V
Taladro de pared	1	1.5 kW	220 V

Tabla 1-3. Receptores de forma motriz presentes en la instalación industrial

### 1.6.2 Puntos de recarga.

Nuestra instalación consta de dos puntos de recarga, los cuales están regulados en la ITC-BT-52, que encuadra los puntos de recarga en aparcamientos o estacionamientos de flotas privadas.

La estación de recarga es el conjunto de elementos necesarios para efectuar la conexión del vehículo eléctrico a la instalación eléctrica fija necesaria para su recarga. Las estaciones de recarga de la instalación se encuadran como puntos de recarga tipo SAVE (Sistema de Alimentación específico del Vehículo Eléctrico). La otra opción sería que los coches conectasen directamente a una base de enchufe, pero la instalación cuenta con cargadores especializados.

A raíz de esto, el método de recarga es el método 3, el cual se define como conexión directa del vehículo eléctrico a la red mediante un dispositivo SAVE, donde la función del control piloto se amplía al sistema de control del SAVE, estando este conectado permanentemente a la instalación fija.

Por tanto, aunque la instalación necesite de protecciones especializadas, estas irán dentro del propio SAVE, aunque este irá protegido como una carga más, con magnetotérmico y diferencial, además de llevar protección frente a sobretensiones transitorias.

Modelo	Potencia	Tensión de alimentación	Cantidad
<b>EVH2S11P04K – EVlink Wallbox 11kW T2 Shutter</b>	11 kW	400 V	1
<b>EVH2S3P02K – EVlink Wallbox 3.7kW T2</b>	3.7 kW	230 V	1

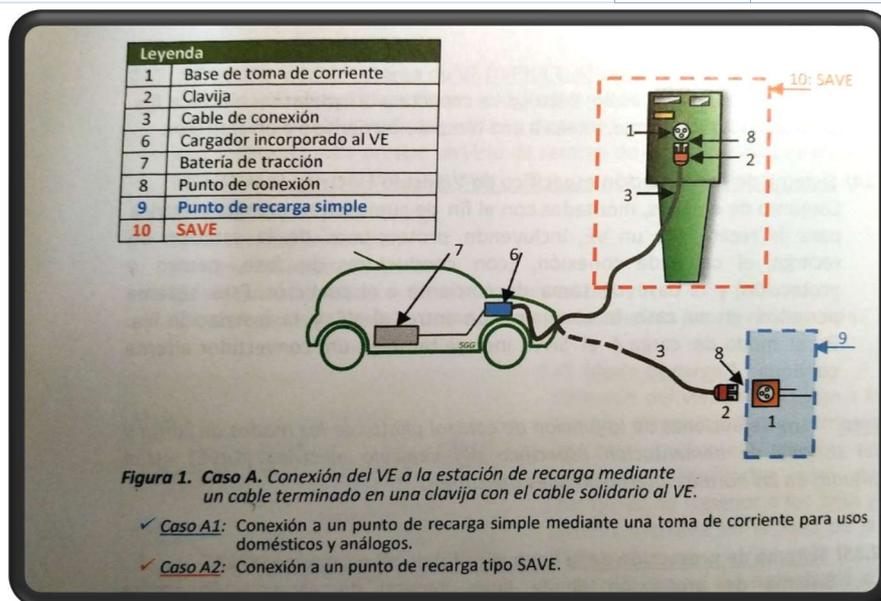


Imagen 1-4

El hecho de seleccionar dos tipos de cargador diferentes es simplemente porque consideramos que el concesionario tiene que ofrecer también la demostración del uso del punto de recarga, por lo que una de las estaciones sería ejemplo de una instalación de una vivienda unifamiliar, mientras que el otro serviría de ejemplo para un bloque de viviendas o para un parking de una oficina.

### 1.6.3 Cuadros eléctricos

EL número de cuadros se ha decidido de forma que la instalación eléctrica sea lo más flexible posible, para actuar de la forma más eficaz posible, pero sin caer en el encarecimiento innecesario de la instalación.

En primer lugar, tenemos el cuadro principal, que es el que recibe la energía directamente de la red. Al recibir tal cantidad de energía, se recomienda que se sitúe cerca del transformador, y en nuestro caso, lo pondremos lo más cercano a la puerta. Junto a este, se pondrá uno auxiliar, que controlará la iluminación del taller y del escaparate, así como los puntos de recarga.

Dos cuadros se destinarán a los puestos de trabajo, uno estará con los dos elevadores de dos columnas y la línea pre-itv, y otro de los otros dos elevadores de cuatro columnas y maquinas pequeñas.

Estos dos cuadros contarán con una línea de tomas de corriente propia, debido a que la maquinaria que se use de forma puntual, podría exceder la potencia máxima soportada por una sola línea, así que de esta manera, está más repartido.

El cuadro exterior se situará cerca de la puerta de salida, y dará energía a las salas de chapa y pintura y a la iluminación exterior. Este contará con dos líneas de tomas de corriente, uno para las salas de chapa, y otra para la sala de pintura y la zona exterior y los baños.

EL último cuadro será el de las oficinas, situado cerca de la puerta de la entrada.

Los cuadros a instalar se escogen en función de los dispositivos que protegen cada línea que sale del cuadro, teniendo en cuenta que un dispositivo tetrapolar requiere un espacio de 4 módulos y que los bipolares requieren 2 módulo, y cada polo tiene 18mm. En función de estos requerimientos de espacio, se escoge el cuadro secundario, teniendo en cuenta que se deja un margen superior del 25% del espacio total demandado para posibles cambios. Así pues, los cuadros seleccionados son:

Cuadro	Modelo	Alto (mm)	Ancho (mm)	Profundidad (mm)	Nº de módulos
<b>Cuadro principal</b>	Prisma pack 08003	640	555	157	3x24
<b>Subcuadro 1</b>	Prisma pack 08002	480	555	157	2x24
<b>Subcuadro 2</b>	Prisma pack 08002	480	555	157	2x24
<b>Subcuadro exterior</b>	Prisma pack 08002	480	555	157	2x24
<b>Subcuadro de oficinas</b>	Prisma pack 08002	480	555	157	2x24
<b>Cuadro auxiliar</b>	Prisma pack 08002	480	555	157	2x24

Tabla 1-3

1.6.3.1 Cuadro principal.

Línea	Elemento	Potencia de cálculo	Potencia instalada	Intensidad de cálculo	Fase
1	Al Cuadro 1	17,285	23,05	27,72	Trifásica
2	Al Cuadro 2	8,380	11,19	15,13	Trifásica
3	Al cuadro exterior	25,368	24,37	45,77	Trifásica
4	Al cuadro de oficinas	22,370	20,37	40,36	Trifásica
5	Al cuadro auxiliar	22,007	22,007	52,88	Trifásica
6	Al banco de condensadores	-	-	-	Trifásica

Tabla 1-4

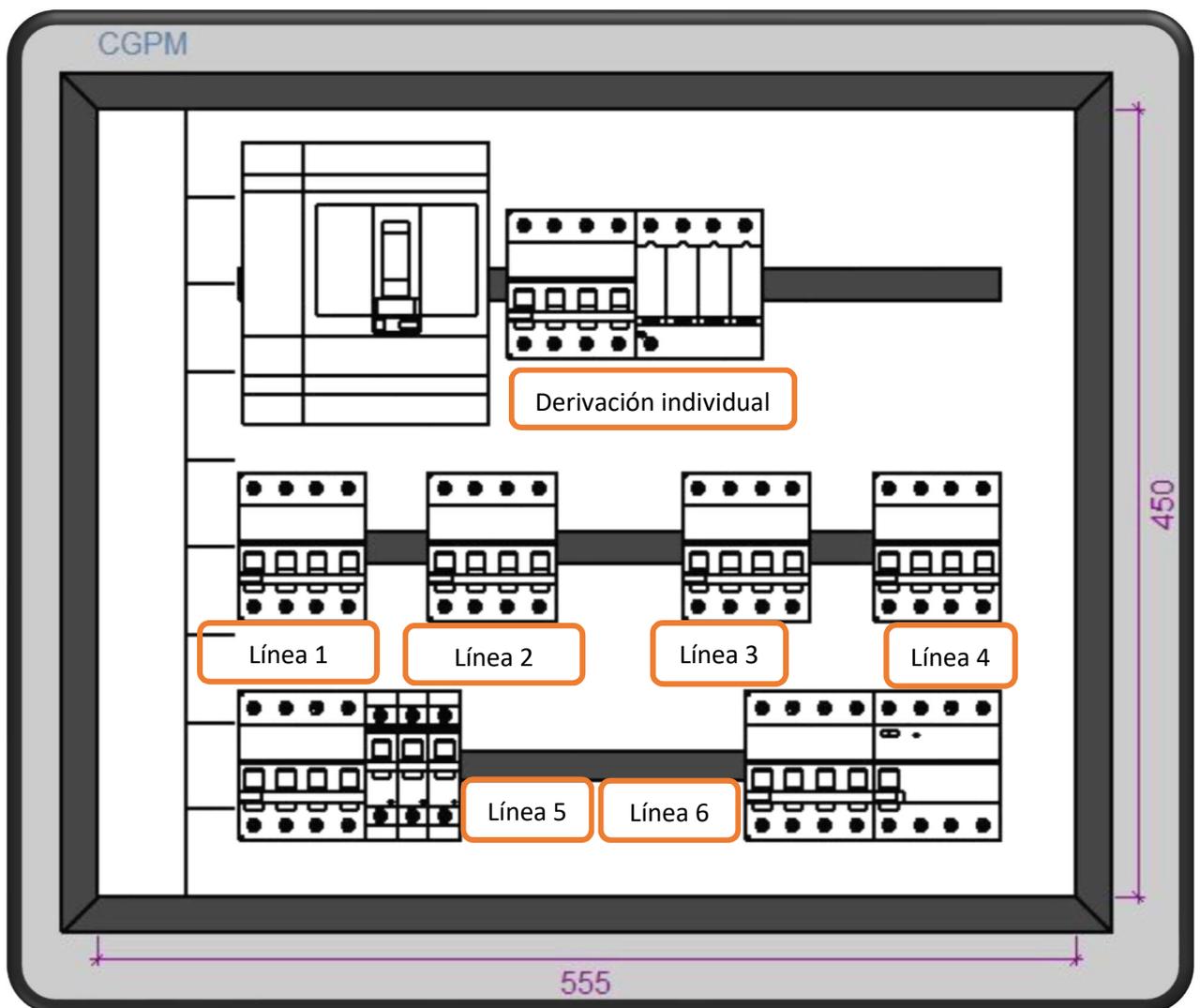


Imagen 1-5

En la línea que viene de la derivación individual, tiene un dispositivo compact, que hace de automático y diferencial conjunto, y el elemento que tiene a la derecha es el limitador de sobretensiones transitorias.

1.6.3.2 Cuadro 1

Línea	Elemento	Potencia de cálculo	Potencia instalada	Intensidad de cálculo	Fase
1.1	Al elevador de 2 Columnas	2,75	2,2	4,41	Trifásica
1.2	Al elevador de 2 Columnas	2,75	2,2	4,41	Trifásica
1.3	A línea Pre-ITV	16,35	15,2	27,44	Trifásica
1.4	A tomas de corriente	3,45	3,45	17,37	Fase R

Tabla 1-5

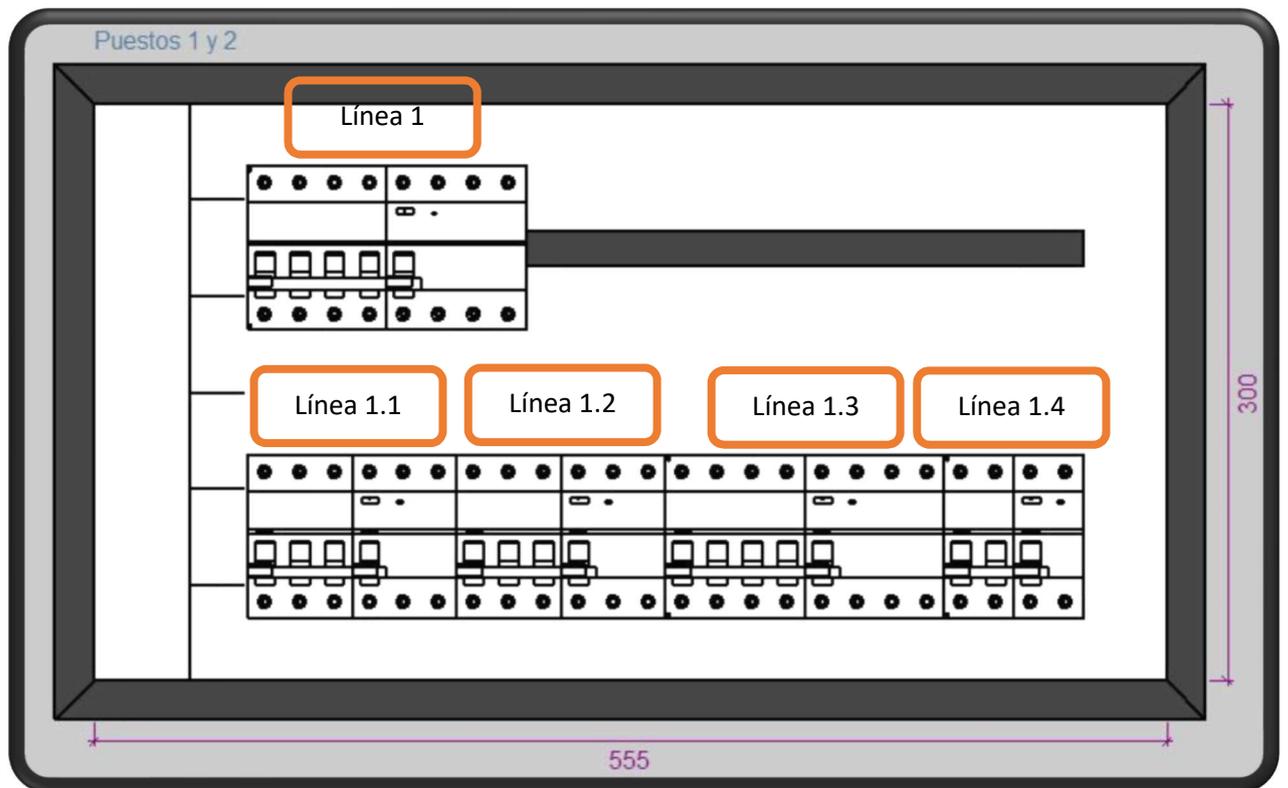


Imagen 1-6

1.6.3.3 Cuadro 2

Línea	Elemento	Potencia de cálculo	Potencia instalada	Intensidad de cálculo	Fase
2.1	Al elevador de 2 Columnas	2,75	2,2	4,41	Trifásica
2.2	Al elevador de 2 Columnas	2,75	2,2	4,41	Trifásica
2.3	Diferencial de máquinas pequeñas	1,84	1,84	9,96	Fase S
2.3.1	A desmontadora de ruedas	1,1	1,1	5,67	Fase S
2.3.2	A alienadora de dirección	0,65	0,65	3,52	Fase S
2.3.3	A equilibradora de ruedas	0,09	0,09	0,49	Fase S
2.4	Taladro de pie	1,88	1,5	10,15	Fase T
2.5	A tomas de corriente	3,45	3,45	17,37	Fase T

Tabla 1-6

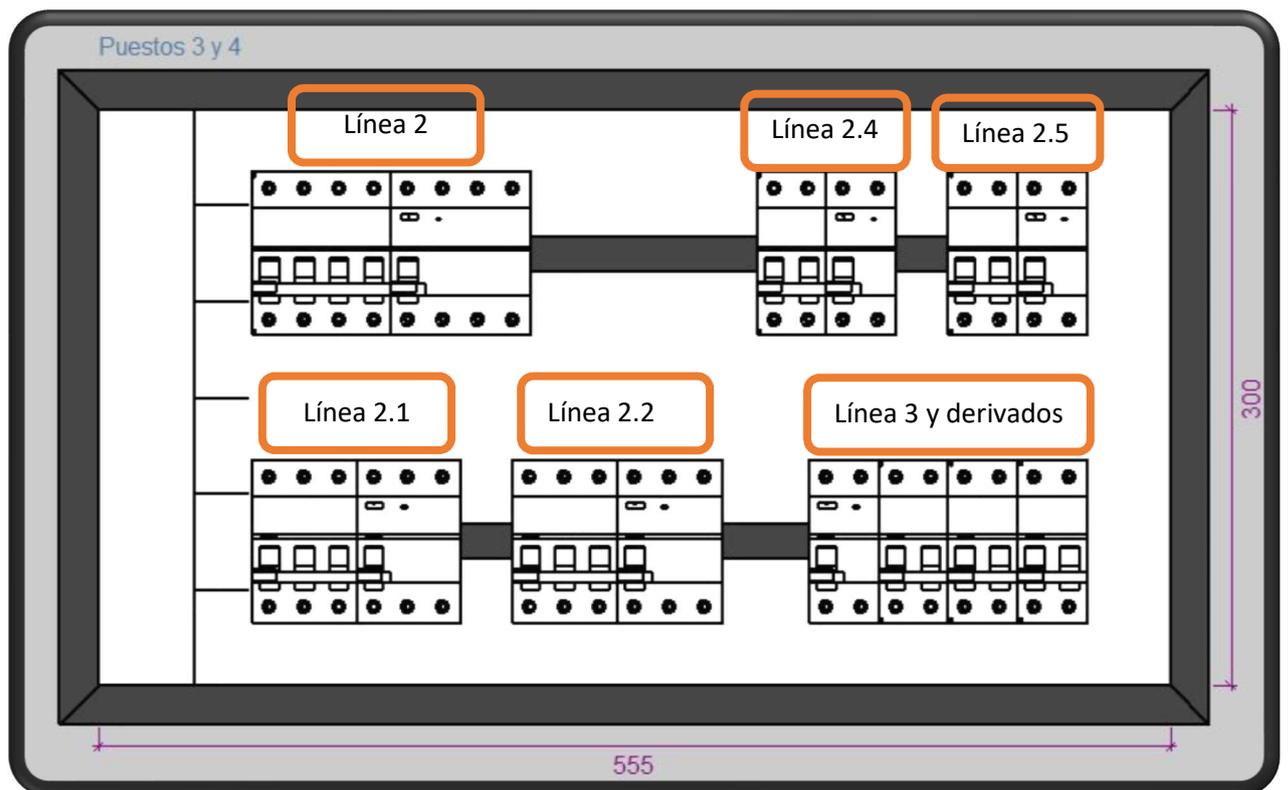


Imagen 1-7

1.6.3.4 Cuadro exterior

Línea	Elemento	Potencia de cálculo	Potencia instalada	Intensidad de cálculo	Fase
3.1	Al plano aspirante	5	4	7,6	Trifásica
3.2	A la lavadora de piezas	8	8	15,4	Trifásica
3.3	Iluminación exterior	2,3	2,3	9,96	Fase S
3.4	Diferencial Auxiliar 1	4,22	4,22	22,83	Fase R
3.4.1	A tomas de corriente	3,45	3,45	17,37	Fase R
3.4.2	Iluminación baños y pintura	0,768	0,768	3,33	Fase R
3.5	Diferencial Auxiliar 2	4,35	4,35	23,55	Fase S
3.5.1	A tomas de corriente	3,45	3,45	17,37	Fase S
3.5.2	Iluminación carrocería	0,9	0,9	3,9	Fase S
3.6	Compresor de aire	1,88	1,5	10,15	Fase T

Tabla 1-7

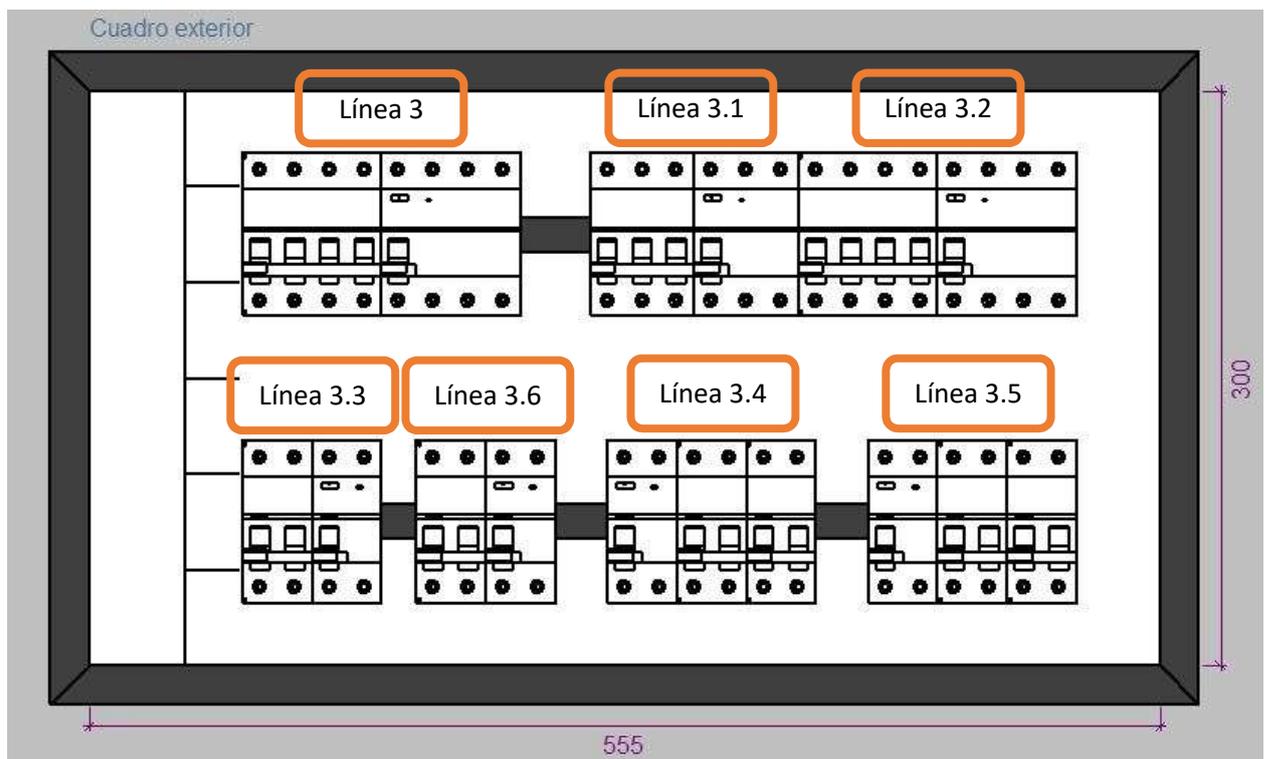


Imagen 1-8

1.6.3.5 Cuadro de oficinas

Línea	Elemento	Potencia de cálculo	Potencia instalada	Intensidad de cálculo	Fase
4.1	Auxiliar 1	4,05	4,05	19,5	Fase R
4.1.1	Iluminación almacén y reuniones	0,6	0,6	2,61	Fase R
4.1.2	A tomas de corriente	3,45	3,45	17,37	Fase R
4.2	Auxiliar 2	4,26	4,26	19,37	Fase S
4.2.1	Iluminación sala principal	0,57	0,57	2,61	Fase S
4.2.2	A tomas de corriente	3,45	3,45	17,37	Fase S
4.3	Auxiliar 3	4,29	4,29	20,65	Fase T
4.3.1	Iluminación sala principal y despachos	8,41	8,41	3,34	Fase T
4.3.2	A tomas de corriente	3,45	3,45	17,37	Fase T
4.4	Al Aire acondicionado	10	8	18,04	Trifásico

Tabla 1-8

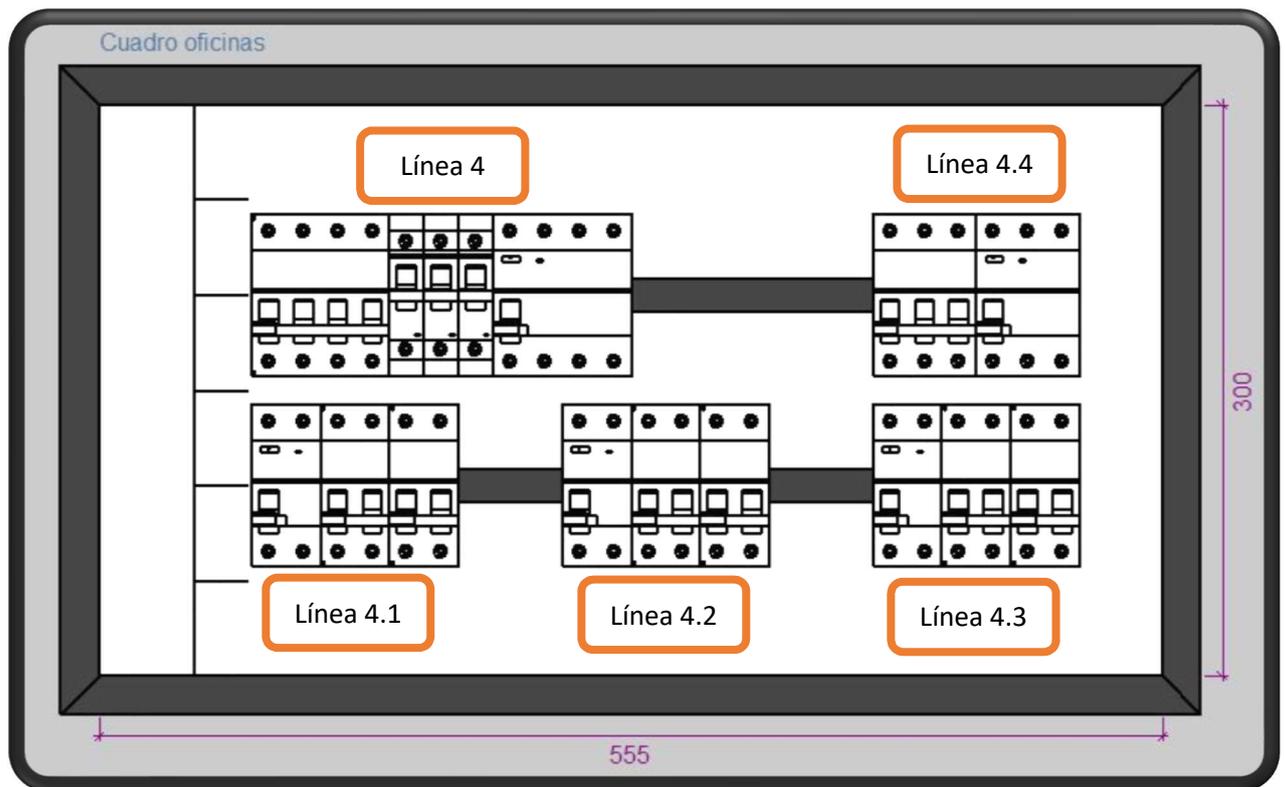


Imagen 1-9

La línea 4 lleva protección frente a sobretensiones permanentes, por eso el bloque intermedio entre diferencial y magnetotérmico.

1.6.3.6 Subcuadro auxiliar

Línea	Elemento	Potencia de cálculo	Potencia instalada	Intensidad de cálculo	Fase
5.1	Auxiliar 1	3,06	3,06	4,41	Trifásico
5.1.1	Iluminación taller	1,02	1,02	4,41	Fase R
5.1.2	Iluminación taller	1,02	1,02	4,41	Fase S
5.1.3	Iluminación taller	1,02	1,02	4,41	Fase T
5.2	Auxiliar 2	4,25	4,25	4,41	Trifásico
5.2.1	Iluminación escaparate alto	1,05	1,05	4,41	Fase R
5.2.2	Iluminación escaparate bajo	1,60	1,60	4,41	Fase S
5.2.3	Iluminación escaparate bajo	1,60	1,60	4,41	Fase T
5.3	Punto de recarga 1F	3,70	3,70	18,46	Trifásico
5.4	Punto de recarga 3F	11,00	11,00	18,46	Trifásico

Tabla 1-9

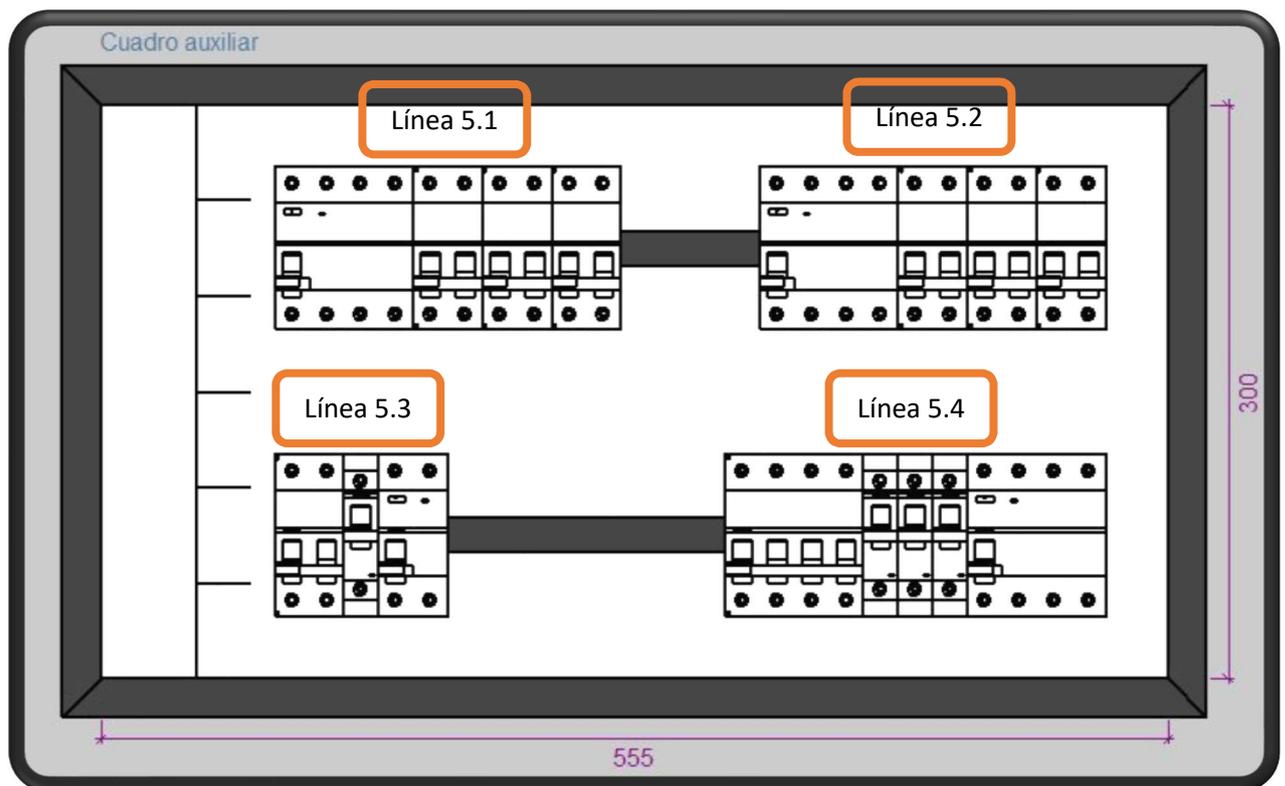


Imagen 1-10

AL igual que el cuadro anterior, las líneas 5.3 y 5.4 tienen esos bloques que son limitadores de sobretensiones permanentes, uno por fase

### 1.6.4 Contratación de potencia.

La instalación tendrá un consumo total de:

- Alumbrado: 13.26 kW
- Maquinaria: 71.84 kW
- Tomas de corriente: 24.15 kW

Pero como no todo estará conectado a la vez, la potencia demandada asciende a 128 W. Esto se encuadra dentro de la tarifa 3.0 o 3.1, siendo la diferencia entre ambas si nos llega en alta o baja tensión. Dentro de estas opciones, nos hemos decantado por la 3.0, porque el local no es lo suficientemente grande para albergar un transformador, además de que el sobrecoste sería muy grande y no compensaría.

## 1.7 PROTECCIONES

### 1.7.1 Sistemas de conexión del neutro y de las masas en redes de distribución de energía eléctrica.

El primer paso para realizar el diseño de la instalación eléctrica es la elección del esquema de distribución que se va a seguir. Según la ITC-BT-08, como la instalación de estudio está alimentada desde un centro de transformación propio, se puede elegir entre cualquiera de los tres esquemas de distribución: TN, TT y IT. La diferencia entre estos esquemas viene indicada por las letras de cada esquema. La primera letra hace referencia a la situación de la alimentación respecto a tierra, y la segunda, se refiere a la situación de las masas de la instalación respecto a tierra.

En lo que al proyecto respecta, se utilizará el esquema TT, como recomienda el reglamento para instalaciones receptoras directamente alimentadas de la red pública. Esto implica que el neutro sale desde la toma de tierra de la alimentación, y la toma de tierra de los receptores es otra diferente, separando así las dos tierras.

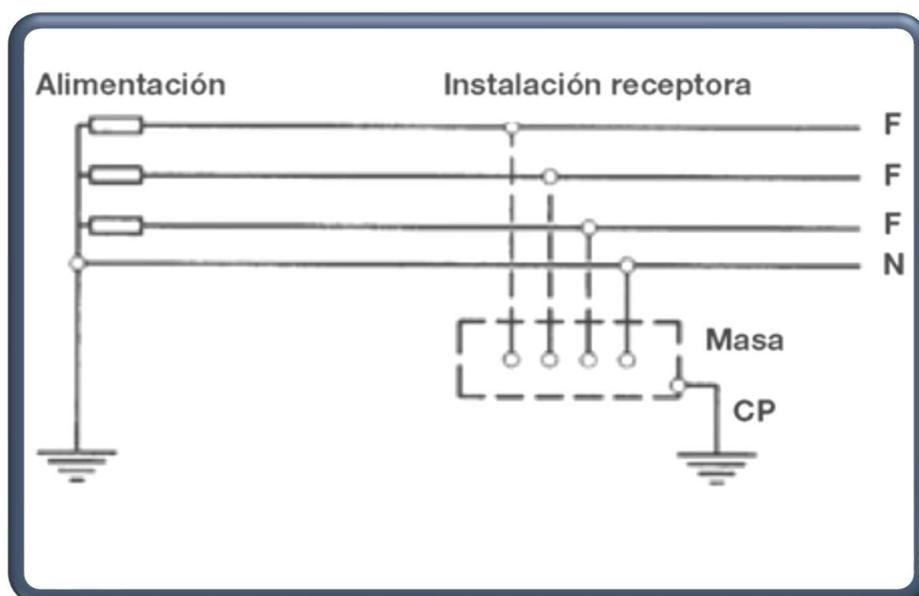


Imagen 1-11

### 1.7.2 Instalación de puesta a tierra.

Según la norma UNE-BT-18, las puestas a tierra se establecen principalmente con objeto de limitar la tensión que, con respecto a tierra, pueden presentar en un momento dado las masas metálicas, asegurar la actuación de las protecciones y eliminar o disminuir el riesgo que supone una avería en los materiales eléctricos utilizados, mediante la unión eléctrica directa, sin fusibles ni protecciones de una parte del circuito eléctrico o de una parte conductora no perteneciente al mismo con un electrodo o grupo de enterrados en el suelo.

A la puesta a tierra se conectan todas las masas de Baja tensión para evitar las tensiones de contacto antes posibles fallos de aislamiento. Si no existiese dicha puesta a tierra, cuando se produjese un defecto, esta intensidad circularía por las personas que causen el defecto, en lugar de derivarse a tierra. El electrodo será una cinta de acero, y quedará enterrado en la zanja de cimentación, por lo que la longitud de cálculo, será el propio perímetro de la instalación. El diseño se va a efectuar de acuerdo con lo especificado en la ITC-BT-18, y nos serviremos del programa DMElect, al que introduciremos los siguientes datos:

- Resistividad del terreno: 500  $\Omega$  (Terraplén cultivable poco fértil)
- Longitud total del conductor: 215 m
- Electrodo: -

Con estos valores, nos da una resistencia total del conjunto de 4.61  $\Omega$ . El reglamento nos marca como valor máximo de resistencia, el resultado de la siguiente ecuación.

$$R_A < \frac{U_0}{I_a}$$

Siendo:

- $U_0$ : 50V para instalaciones en general
- $I_a$ : 30 mA para locales comerciales o con fines análogos.

Con todo, nos queda un valor máximo de resistencia de 1666 $\Omega$ , aunque en la práctica, los valores son muy inferiores al valor marcado. Nuestra instalación cumple que 4.61  $\Omega$  << 1666  $\Omega$ .

### 1.7.3 Protección frente a contactos directos e indirectos.

La protección frente a contactos directos e indirectos es de obligatorio cumplimiento según se indica en la ITC-24-BT

#### 1.7.3.1 Protección frente a contactos directos.

Según la norma, esta protección se puede hacer de cinco formas distintas:

- Protección por aislamiento de las partes activas
- Protección por medio de barreras o envolventes
- Protección por medio de obstáculos
- Protección por puesta fuera de alcance de alejamiento

- Protección complementaria por dispositivos de corriente diferencial-residual

Para elegir el método de protección, se debe tener en cuenta la clase de edificio de estudio. El caso de análisis es una zona de taller con acceso restringido al público. Además, atendiendo a la distribución de la planta, en la zona de trabajo, que es donde se sitúan la mayoría de los receptores más peligrosos, trabajan empleados que tendrán probablemente conocimientos acerca del trabajo en este tipo de zonas, y pueden estar familiarizados con los problemas en que pueden derivar ciertos comportamientos en relación con la electricidad. Por el contrario, algunos de los empleados que trabajan en la primera planta, seguramente no estén familiarizados con la materia eléctrica. Sin embargo, las dos zonas están claramente diferenciadas y es muy poco probable que una persona de las oficinas baje al taller, por lo que se entiende que el personal si está cualificado.

El sistema escogido es la protección por medio de obstáculos, si bien no garantiza una protección completa, se entiende que los operarios no van a tocar nada peligroso, y es más que suficiente para un contacto fortuito por algún tercero. Los obstáculos deben estar fijados de forma que impida un desmontaje involuntario.

#### 1.7.3.2 *Protección contra contacto indirectos*

Según la norma, esta protección se puede hacer de cinco formas distintas:

- Protección por corte automático de la alimentación
- Protección por empleo de equipos de la clase II
- Protección en los locales o emplazamientos no conductores
- Protección mediante conexiones equipotenciales locales no conectadas a tierra
- Protección por separación eléctrica.

De estas opciones, nosotros optaremos por el corte automático de la alimentación. EL corte después de la aparición de un fallo está destinado a impedir que una tensión de contacto de valor suficiente se mantenga durante un tiempo ( $t_a$ ) tal que pueda considerarse arriesgado. Se utilizará como referencia la norma UNE 20572-1.

Debe existir una adecuada coordinación entre el esquema de conexiones a tierra de la instalación utilizado de entre los descritos en la ITC-BT-08. En nuestro caso, el valor de la tensión límite ( $U_0$ ) será de 50 V salvo para la zona exterior, que será de 24, pues podría considerarse local conductor, debido a que está a la intemperie.

Dado nuestro esquema TT, se debe cumplir la siguiente condición:

$$R_A \cdot I_a \leq U_0$$

Siendo:

- $R_A$ = Suma de las resistencias de la toma de tierra de los conductores de protección de las masas.
- $I_a$ = Corriente que asegura el funcionamiento automático del dispositivo de protección. Si el dispositivo fuese de protección diferencial-residual, entonces sería esta.
- $U_0$ = tensión de contacto límite convencional.

Cuando se de una intensidad indeseada, actuarán los interruptores diferenciales de la instalación. Según la norma, el único requisito que tendríamos que seguir es que no haya más de 3 líneas por diferencial

Interruptor	Línea	Modelo	Sensibilidad	Tiempo de respuesta
ID 1	1	A9Q14440 - Vigi iC60 - 4P - 40A – clase AC	300 mA	Selectivo
ID 2	2	A9Q14425 - Vigi iC60 - 4P - 25A – clase AC	300 mA	Selectivo
ID 3	3	A9V15463 - Vigi iC60 - 4P - 63A – clase AC	300 mA	Selectivo
ID 4	3	A9V12463 - Vigi iC60 - 4P - 63A – Clase AC	300 mA	Selectivo
ID 5	4	A9V25463 - Vigi iC60 - 4P - 63A – clase A	100 mA	Selectivo
ID 7	6	A9Q11425 - Vigi iC60 - 4P - 25A - clase AC	30 mA	Instantáneo
ID 8	1.1	A9Q11425 - Vigi iC60 - 4P - 25A - clase AC	30 mA	Instantáneo
ID 9	1.2	A9Q11425 - Vigi iC60 - 4P - 25A - clase AC	30 mA	Instantáneo
ID 10	1.3	A9Q11440 - Vigi iC60 - 4P - 40A - clase AC	30 mA	Instantáneo
ID 11	1.4	A9Q01240 - Vigi iC60 - 2P - 40A - clase AC	30 mA	Instantáneo
ID 12	2.1	A9Q11425 - Vigi iC60 - 4P - 25A - clase AC	30 mA	Instantáneo
ID 13	2.2	A9Q11425 - Vigi iC60 - 4P - 25A - clase AC	30 mA	Instantáneo
ID 14	2.3	A9Q01240 - Vigi iC60 - 2P - 40A - clase AC	30 mA	Instantáneo
ID 15	2.4	A9Q21225 - Vigi iC60 - 2P - 25A - clase A	30 mA	Instantáneo
ID 16	2.5	A9Q01240 - Vigi iC60 - 2P - 40A - clase AC	30 mA	Instantáneo
ID 17	3.1	A9Q21425 - Vigi iC60 - 4P - 25A - clase A	30 mA	Instantáneo
ID 18	3.2	A9Q21425 - Vigi iC60 - 4P - 25A - clase A	30 mA	Instantáneo
ID 19	3.3	A9Q01240 - Vigi iC60 - 2P - 40A - clase AC	30 mA	Instantáneo
ID 20	3.4	A9Q01240 - Vigi iC60 - 2P - 40A - clase AC	30 mA	Instantáneo
ID 21	3.5	A9Q01240 - Vigi iC60 - 2P - 40A - clase AC	30 mA	Instantáneo
ID 22	3.6	A9Q21225 - Vigi iC60 - 2P - 25A - clase A	30 mA	Instantáneo
ID 23	4.1	A9Q31240 - Vigi iC60 - 2P - 40A -clase A <sub>SI</sub>	30 mA	Instantáneo
ID 24	4.2	A9Q31240 - Vigi iC60 - 2P - 40A - clase A <sub>SI</sub>	30 mA	Instantáneo
ID 25	4.3	A9Q31240 - Vigi iC60 - 2P - 40A - clase A <sub>SI</sub>	30 mA	Instantáneo
ID 26	4.4	A9Q31425 - Vigi iC60 - 4P - 25A - clase A <sub>SI</sub>	30 mA	Instantáneo
ID 27	5.1	A9Q01240 - Vigi iC60 - 2P - 40A - clase AC	30 mA	Instantáneo
ID 28	5.2	A9Q01240 - Vigi iC60 - 2P - 40A - clase AC	30 mA	Instantáneo
ID 29	5.3	A9Q21225 - Vigi iC60 - 2P - 25A - clase A	30 mA	Instantáneo
ID 30	5.4	A9Q21425 - Vigi iC60 - 4P - 25A - clase AC	30 mA	Instantáneo

Tabla 1-10

## 1.7.4 Conductores

### 1.7.4.1 Diseño de los conductores.

- Material conductor.

EL diseño de los conductores se ha hecho de acuerdo a la ITC-BT-19. Este contempla como opciones posibles el cobre y el aluminio, y de estos el más barato es el cobre. Sólo utilizaríamos aluminio en caso de líneas suficientemente largas, que, por caída de tensión, imposibilitasen el cobre, pero la instalación no es tan grande, por lo que sólo utilizaremos cobre.

- Método de instalación.

Para la elección del método de la instalación de cada línea se han tenido muchos factores en cuenta, tanto económicos, estéticos como viabilidad de construcción entre otros.

Para la gran mayoría de líneas que van a receptores de tipo industrial, e incluso entre cuadros, se ha optado por conductores unipolares sobre bandeja perforada, ya que la altura de la nave, permite

utilizar las bandejas, dejando las paredes lisas, manteniendo la estética. Los que están en la zona exterior, así como alguna línea de tomas de corriente, se instalarán en montaje superficial.

Por último, tenemos las líneas de oficinas, y el escaparate, para estas, se ha optado por tubo empotrado en obra y conductor sobre falso techo, pues necesitamos la mayor estética posible.

- Aislante del conductor.

Se ha utilizado casi únicamente polietileno reticulado (XLPE), aunque en alguna ocasión, también PVC como aislante para resistir la corriente del conductor, y evitar contactos involuntarios con personas u objetos.

Tanto la zona exterior, los receptores importantes como los que van en bandeja, llevarán aislamiento de XLPE, puesto que proporcionan un aislamiento de 1 kV, (requisito obligatorio de los conductores que circulan por bandeja) con cubierta de poliolefina termoplástica libre de halógenos (Z1). Dado que es zona sensible, los conductores serán no propagadores de incendios K(AS), y, además, aquellos que alimenten directamente maquinaria, serán también resistentes al fuego nivel K(AS+).

Para la zona de oficinas, dada su menor potencia de trabajo, y que no están tan expuestos, si hemos podido usar PVC, que protege hasta 750 V.

Nº de Línea	Longitud (m)	Sección (mm <sup>2</sup> )	Conductor	Aislamiento	Resistencia al fuego	Método	Instalación
<b>1</b>	50	25	Cobre	XLPE	AS	F	Bandeja 1
<b>1.1</b>	12	2.5	Cobre	XLPE	AS+	B2	Montaje superficial
<b>1.2</b>	12	2.5	Cobre	XLPE	AS+	B2	Montaje superficial
<b>1.3</b>	17	25	Cobre	XLPE	AS+	F	Bandeja 1
<b>1.4</b>	12	2.5	Cobre	PVC	AS	B1	Montaje superficial
<b>2</b>	55	25	Cobre	XLPE	AS	F	Bandeja 2
<b>2.1</b>	15	2.5	Cobre	XLPE	AS+	B2	Montaje superficial
<b>2.2</b>	15	2.5	Cobre	XLPE	AS+	B2	Montaje superficial
<b>2.3</b>	0.3	2.5	Cobre	PVC	-	-	-
<b>2.3.1</b>	19	2.5	Cobre	XLPE	AS+	E	Bandeja 2
<b>2.3.2</b>	21	2.5	Cobre	XLPE	AS+	E	Bandeja 2
<b>2.3.3</b>	23	2.5	Cobre	XLPE	AS+	E	Bandeja 2
<b>2.4</b>	25	2.5	Cobre	XLPE	AS+	E	Bandeja 2
<b>2.5</b>	12	2.5	Cobre	PVC	AS	B1	Montaje superficial
<b>3</b>	70	2.5	Cobre	XLPE	AS	F	Bandeja 2
<b>3.1</b>	25	2.5	Cobre	XLPE	AS+	B2	Tubo 1
<b>3.2</b>	15	2.5	Cobre	XLPE	AS+	B2	Tubo 1
<b>3.3</b>	50	2.5	Cobre	XLPE	AS	B1	Montaje superficial
<b>3.4</b>	0.3	2.5	Cobre	PVC	-	-	-
<b>3.4.1</b>	20	2.5	Cobre	PVC	AS	B1	Tubo 2
<b>3.4.2</b>	40	1.5	Cobre	PVC	AS	B1	Tubo 3
<b>3.5</b>	0.3	2.5	Cobre	PVC	-	-	-
<b>3.5.1</b>	20	2.5	Cobre	PVC	AS	B1	Tubo 2
<b>3.5.2</b>	40	1.5	Cobre	PVC	AS	B1	Tubo 3
<b>3.6</b>	40	2.5	Cobre	XLPE	AS+	B1	Tubo 1
<b>4</b>	20	10	Cobre	XLPE	AS	B2	Montaje superficial
<b>4.1</b>	0.3	4	Cobre	PVC	-	-	-
<b>4.1.1</b>	30	1.5	Cobre	PVC	-	B1	falso techo

4.1.2	30	2.5	Cobre	PVC	-	B1	falso techo
4.2	0.3	4	Cobre	PVC	-	-	-
4.2.1	30	1.5	Cobre	PVC	-	B1	falso techo
4.2.2	30	2.5	Cobre	PVC	-	B1	falso techo
4.3	0.3	4	Cobre	PVC	-	-	-
4.3.1	30	1.5	Cobre	PVC	-	B1	falso techo
4.3.2	30	2.5	Cobre	PVC	-	B1	falso techo
4.4	30	2.5	Cobre	XLPE	AS	B2	-
5	0.5	25	Cobre	XLPE	-	-	-
5.1	0.3	1.5	Cobre	XLPE	-	-	-
5.1.1	42	1.5	Cobre	XLPE	AS	E	Bandeja 3
5.1.2	42	1.5	Cobre	XLPE	AS	E	Bandeja 3
5.1.3	42	1.5	Cobre	XLPE	AS	E	Bandeja 3
5.2	0.3	1.5	Cobre	XLPE	-	-	-
5.2.1	20	1.5	Cobre	XLPE	AS	E	Montaje superficial
5.2.2	42	1.5	Cobre	XLPE	AS	B1	Falso techo
5.2.3	42	1.5	Cobre	XLPE	AS	B1	Falso techo
5.3	20	2.5	Cobre	XLPE	AS+	E	Bandeja 1
5.4	23	2.5	Cobre	XLPE	AS+	E	Bandeja 1
6	5		Cobre	XLPE	AS	B1	Montaje superficial

Tabla 1-11

#### 1.7.4.2 Dimensionado de los conductores

Una vez diseñadas las líneas y los recorridos a seguir, toca dimensionarlos. De acuerdo a la ITC-BT-19 hay dos criterios que seguir: Calentamiento y caída de tensión.

- Intensidad máxima admisible:

Responde a la necesidad de que el conductor, durante su funcionamiento, no alcance una temperatura que lo pueda degradar. Aquí, la ITC-BT-19 nos remite a la norma UNE-HD 60364-5-52, la cual nos proporciona unas tablas con el valor de intensidad que aguanta un conductor sin degradarse. Estos valores tienen en cuenta el material conductor, el aislante, la distribución de los circuitos eléctricos y el método de instalación. Con estos valores, buscamos alcanzar un valor de sección normalizado.

La intensidad demandada se ha obtenido con la siguiente ecuación

$$I = \frac{P(W)}{\sqrt{3} \cdot U(V) \cdot \cos(\varphi)}$$

Sin embargo, tenemos líneas monofásicas, tanto de maquinaria como de alumbrado, que siguen la siguiente ecuación:

$$I = \frac{P(W)}{U(V) \cdot \cos(\varphi)}$$

Cabe destacar que, en el caso de las luminarias, el  $\cos(\varphi)$  vale 1, y debería tener un coeficiente de compensación de 1.8 para luminarias fluorescentes o 1.5 para luminarias tipo LED, pero en este caso, hemos buscado luminarias con balastro electrónico, que evitan los picos de arranque, por lo que no necesitamos utilizar ningún coeficiente. A la hora de crear las líneas de alumbrado, hay que tener en cuenta que las luminarias y soportes suelen estar fabricados para secciones que soporten hasta 10 A, y aunque este límite no es intocable, si es recomendable no superarlo.

Las líneas de alumbrado de emergencia van a parte, ya que no están alimentadas con la alimentación general, sino que tienen su propia fuente de energía, y es esta la que se va recargando poco a poco. Por eso, la corriente de los circuitos de emergencia, suele estar en torno al 10% de la potencia real del circuito.

Por último, está el caso de las tomas de corriente, cuya intensidad de trabajo se desconoce, porque son valores puntuales. Para dimensionarla, se ha hecho de la misma forma que si fuesen de una vivienda, buscando secciones de 2.5mm que aguantan hasta 16 A, que es lo que soportarían las bases de enchufe típicas. Seguramente esté sobredimensionado la mayor parte del tiempo, pues soportaría cada línea hasta 3.45 kW, pero se considera aceptable.

Una vez calculado el valor de la intensidad de todas las líneas, hay que tener en cuenta la rectificación de los factores de corrección. Estos valores están normalizados, y deben tenerse en cuenta, pues modifican las condiciones reales del circuito.

$$I_n = \frac{I_{\text{cálculo}}}{k_t}$$

La sección de cada línea es aquella cuya intensidad admisible sea mayor que la  $I_n$ ;

$$I_{\text{admisible}} > I_n$$

Para finalizar, habrá que tener en cuenta un factor de seguridad, que limita la intensidad de corriente que puede atravesar un conductor en función de su intensidad máxima admisible

$$\frac{I_n}{I_{\text{admisible}}} < 0.85$$

- Criterio de caída de tensión.

La ITC-BT-19 establece unos límites de caídas máximas de tensión que pueden subir los conductores en función de la aplicación que tenga su línea. Esta caída de tensión se calcula desde el inicio de la instalación (llegada al cuadro principal) y el punto de accionamiento. El cálculo se hace suponiendo que la instalación está al máximo de lo que da.

Puesto que es una instalación industrial, alimentada en baja tensión, los valores máximos de caída de tensión son:

- Alumbrado: 3.0 %
- Otros usos: 5.0 %

La caída de tensión se calcula de la siguiente manera:

$$\Delta U = \frac{\sqrt{3}}{\gamma \cdot S[\text{mm}^2]} * L[\text{m}] \cdot I[\text{A}] \cdot \cos(\varphi)$$

Siendo:

- $\gamma$ : La conductividad del material
- S: La sección del conductor
- L: La longitud en metros de la línea
- I: La intensidad en amperios de la línea

Y si la potencia es monofásica:

$$\Delta U = \frac{2}{\gamma \cdot S[\text{mm}^2]} * L[\text{m}] \cdot I[\text{A}] \cdot \cos(\varphi)$$

Los resultados de los cálculos, tanto de intensidad máxima como de caída de tensión, se encuentran en el anexo de cálculos.

### 1.7.5 Protección frente a sobreintensidades.

La protección contra sobreintensidades se ha diseñado en base a la ITC-BT-22, donde se distingue la protección frente a sobrecargas y frente a cortocircuitos.

Como ya se ha visto en los puntos anteriores, la instalación está dimensionada para unos valores de corriente, y mientras estos no se superen, no habrá ningún problema, sin embargo, cuando se produzca una avería, o simplemente, se conecten receptores de más en las tomas de corriente, por la instalación circulará una corriente superior a la admisible, y que podría dañarla. Para evitar estos problemas, se instalan protecciones que deben actuar en estos casos.

Lo primero es analizar que dispositivos necesitamos:

- Fusibles
- Interruptores automáticos

De estas dos opciones, optaremos por los interruptores automáticos, que aunque tienen un precio superior al de los fusibles, el mantenimiento es más barato, ya que cuando salte el automático, sólo hay que rearmarlo, lo que es un arreglo casi instantáneo.

Dentro de los interruptores automáticos, intentaremos siempre que sea posible, utilizar los conocidos como pequeño interruptor automático, pues son más fáciles de instalar y manejar, y están normalizados.

### 1.7.6 Protección frente a sobrecargas

Cuando por un conductor funciona una intensidad mayor que la prevista, su temperatura aumenta, de forma que se puede estabilizar un valor mayor que la temperatura admisible ( $T_{as}$ ) en un tiempo de calentamiento del conductor ( $t_{ca}$ ), dañando el aislante el cual está protegiendo el conductor. Para evitar la degradación del conductor, un dispositivo de protección debe actuar y cortar la alimentación en un tiempo de actuación menor que  $t_{ca}$ , al cual se produce la degradación. Sin embargo, como es tos parámetros son algo difíciles de obtener y medir, se acaba reduciendo a valores de intensidad:

$$I_B \leq I_n \leq I_Z$$

$$I_2 \leq 1.45 \cdot I_Z$$

Siendo:

- $I_b$ : Corriente para la que se ha diseñado el circuito
- $I_n$ : Intensidad nominal del dispositivo
- $I_z$ : Intensidad admisible por el cable función de del sistema de instalación utilizado
- $I_2$ : Intensidad que garantiza el accionamiento del dispositivo

### 1.7.7 Protección frente a cortocircuitos

Para que una línea esté protegida adecuadamente, hay que tener en cuenta también la protección frente a cortocircuitos, que debe cumplir las siguientes condiciones:

$$PdC > I_{cc,max}$$

Para asegurar que el interruptor va a ser capaz de cortar la máxima corriente que se pueda dar.

$$I_{cc,max} > I_a$$

Para asegurar que el dispositivo saltará con corrientes de cortocircuito pequeñas.

$$I_{cc,max} \cdot \sqrt{t} \leq k \cdot S$$

Para asegurar que el interruptor es capaz de cortar la corriente de cortocircuito en un tiempo inferior del necesario para que no se produzca degradación en los conductores.

Interruptor	Línea	Modelo
IA 0	Acometida	NSX630N - Micrologic 2.3 - 630 A - 4 polos 4R
IA 1	DI	LV 431621 NSX250F TM200D- 3P2R
IA 2	1	A9F79432 - iC60H - 4P - 32A - curva C
IA 3	1	A9F89432 - iC60N - 4P - 32A - curva C
IA 4	2	A9F79420 - iC60N - 4P - 20A - curva C
IA 5	2	A9F89420 - iC60H - 4P - 20A - curva C
IA 6	3	A9F79450 - iC60N - 4P - 50A - curva C
IA 7	3	A9F89450 - iC60H - 4P - 50A - curva C
IA 8	4	A9F79450 - iC60N - 4P - 50A - curva C
IA 9	4	A9F89450 - iC60H - 4P - 50A - curva C
IA 10	5	A9F79440 - iC60N - 4P - 40A - curva C
IA 11	6	A9F79416 - iC60N - 4P - 16A - curva C
IA 12	1.1	A9F75310 - iC60N - 3P - 10A - curva D
IA 13	1.2	A9F75310 - iC60N - 3P - 10A - curva D
IA 14	1.3	A9F75332 - iC60H - 3P - 32A - curva C
IA 15	1.4	A9F79220 - iC60N - 2P - 16A - curva C
IA 16	2.1	A9F75310 - iC60N - 3P - 10A - curva D
IA 17	2.2	A9F75310 - iC60N - 3P - 10A - curva D
IA 18	2.3.1	A9F79606 - iC60N - 1P+N - 6A - curva C
IA 19	2.3.2	A9F79606 - iC60N - 1P+N - 6A - curva C
IA 20	2.3.3	A9F79606 - iC60N - 1P+N - 6A - curva C
IA 21	2.4	A9F75216 - iC60N - 2P - 16A - curva D
IA 22	2.5	A9F79220 - iC60N - 2P - 16A - curva C
IA 23	3.1	A9F79316 - iC60N - 3P - 16A - curva D
IA 24	3.2	A9F79416 - iC60N - 4P - 16A - curva C
IA 25	3.3	A9F89210 - iC60H - 2P - 10A - curva C
IA 26	3.4.1	A9F89210 - iC60H - 2P - 10A - curva C
IA 27	3.4.2	A9F79220 - iC60N - 2P - 16A - curva C

<b>IA 28</b>	3.5.1	A9F89210 - iC60H - 2P - 10A - curva C
<b>IA 29</b>	3.5.2	A9F79220 - iC60N - 2P - 16A - curva C
<b>IA 30</b>	3.6	A9F79416 - iC60N - 4P - 16A - curva C
<b>IA 31</b>	4.1.1	A9F89210 - iC60H - 2P - 10A - curva C
<b>IA 32</b>	4.1.2	A9F79220 - iC60N - 2P - 16A - curva C
<b>IA 33</b>	4.2.1	A9F89210 - iC60H - 2P - 10A - curva C
<b>IA 34</b>	4.2.2	A9F79220 - iC60N - 2P - 16A - curva C
<b>IA 35</b>	4.3.1	A9F89210 - iC60H - 2P - 10A - curva C
<b>IA 36</b>	4.3.2	A9F79220 - iC60N - 2P - 16A - curva C
<b>IA 37</b>	4.4	A9F79316 - iC60N - 3P - 16A - curva D
<b>IA 38</b>	5.1.1	A9F89210 - iC60H - 2P - 10A - curva C
<b>IA 39</b>	5.1.2	A9F89210 - iC60H - 2P - 10A - curva C
<b>IA 40</b>	5.1.3	A9F89210 - iC60H - 2P - 10A - curva C
<b>IA 41</b>	5.2.1	A9F89210 - iC60H - 2P - 10A - curva C
<b>IA 42</b>	5.2.2	A9F89210 - iC60H - 2P - 10A - curva C
<b>IA 43</b>	5.2.3	A9F89210 - iC60H - 2P - 10A - curva C
<b>IA 44</b>	5.3	A9F79220 - iC60N - 2P - 20A - curva C
<b>IA 45</b>	5.4	A9F79420 - iC60N - 4P - 20A - curva C

Tabla 1-12

### 1.7.8 Protección frente a sobretensiones.

La protección contra sobretensiones se ha hecho en base a lo especificado en la ITC-BT-23. Esta instrucción trata la protección de las instalaciones eléctricas interiores frente a sobretensiones transitorias. Estas suelen estar provocadas por descargas atmosféricas, conmutaciones de redes, defectos de las mismas, etc.

Es una alteración peligrosa porque toda la instalación está preparada para funcionar a unos niveles de tensión constantes, y todo lo que se salga de ahí, implica deterioro de los receptores, mal funcionamiento de los equipos, etc.

La primera cuestión a analizar es la conveniencia de realizar la protección frente a sobretensiones en el edificio industrial, puesto que no siempre es de obligatorio cumplimiento. En este sentido la ITC-BT-23 especifica los dos tipos de situaciones que se pueden producir:

- Situación natural: No es preciso la protección contra sobretensiones transitorias.
- Situación controlada: Es preciso la protección contra sobretensiones transitorias.

Nuestra sala se encuadra dentro de la situación natural, porque está alimentada por una red subterránea, habitual en los polígonos industriales, y aunque se recomienda instalar siempre la protección contra sobretensiones, no es obligatorio, ya que encarecería innecesariamente la instalación, y la probabilidad de sufrir una sobretensión es bastante baja, según el mapa de tormentas de la ITC-BT-23, en la región de Murcia se producen menos de 10 tormentas al año.

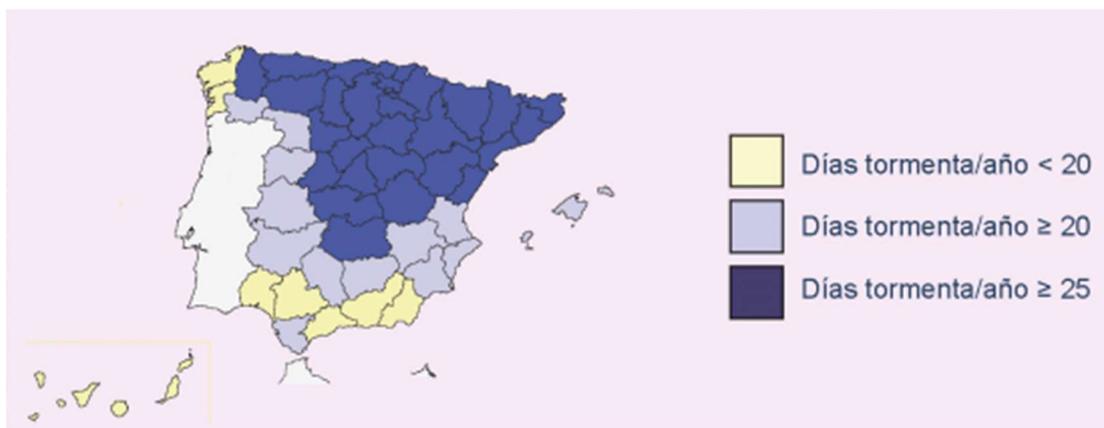


Imagen 1-12

Por otra parte, tenemos algunos receptores concretos que, si necesitan estar protegidos contra sobretensiones, como son los ordenadores de la planta superior, o los puntos de recarga, por eso, por precaución, se instalarán dos dispositivos de protección, uno en el cuadro de oficinas y otro en el cuadro auxiliar en el que se encuentran los puntos de recarga.

- Diseño de la protección.

Los equipos deben escogerse de forma que su tensión soportada a impulsos no sea inferior a la indicada en la siguiente tabla de la ITC-BT-23, y dado el caso de los elementos que queremos proteger, se encuentran dentro de la categoría 1, pues son elementos muy sensibles y conectados de forma fija, entonces son muy sensibles a sobrecargas.

TENSIÓN NOMINAL DE LA INSTALACIÓN (V)		TENSIÓN SOPORTADA A IMPULSOS 1,2/50 (kV)			
SISTEMAS TRIFÁSICOS	SISTEMAS MONOFÁSICOS	CATEGORÍA IV	CATEGORÍA III	CATEGORÍA II	CATEGORÍA I
230/400	230	6	4	2,5	1,5
400/690 1000	- -	8	6	4	2,5

Imagen 1-13

Como la instalación de tierra es TT, los dispositivos de protección se instalarán en cada uno de los conductores, tanto en fase como en el neutro. El objetivo del limitador será reducir los valores de tensión provocados por las sobretensiones transitorias hasta el valor indicado por la categoría de empleo 1, es decir, 1,5 KV (sistema monofásico). Los limitadores de sobretensión se dividen según la norma UNE-EN 61643-11 en tres tipos en función de sus características, tal como queda reflejado en la Tabla.

	Tipo 1	Tipo 2	Tipo 3
Capacidad de absorción de energía	Muy alta – Alta	Media – Alta	Baja
Rapidez de respuesta	Baja – Media	Media – Alta	Muy alta
Origen de la sobretensión	Impacto directo de rayo	Sobretensiones de origen atmosférico y conmutaciones, conducidas o inducidas	

Imagen 1-14

Con estos datos, escogeremos el siguiente elemento de protección contra sobretensiones transitorias.

- 16332 PRD1 25r 3P+N - 350V - con transferencia remota

De cara al montaje, Schneider plantea una serie de reglas para garantizar la máxima protección:

1. La distancia entre el borne de tierra del limitador y los bornes aguas arriba del IA de desconexión debe ser la menor posible (recomendable menor de 50 cm).
2. Las tomas de tierra de los receptores deben conectarse al mismo borne de tierra que el limitador de sobretensiones.

### 1.7.9 Protección de los puntos de recarga

Nuestra instalación consta de dos puntos de recarga diferentes, uno monofásico y otro trifásico. Estos están regulados por la ITC-BT-52. Según esta, nuestra instalación será un circuito de recarga individual, de la misma manera que estaría en una vivienda propia, o sea, sin contador. Esto, en cuanto a la protección contra sobretensiones se refiere, la norma nos dice que debemos incluir un derivador contra sobretensiones transitorias junto a la estación de recarga, y también debemos dotar a la instalación de protección contra sobretensiones temporales, de hasta 440 V entre fase y neutro.

## 1.8 ALUMBRADO.

### 1.8.1 Alumbrado interior

En este apartado se va a hablar del diseño del alumbrado de la nave. Hay 2 tipos de alumbrado:

- Alumbrado general
- Alumbrado de emergencia.

Los criterios seguidos a la hora del diseño de las instalaciones de alumbrado son los indicados en la norma UNE-EN 123464-1 para la zona interior y UNE-EN 123464-2 para la zona exterior. Y con ellas, se ha elaborado esta tabla, en la que indica las características de cada sala que nos encontramos en nuestra nave.

Nº de ref.	Tipo de interior o actividad	$E_m$	UGR	$U_0$	$R_a$
<b>5.2.4</b>	Vestuarios, salas de lavado, servicios...	200	25	0.40	80
<b>5.24.1</b>	Carrocería y montaje	500	22	0.60	80
<b>5.24.2</b>	Pintura, cámara de pulverización, cámara de pulido	750	22	0.70	80
<b>5.24.6</b>	Servicios generales de vehículos, reparación y ensayos	300	22	0.60	80
<b>5.26.1</b>	Archivo, copias, etc.	300	19	0.40	80
<b>5.26.2</b>	Escritura, escritura a máquina, tratamiento de datos	500	19	0.60	80
<b>5.26.5</b>	Salas de conferencias y reuniones	500	19	0.60	80
<b>5.26.6</b>	Mostrador de recepción	300	22	0.60	80

Tabla 1-13

En ella, se nos muestra:

- La referencia en la propia norma UNE-EN 123464-1
- $E_m$ : Iluminación vertical, medida en lux
- UGR: Deslumbramiento
- $U_0$ : Uniformidad de iluminancia en la zona
- $R_a$ : Reproducción cromática

Para la zona exterior, se podría clasificar como

Nº de ref.	Tipo de interior o actividad	$E_m$	UGR	$U_0$	$R_a$
<b>5.9.2</b>	Tráfico medio	10	0.25	50	20

Tabla 1-14

Para la selección de las luminarias, se ha hecho un estudio de DialUX, en el cual, hemos empezado por valorar los distintos de tecnologías de iluminación, hasta decantarnos por una.

Para empezar, tenemos las lámparas incandescentes, que son aquellas en que la luz se produce de la circulación de la corriente eléctrica por un filamento, hasta que la temperatura es tan alta que emite radiaciones visibles por el ojo humano. Pueden llevar gases halógenos para mantener el filamento durante más tiempo, sin embargo, ambas vertientes son muy poco eficientes, ya que tienen un rendimiento de alrededor de 30 lm/W, por lo que las descartamos.

Dentro de las lámparas de descarga, hay muchas posibilidades, ya que aquí la luz se produce por una descarga de electricidad producida entre dos electrodos, en el seno de un gas concreto, y es este gas el que determina el tipo de lámparas de descarga. Dentro de las lámparas de descarga, los tubos fluorescentes serían los más eficientes dentro de este tipo de tecnología, el gas que tiene es argón (u otro gas inerte) y vapor de mercurio a baja presión. Esta podría ser buena opción para cualquier parte de la instalación.

Otras tecnologías como la de halogenuros metálicos, por ejemplo, para la zona de taller, sería casi aceptable, pero tienen tiempo de arranque, que otras tecnologías tienen.

Tenemos también lámparas de inducción electromagnética, que son una evolución de las lámparas fluorescentes. No tienen electrodo, que es el principal motivo de degradación de las lámparas fluorescentes, por lo que aumenta tremendamente la vida útil de las lámparas. El problema de estas lámparas es que no están tan extendidas, y cuesta encontrarlas en los principales fabricantes, dada su tendencia al LED.

Por último, tenemos el LED. EN cuanto a características, están más o menos al mismo nivel que las fluorescentes, sin embargo, dada la tendencia de toda la industria hacia esta tecnología, nos decantaremos por ella.

- Diseño previo al alumbrado

En este apartado se explica de qué manera se ha diseñado al instalación de cada uno de los locales que componen la nave.

### 1.8.1.1 Escaparate

Se va a disponer de luminarias LED empotradas en falso techo. Se ha buscado una lámpara con una curva CDL ancha para dar la mayor uniformidad posible. Dado que es un escaparate, no tiene un valor específico de luminosidad, por lo que la hemos dimensionado para unos 600 lux, pues queremos que se vean lo mejor posible los coches en venta.

Por otra parte, tenemos la parte posterior, que es donde se va a encontrar la conexión con el taller, las escaleras a la oficina y algún puesto para los trabajadores del concesionario. Esta zona tendrá toda la altura del edificio, o sea, 7 metros, por lo que tendrán lámparas suspendidas, también de LED.

Las luminarias utilizadas son:

- LLEDO 3455K57840220 OD-3455 G3 OPAL 600x600mm 50W 4.000K DALI las empotradas en el falso techo. (x60)
- LLEDO 84751408401FLOX S840 LED IP65 H5m 117W FLOOD Suspendidas en la parte posterior del escaparate. (x9)
- Disano 618 Safety emergencia 3h permanente S.E. Disano (x11)

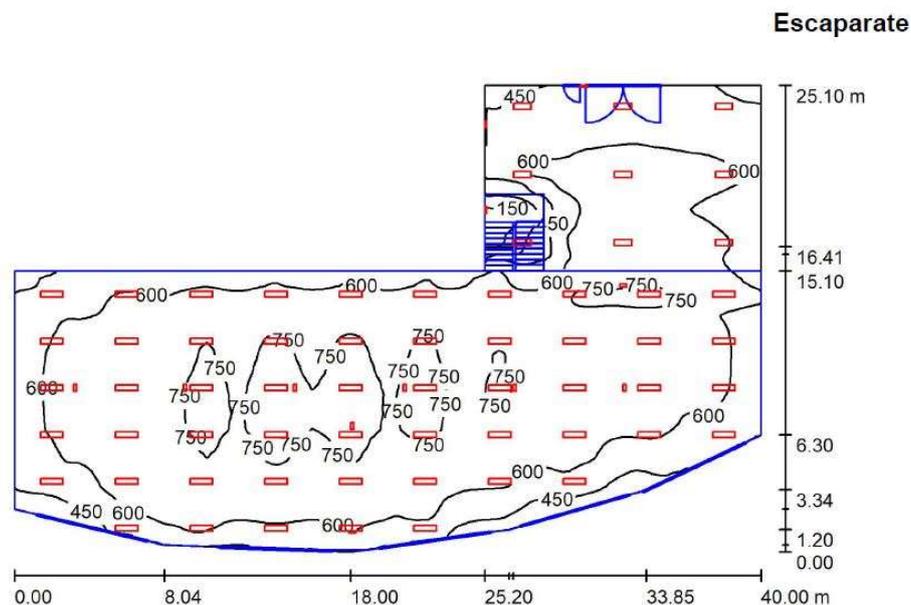


Imagen 1-15

1.8.1.2 Taller

Esta zona es un tanto complicada, porque es muy amplia, y es fácil tener recovecos que nos dificulten el conseguir un valor aceptable de UO. Es por eso, que cada zona será tratada de forma individual, aunque dando primero una pincelada a cómo está hecha la instalación del taller en general. Las luminarias serán suspendidas, a una distancia de 0.7m del **techo**.

La luminaria utilizada es:

- LLEDO 84751408401FLOX S840 LED IP65 H5m 117W FLOOD. (x30)
- Disano 618 Safety emergencia 3h permanente S.E. Disano (x20)

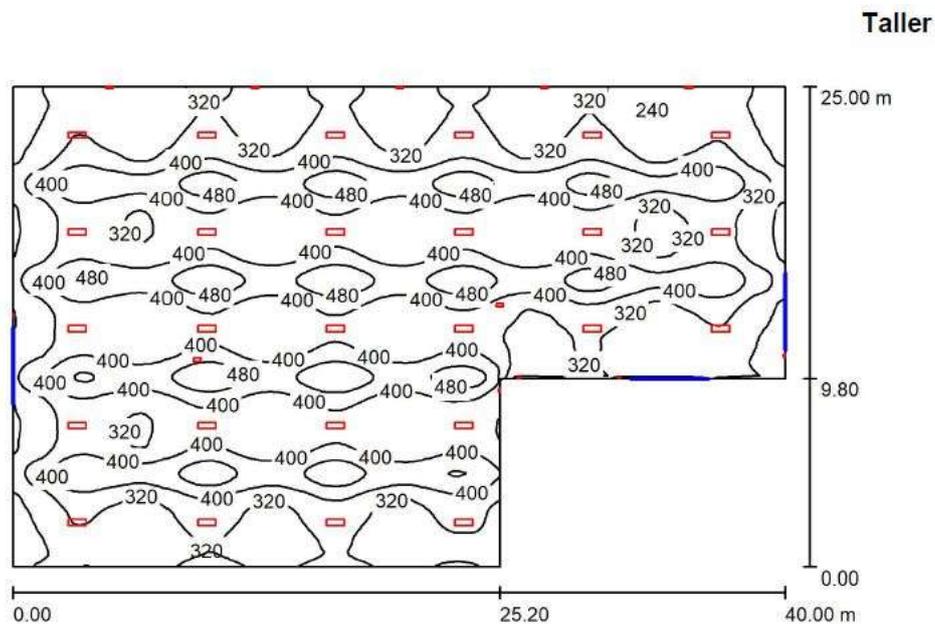


Imagen 1-16

Superficie	$\rho$ (%)	$E_m$ (lx)	$E_{min}$ (lx)	$E_{max}$ (lx)	$E_{min}/E_m$
Plano útil	-	358	169	545	0.471

Tabla 1-15

Ahora, trabajaremos cada zona de forma individual. En cada una, se alcanza la uniformidad requerida. Aun así, la norma recomienda que en las zonas de trabajo se considere la iluminación local, por lo que si no hubiese sido suficiente, se le habría puesto iluminación extra sólo a esas zonas.

Superficie	$E_m$ (lx)	$E_{min}$ (lx)	$E_{max}$ (lx)	$E_{min}/E_m$	$E_{min}/E_{max}$
Puestos de trabajo 1 y 2.	357	246	528	0.688	0.465
Puestos de trabajo 3 y 4.	353	228	525	0.645	0.434
Máquina pre-ITV.	365	260	529	0.712	0.491
Zona de aparcamiento.	350	214	527	0.610	0.406

Tabla 1-16

1.8.1.3 Vestuarios

Para esta sala, hemos optado por luz LED empotrada, ya que es la solución más estética. A la hora de hacer el estudio de dialux, hemos tenido problemas, ya que tiene muchas zonas pequeñas, por lo que hemos optado por poner las luminarias más o menos a mano, y alcanzar un buen valor de Em, a sabiendas de que el valor de U0 no va a salir bien porque está lleno de puertas y objetos que harían imposible un buen valor de U0.

Para este local, la luminaria elegida es:

- Disano 883 Compact CRI95 - 180mm Disano 883 LED 14w\_4000k (x12)
- Disano 618 Safety emergencia 3h permanente S.E. Disano (x1)

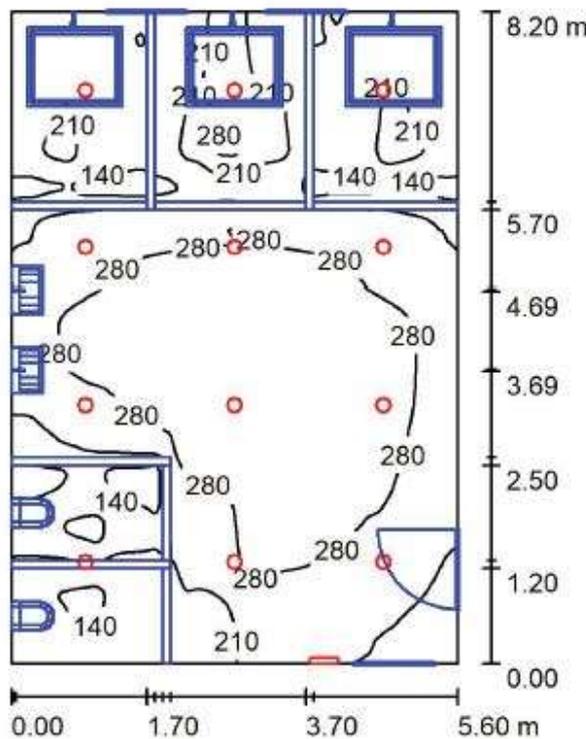


Imagen 1-17

Superficie	$\rho$ (%)	Em (lx)	Emin (lx)	Emax (lx)	Emin/Em
Plano útil	-	233	45	349	0.192

Tabla 1-17

1.8.1.4 Salas de carrocería.

Aunque son dos salas, son iguales la una a la otra, por lo que las trataré como si fuese sólo una.

Para estas salas, y las de pintura, dado que son zonas de trabajo, hemos optado por unas luminarias con pantallas estancas, algo menos eficientes que las de led, o los simples tubos fluorescentes sin nada, pero aportan seguridad a la sala.

Para este local, la luminaria utilizada es:

- Disano 921 Hydro ATEX protección “nA” Disano 921 2\*36 ATEX CEL-F gris + 940 reflector intensivo bil (x8/local)
- Disano 618 Safety emergencia 3h permanente S.E. Disano (x1)

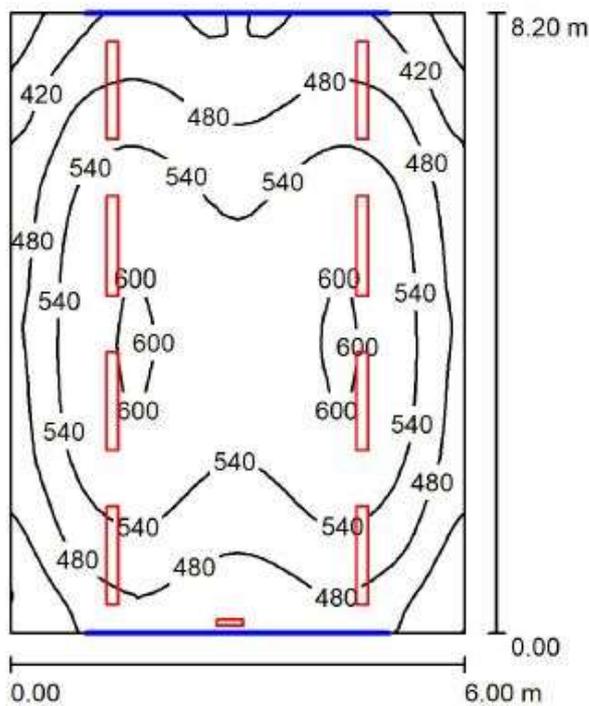


Imagen 1-18

Superficie	$\rho$ (%)	$E_m$ (lx)	$E_{min}$ (lx)	$E_{max}$ (lx)	$E_{min}/E_m$
Plano útil	-	512	338	607	0.66

Tabla 1-18

1.8.1.5 Sala de pintura

Al igual que la zona de carrocería, esta sala va a estar sucia, y necesitaremos unas luminarias que sean lo más seguras posibles, por lo que volveremos a poner los tubos fluorescentes con pantallas estancas que antes.

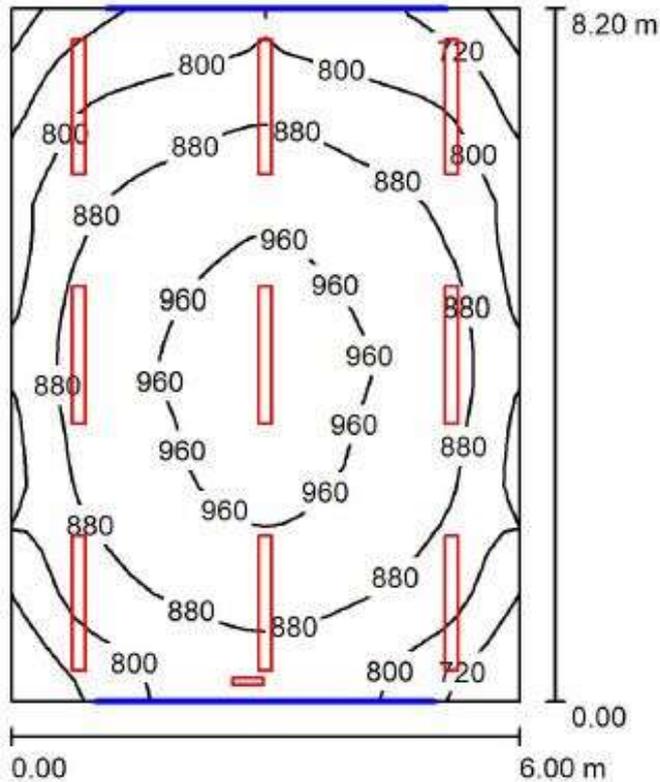


Imagen 1-19

Superficie	$\rho$ (%)	$E_m$ (lx)	$E_{min}$ (lx)	$E_{max}$ (lx)	$E_{min}/E_m$
Plano útil	-	865	622	1004	0.719

Tabla 1-19

1.8.1.6 Sala de reuniones

Este local tiene la peculiaridad de que, dada su naturaleza, puede tener varios usos. Puede haber una reunión, en la que la atención se tenga que repartir por toda la sala, o puede haber una exposición, en la que toda la atención tenga que estar enfocada en una parte del local. Por eso, la instalación se ha sobredimensionado, aunque no se vaya a utilizar todo a la vez nunca.

Para este local, las luminarias utilizadas son:

- LLEDO 3455K35840220 OD-3455 G3 OPAL 600x600mm 29W (x16)
- Disano 882 Compact CRI95 - 140mm Disano 882 LED (x10)
- Disano 618 Safety emergencia 3h permanente S.E. Disano (x2)

Primero analizaremos la sala con la iluminación total.

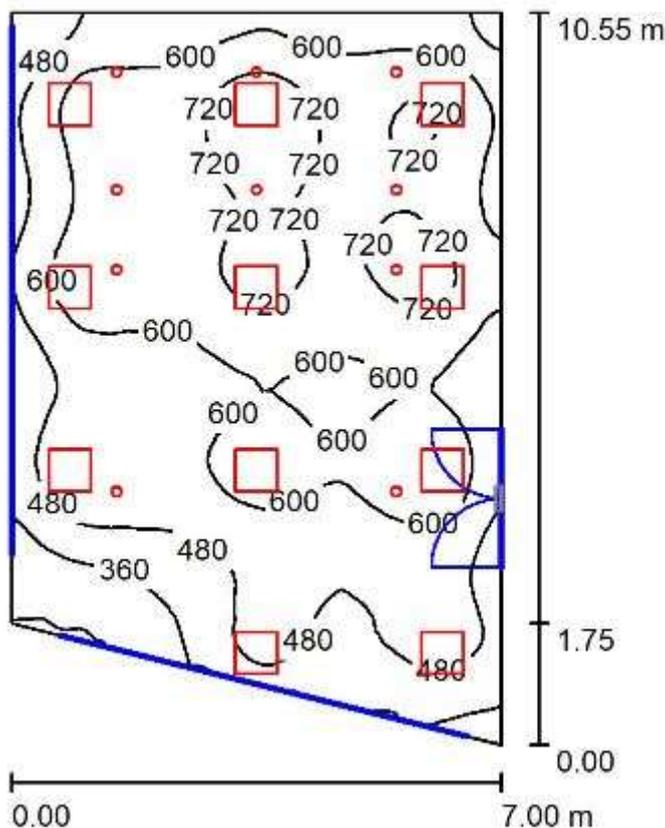


Imagen 1-20

Superficie	$\rho$ (%)	$E_m$ (lx)	$E_{min}$ (lx)	$E_{max}$ (lx)	$E_{min}/E_m$
Plano útil	-	578	227	790	0.393

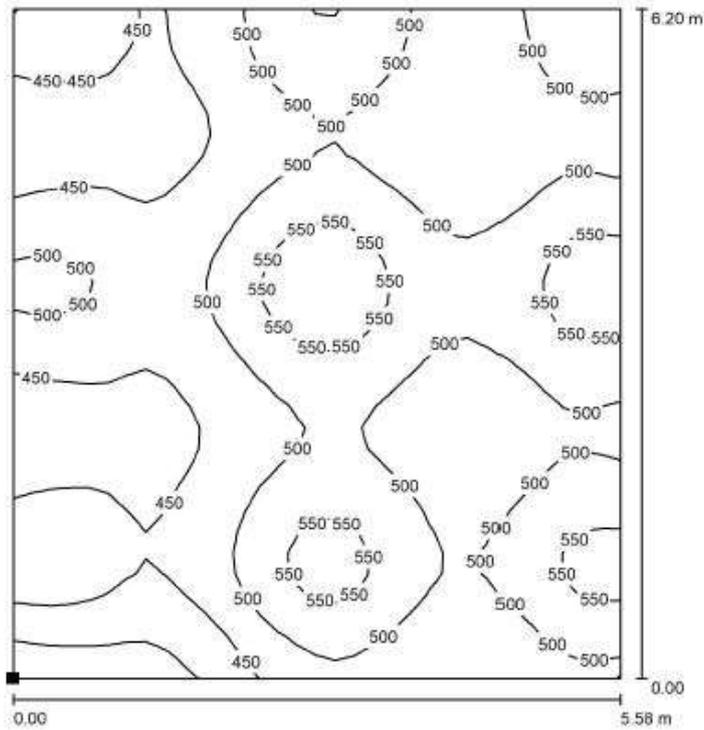
Tabla 1-20

Aunque lo normal son estas dos opciones de luminación:

Escena	Superficie	$E_m$ (lx)	$E_{min}$ (lx)	$E_{max}$ (lx)	$E_{min}/E_m$	$E_{min}/E_{max}$
Reunión	Mesa de reunión	490	357	593	0.728	0.601
Exposición	Zona de exoposición	228	190	245	0.833	0.775

Tabla 1-21

- Solo la mesa para reuniones:



Situación de la superficie en el local:  
 Punto marcado:  
 (0.690 m, 1.200 m, 0.850 m)

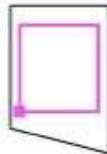
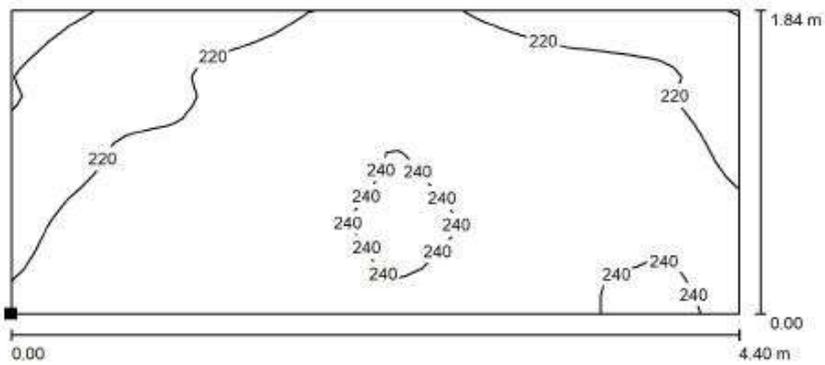


Imagen 1-21

- Sólo las luces para la zona de exposición:



Valores en Lux, Escala 1 : 32

Situación de la superficie en el local:  
 Punto marcado:  
 (1.300 m, 6.178 m, 0.850 m)

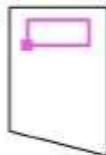


Imagen 1-22

1.8.1.7 Zona general

Este local, al igual que el taller, tiene muchas zonas, por lo que de por si, no nos dice nada, así que, veremos cada zona de forma individual. Toda la zona está iluminada con unos paneles de led empotrados, con un nivel de sala de espera, o recepción. Sin embargo, para las zonas de un trabajo más intensivo, tendrán luces extra para alcanzar los niveles necesarios.

Para este local, las luminarias utilizadas son:

- LLEDO 3455K35840220 OD-3455 G3 OPAL 600x600mm 29W (x32)
- Disano 882 Compact CRI95 - 140mm Disano 882 LED (x24)
- Disano 618 Safety emergencia 3h permanente S.E. Disano (x6)

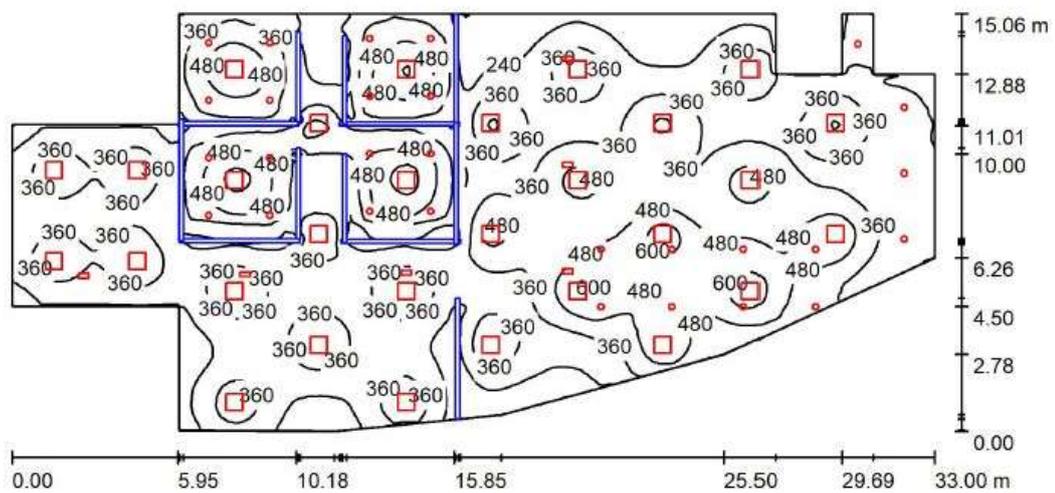


Imagen 1-23

Superficie	$\rho$ (%)	$E_m$ (lx)	$E_{min}$ (lx)	$E_{max}$ (lx)	$E_{min}/E_m$
Plano útil	-	365	101	667	0.227

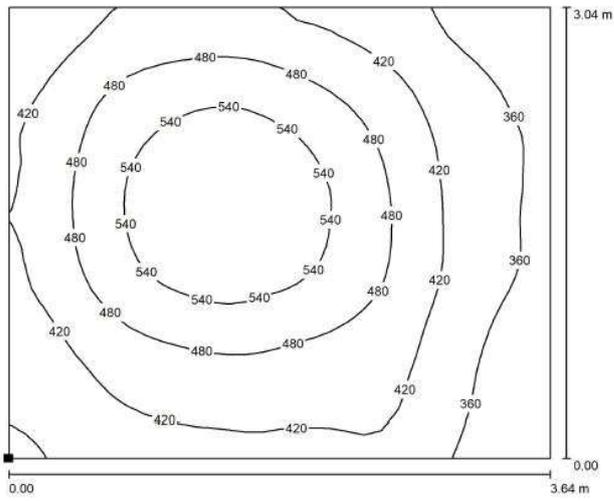
Tabla 1-22

Pero al igual que con locales anteriores, hay que analizar cada zona por separado:

Superficie	$E_m$ (lx)	$E_{min}$ (lx)	$E_{max}$ (lx)	$E_{min}/E_m$	$E_{min}/E_{max}$
Recepción	376	272	508	0.724	0.536
Cubículo(s)	494	308	606	0.686	0.508
Zona de espera	332	145	560	0.438	0.275
Zona de descanso	350	204	469	0.853	0.435
Mostradores	515	348	668	0.735	0.567

Tabla 1-23

- Cubículo (x4)



Valores en Lux, Escala 1 : 27

Situación de la superficie en el local:  
Punto marcado:  
(13.500 m, 9.100 m, 0.850 m)

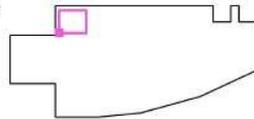
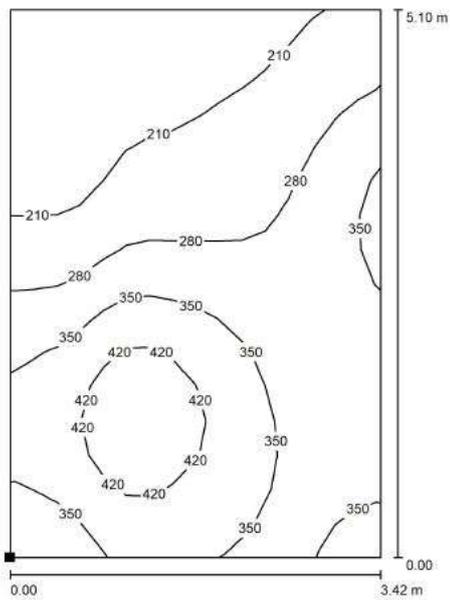


Imagen 1-24

- Recepción



Situación de la superficie en el local:  
Punto marcado:  
(23.078 m, 7.500 m, 0.850 m)

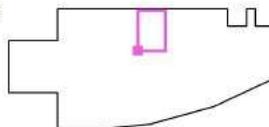
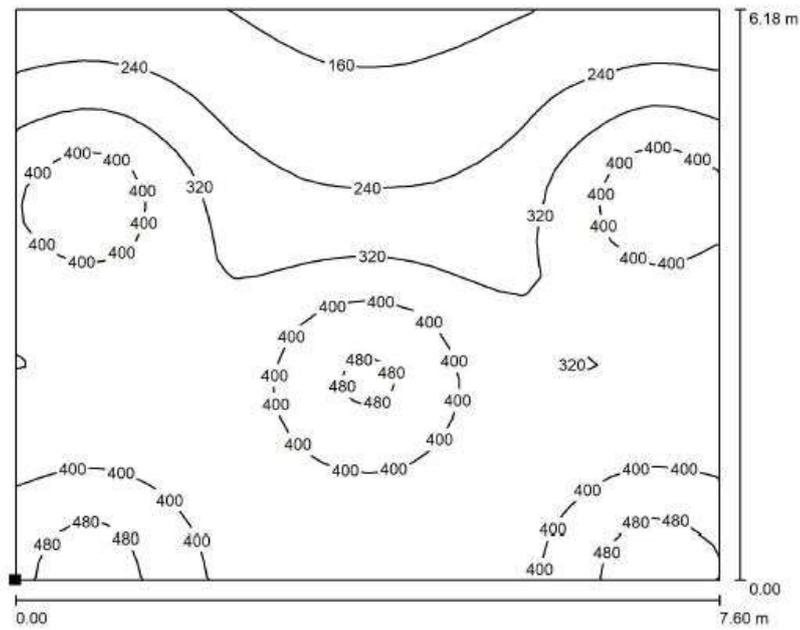


Imagen 1-25

- Zona de espera



Valores en Lux, Escala 1 : 55

Situación de la superficie en el local:  
Punto marcado:  
(26.500 m, 6.632 m, 0.850 m)

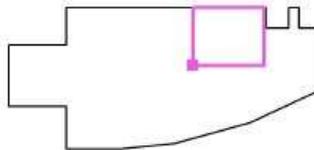
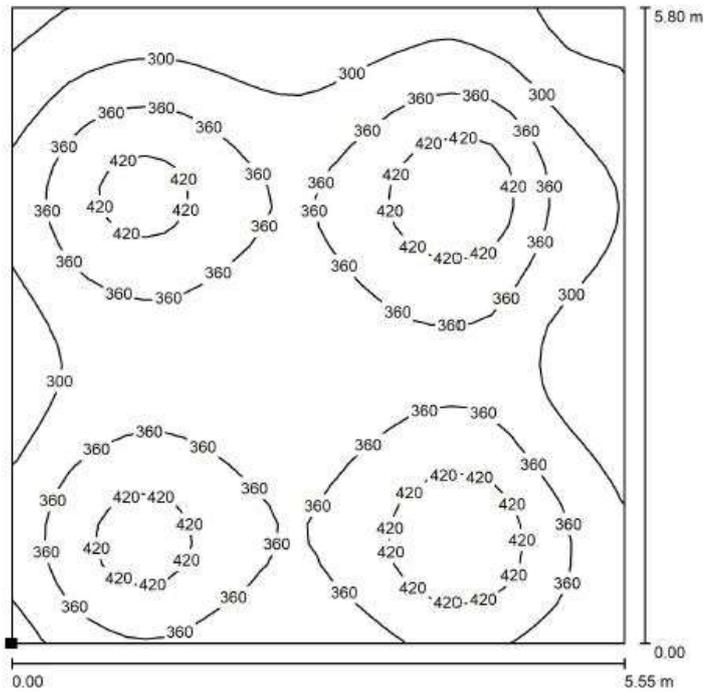


Imagen 1-26

- Zona de descanso para empleados

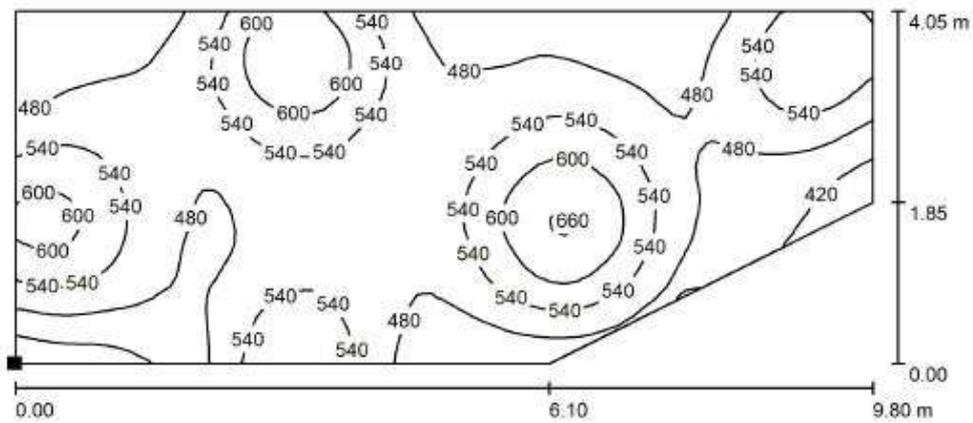


Situación de la superficie en el local:  
Punto marcado:  
(7.400 m, 3.000 m, 0.850 m)



Imagen 1-27

- Mostradores



Situación de la superficie en el local:  
Punto marcado:  
(27.100 m, 1.200 m, 0.850 m)

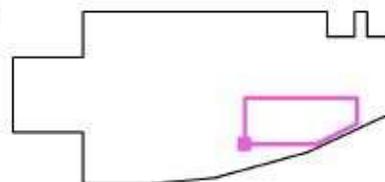


Imagen 1-28

1.8.1.8 Baño(s)

Al igual que en el caso de la carrocería, hay dos baños idénticos que sólo pondremos una vez. En cada uno se instalará una luminaria LED empotrada, que es la opción más estética, y además, es suficiente para iluminar toda la habitación.

Luminarias utilizadas:

- LLEDO 3454K22840220 VARIANT I G3 300x300mm 20W (x1/habitación)
- Disano 618 Safety emergencia 3h permanente S.E. Disano

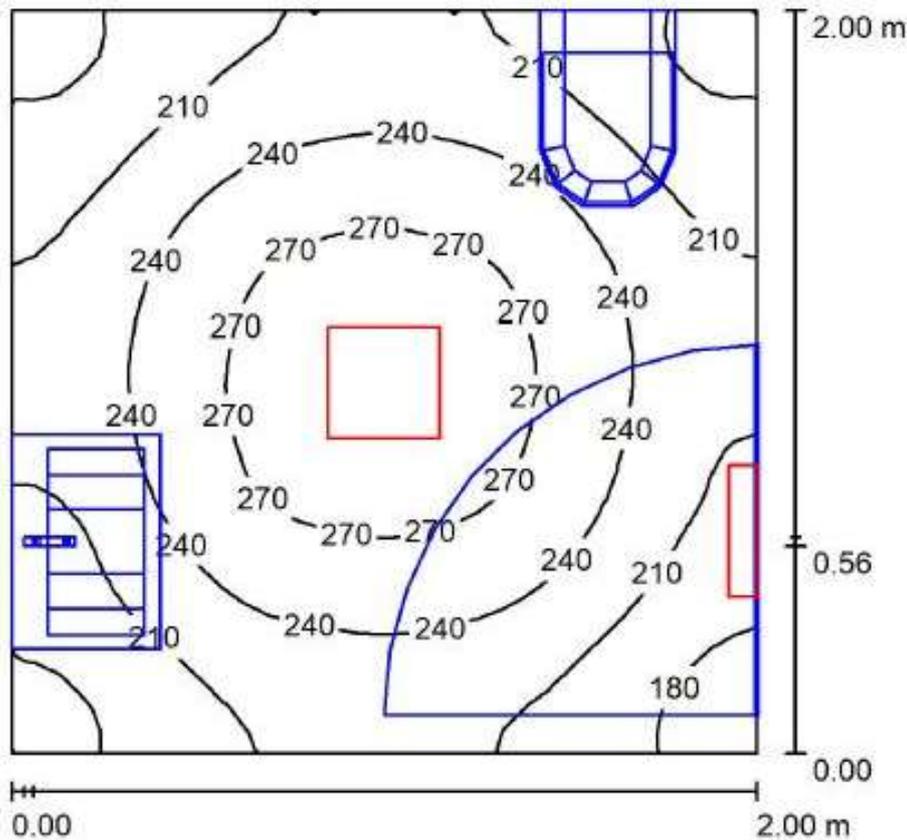


Imagen 1-29

Superficie	$\rho$ (%)	Em (lx)	Emin (lx)	Emax (lx)	Emin/Em
Plano útil	-	230	191	288	0.702

Tabla 1-24

1.8.1.9 Archivo

Esta zona estará alumbrada por luminarias LED empotradas. No había una razón específica para instalar estas y no cualquier otra tecnología, como tubos fluorescentes, así que, la elección por la que nos hemos decantado, es escoger las mismas luminarias que para la zona general y la de reuniones, para conseguir homogeneidad en toda la primera planta.

Luminarias utilizadas:

- LLEDO 3455K35840220 OD-3455 G3 OPAL 600x600mm 29W (x4)
- Disano 618 Safety emergencia 3h permanente S.E. Disano (x2)

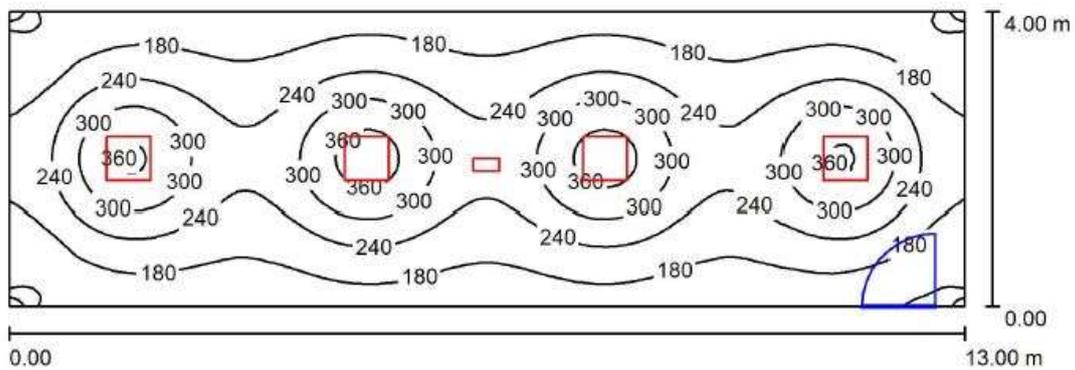


Imagen 1-30

Superficie	$\rho$ (%)	Em (lx)	Emin (lx)	Emax (lx)	Emin/Em
Plano útil	-	227	112	384	0.494

Tabla 1-25

1.8.1.10 Despacho del encargado

Con el mismo criterio que en el archivo del punto 1.7.8.9, queremos homogeneidad en la instalación, por lo que pondremos el mismo tipo de lámpara que en toda la primera planta.

Luminarias utilizadas:

- LLEDO 3455K35840220 OD-3455 G3 OPAL 600x600mm 29W (x6)

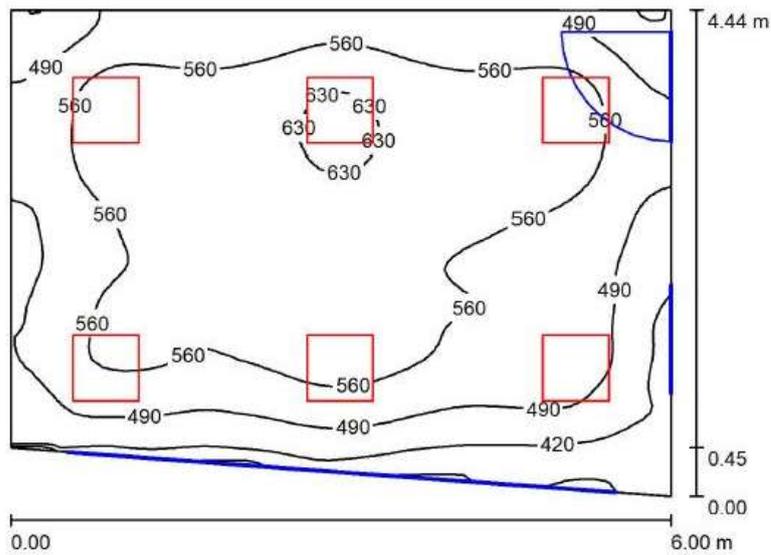


Imagen 1-31

Superficie	$\rho$ (%)	$E_m$ (lx)	$E_{min}$ (lx)	$E_{max}$ (lx)	$E_{min}/E_m$
Plano útil	-	535	332	645	0.621

Tabla 1-26

### 1.8.2 Iluminación exterior

El reglamento no es tan claro a la hora de indicar las especificaciones que hay que seguir en el alumbrado exterior, y así que nos regiremos por los que hemos visto en la norma UNE-EN 123464-2, pero se queda bastante corta. Para esta zona, hemos elegido poner pantallas LED ATEX, o sea, de seguridad, ya que, al estar en exterior, deben estar protegidos de la interperie. Además, el techo no termina de cubrirlo todo, así que se pondrán unos proyectores en la pared frontal para alumbrar la parte que se queda al aire.

Las luminarias utilizadas han sido:

- Disano 1804 Rodio 3 Simétrico Disano 1804 JMT250 CNR-L grafito (x4)
- Disano 1789 Astro ATEX - UGR<25 - extensivo Disano 1789 24 led ATEX CLD CELL grey (x6)

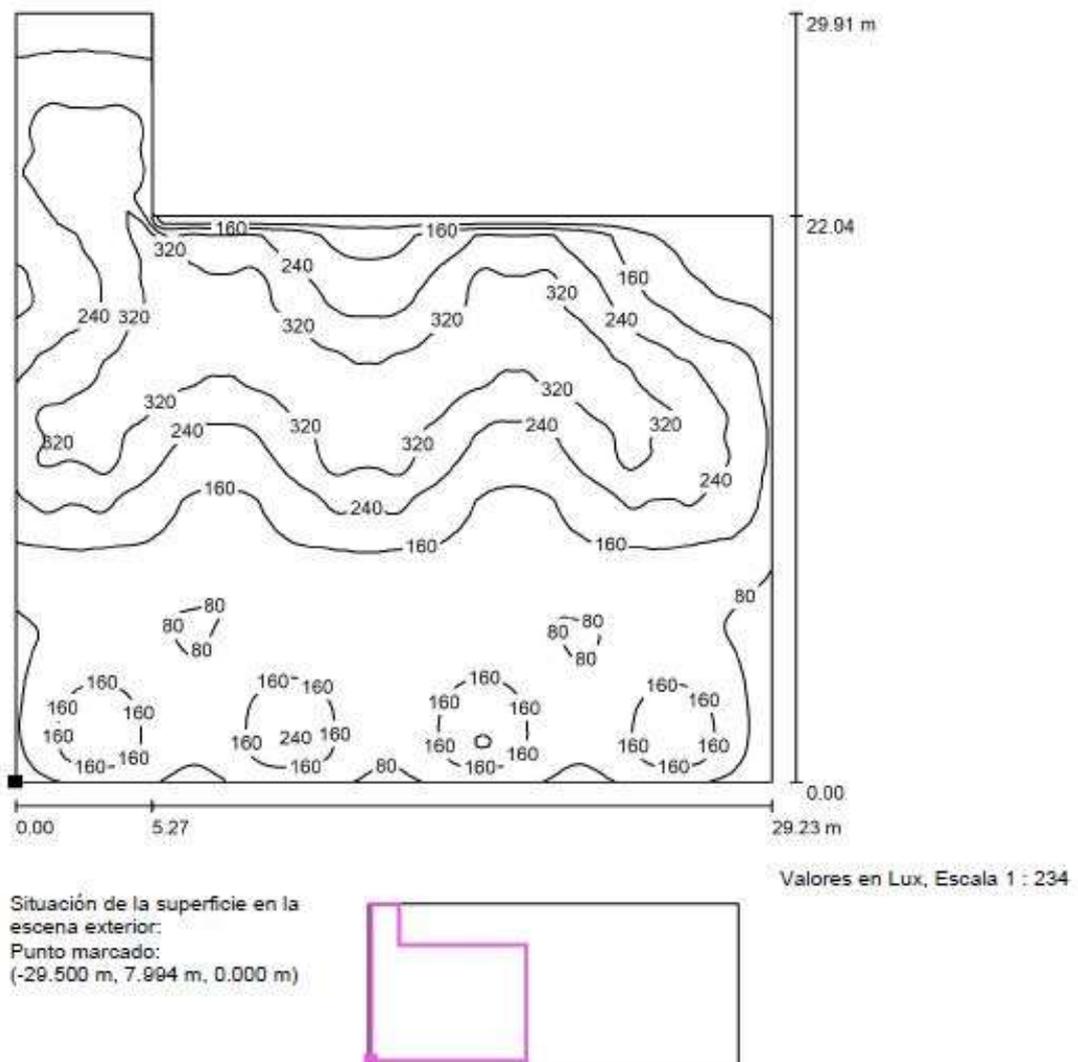


Imagen 1-32

Superficie	$\rho$ (%)	$E_m$ (lx)	$E_{min}$ (lx)	$E_{max}$ (lx)	$E_{min}/E_m$
Plano útil	-	196	16	393	0.81

### 1.8.3 Iluminación de emergencia

Según la norma, el alumbrado de emergencia es aquel previsto para que funcione en caso de fallo del alumbrado normal, y a diferencia de este, no tiene que alumbrar todo el local, sino que sólo se pone cerca de las vías de evacuación. En nuestro edificio se han dispuesto dos vías de evacuación, una por cada puerta de la nave, ambas interconectadas por si se diera la situación de que alguna de las puertas quedase obstruida. Tenemos que tener en cuenta que los puntos de salida deben ser lugares seguros, es por eso que ambas terminan en la vía pública. Por otra parte, tenemos que tener en cuenta el camino que atraviesa la vía de evacuación, que sea lo más sencillo y directo posible, y que tenga el menor número posible de obstáculos; en este caso hemos tenido suerte, porque la estructura es bastante lineal, como ahora veremos.

La primera vía de evacuación empezaría en la sala de reuniones, atravesaría la oficina hasta pasar por delante del mostrador, y bajar por las escaleras hasta el escaparate, y sale por la puerta frontal del escaparate; los únicos elementos que podrían considerarse obstáculos serían la mesa de recepción y los coches del escaparate, pero es imposible no pasar por estas zonas. La segunda vía, atravesaría linealmente el taller. Este camino es algo más complicado, porque los laterales están llenos de maquinaria, por lo que la vía estará centrada en el taller, que sería el camino más directo que los operarios deberían trazar. En la puerta que conecta el taller con el escaparate sería la zona de unión entre las dos vías de evacuación. EN cualquier caso, el número de puertas que se deben atravesar para salir, se han intentado reducir al mínimo posible.

- Diseño del alumbrado de emergencia.

Las vías de evacuación deben contar con iluminación especial principalmente porque a diferencia del alumbrado normal, este debe actuar cuando no haya otra fuente luminosa. La ITC-BT-28 habla del alumbrado de emergencia para locales de pública concurrencia. Según la norma, el alumbrado de emergencia es obligatorio para una ocupación superior a 50 personas ajenas al local, y se redondea a 1 persona por cada  $0.8\text{m}^2$ , cosa que nuestro local supera.

Dentro del alumbrado de emergencia, se distinguen dos alumbrados, el de seguridad y el de reemplazamiento. Este segundo no nos interesa, porque es para lugares como quirófanos, paritorios o similar, en los que no se puede apagar la luz, así que este hace de luz normal. El alumbrado de seguridad, que, si nos interesa, es aquel que garantiza la iluminación durante la evacuación de la zona, y deberá entrar en funcionamiento cuando la tensión baje por debajo del 70% de la nominal. Para ello, se distinguen tres zonas:

- Alumbrado de evacuación: Permite reconocer y utilizar las rutas de evacuación. Para poder garantizarlo, tendrá que garantizar que la iluminación mínima del camino es de 1 lux y el  $U_0$  es superior a 0.4. Además, en los puntos importantes, como extintores o cuadros, la iluminancia mínima asciende a 5. Este alumbrado debe durar como mínimo 1 h.
- Alumbrado anti-pánico: Es aquel alumbrado que garantiza que se puede ver el resto de la sala lo suficiente para poder identificar cualquier obstáculo o riesgo de pánico. En este caso,  $E_{\text{min}}$  debe ser superior a 0.5 lux, y al igual que antes,  $U_0$  debe ser superior a 0.4. También debe estar activo al menos 1 hora.
- Alumbrado de zonas de alto riesgo. Es el dedicado a zonas en la que se realicen actividades potencialmente peligrosas. En nuestro local, esta no nos interesa porque no se da en ninguna zona.

. A la hora de seleccionar las luminarias, varios factores que tenemos que tener en cuenta para seleccionar la que utilizaremos.

- Fuente de energía: Pueden ser autónomos y tener su propia batería, o estar alimentadas por una fuente central.
- Modo de funcionamiento: Pueden estar encendidas todo el tiempo, o sólo encenderse cuando falle la alimentación.
- Autonomía: Tiempo declarado durante el cual se emite el flujo luminoso asignado.

Con estas condiciones, nos hemos decantado por la Disano 619 Safety emergencia 3h, cuyas características se especificarán más adelante. Para instalarlas, se puede poner su propia línea de alumbrado de emergencia, o puede hacerse en la propia línea de alumbrado ya existente, como explica la siguiente imagen. En nuestro caso, hemos optado por integrarlas en las líneas de alumbrado general, como se ve en el segundo ejemplo.

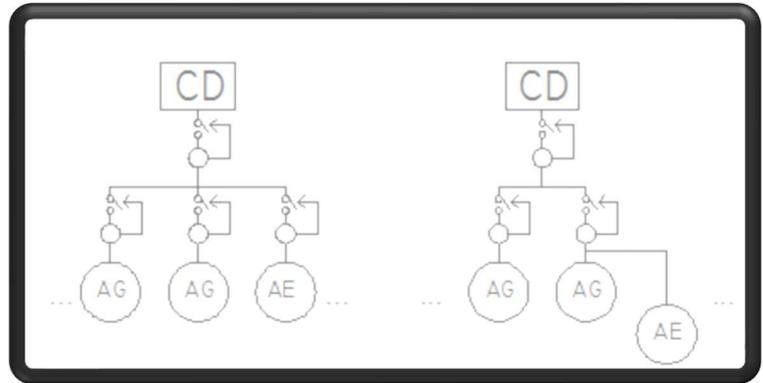


Imagen 1-33

Vía de evacuación	Em (lx)	Emin (lx)	Emax (lx)	Emin/Em
Escaparate	1.51	1.06	2.34	0.698
Taller	2.23	1.1	3.16	0.49
Zona general Oficinas	2.39	0.77	3.73	0.32

Superficie anti-pánico	Em (lx)	Emin (lx)	Emax (lx)	Emin/Em
Escaparate	0.77	0.06	4.68	0.073
Taller	1.50	0.26	3.26	0.171
Carrocería	0.47	0.12	1.12	0.25
Carrocería	0.47	0.12	1.12	0.25
Pintura	1	0.27	2.23	0.27
Sala de reuniones	2.3	0.34	5.93	0.15
Zona general Oficinas	0.77	-	3.73	-
Baño	2.21	1.79	2.55	0.8
Baño	2.21	1.79	2.55	0.8
Archivo	1.67	0.21	3.31	0.13

#### 1.8.4 Sistema de control de iluminación.

En pos de apostar por la eficiencia energética, prácticamente toda la instalación estará dotada de un sistema de control de la iluminación, para que automáticamente, las luminarias bajen su fuerza o se apaguen, cuando la luz exterior sea lo suficientemente fuerte. Esto se hará de forma que para el usuario pase inadvertido, y sobre todo, que determinadas luces se apaguen cuando no haya nadie, evitando que se queden luces encendidas innecesariamente. Este método de control se hace con un elemento añadido a la luminaria, un balastro electrónico, que hace de ordenador que controla a la luminaria.

El sistema de control, llamado DALI, que significa Digital Addressable Lighting Interface, utiliza un código binario para la comunicación entre sus dispositivos electrónicos. Es además el estándar digital para los balastos electrónicos.

Como es un edificio grande, pero con pocos lugares diferenciados, se hará mediante un sistema BUS para gestión integral de edificios, como indica la siguiente imagen:

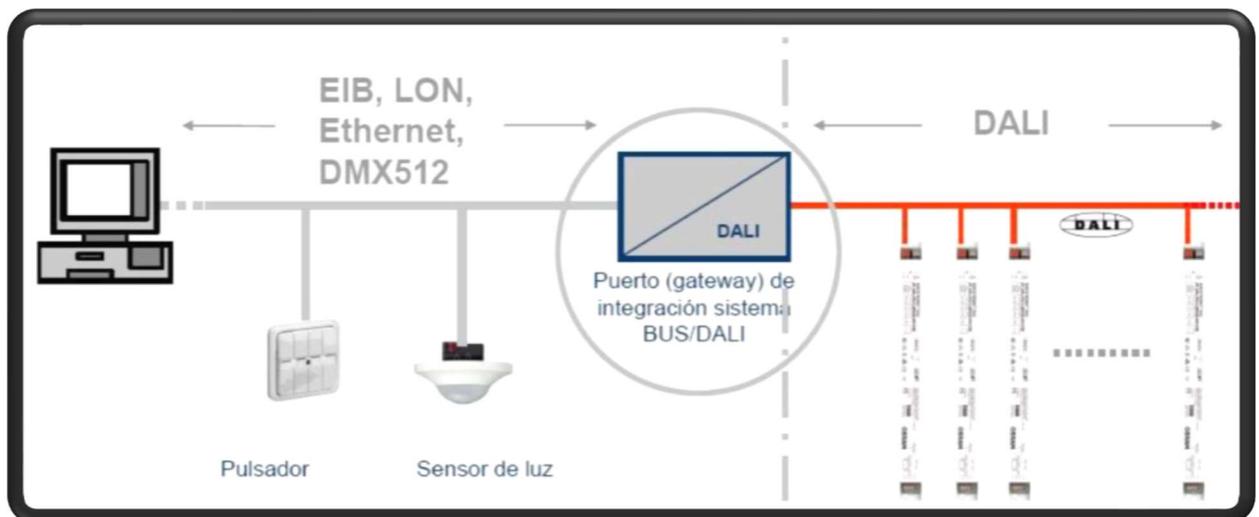


Imagen 1-34

Constará pues de un master, que se instalará en la recepción de las oficinas. El ajuste será simple, por lo que, una vez hecho, no debería ser tocado otra vez.

Para cada habitación, se fijarán los valores de luminosidad ya descritos por la normativa UNE-EN 123464-1 y UNE-EN 123464-2, pues se controlará tanto la luz interior como la exterior. Para poder medirlo, se instalarán sensores de luminosidad y presencia, pues no todas las salas constarán de interruptores y se encenderán automáticamente al detectar presencia.

El sistema permite controlar hasta 64 luminarias en 16 grupos de iluminación distintos por cada repetidor que salga del master. Como tenemos en total más de 64 luminarias, pondremos varios repetidores, y los agruparemos un grupo por cada regulador se instale, por lo que se podrán dar en una misma habitación más de un grupo de control, según su cercanía o lejanía a la ventana, que es la fuente de luz natural.

Habitación	Grupo	N.º. de Luminarias	Repetidor	Encendido	Nivel de luz fijado
Escaparate	1	20	1	Pulsador	600
Escaparate	2	20	1	Pulsador	600
Escaparate	3	20	1	Pulsador	600
Taller	4	10	2	Pulsador	300
Taller	5	10	2	Pulsador	300
Taller	6	10	2	Pulsador	300
Cobertizo	7	6	3	Pulsador	200
Vestuario	8	12	3	Automático	-
Carrocería	9	8	3	Pulsador	500
Carrocería	10	8	3	Pulsador	500
Pintura	11	9	3	Pulsador	750
Sala de Reuniones	12	10	4	-	500
Sala de Reuniones	13	16	4	-	-
Despacho del encargado	14	6	4	Pulsador	500
Almacén	15	4	4	Pulsador	200
Zona general	16	24	5	-	500
Zona general	17	32	5	Pulsador	300
Zona general	18	10	4	-	500
Baño	19	1	5	Automático	-
Baño	19	1	5	Automático	-

Tabla 1-27

## 1.9 COMPENSACIÓN DE LA ENERGÍA REACTIVA.

Una parte importante de la instalación es la compensación de la energía reactiva. Esto es importante porque todo factor de potencia que se aleje de 1, por ya sea por el siempre  $\cos(\varphi)$  como por derivados de la calidad del sistema eléctrico, implica que estamos pagando energía que no consumimos, y que no vemos, por lo que pueden aumentar las pérdidas por efecto Joule de los conductores por encima de los valores normalizados. Además, desde hace unos años se ha empezado a penalizar el consumo de energía reactiva, así que solucionarlo, es lo más económico.

### 1.9.1 Variadores de frecuencia.

Antes de meter una batería de condensadores, tenemos que ver si podemos reducir el factor de potencia de los diferentes motores que tenemos en la instalación. No todos ellos son susceptibles de ser mejorados con un variador, por ejemplo, tenemos los elevadores, que funcionan a penas unos segundos, por lo que tardaría mucho en rentabilizarse la instalación, o la máquina pre-ITV, que lleva en el mismo bloque los motores y el ordenador, por lo que habría que desmontarla para poder instalarlo, e igual que en el caso anterior, no funciona durante tanto tiempo como para que salga rentable. Aún así, si tenemos elementos que podemos mejorar, y estos son el compresor, plano aspirante y aire acondicionado. Sirviéndonos del programa ECO8 de Schneider, hemos encontrado los variadores necesarios para estos elementos.

Elemento	Variador
Plano aspirante	ATV650U55N4
Compresor	ATV320U15M2C
Aire acondicionado	ATV630D11N4

Tabla 1-28

Una vez metidos los variadores de frecuencia, los elementos tendrán un factor de potencia de 1, además de mejorar las corrientes de arranque.

### 1.9.2 Batería de condensadores

Una vez mejorado el  $\cos(\varphi)$  de algunos motores, tenemos que encargarnos del resto de la instalación pues también tenemos maquinaria que no puede mejorar su funcionamiento con el variador de frecuencia, y para esto, utilizamos condensadores.

Según la ITC-BT-43, está contemplado poner una única batería de condensadores centralizada o varias, trabajando únicamente sobre cada carga. Dado que en nuestra instalación no hay elementos que generen gran cantidad de reactiva, sino que todos generan una cantidad más o menos parecida, la mejor opción es una batería centralizada.

Para el caso de la instalación centralizada, la norma dice que la instalación debe estar dispuesta para que, de forma automática, asegure que la variación del factor de potencia no sea mayor del  $\approx 10\%$  del valor medio obtenido durante un prolongado periodo de funcionamiento.

Lo primero es ver cuanta reactiva consume nuestra instalación sin más mejora, y para ello, tendremos que analizar individualmente los consumos y características de los receptores. Por una parte, tenemos las luminarias, que se van a considerar con un factor de 0.95, ya que la norma acerca mucho su factor de potencia a 1, sin embargo, como hay varios sistemas de control del alumbrado, que generen armónicos, tomaremos el valor dicho. Por parte de los demás aparatos, no se conocen con exactitud los valores del factor de potencia de cada aparato, así que se han estimado todos en unos valores realistas.

Ahora bien, según el artículo 9.3 del Real decreto 1164/2001, del 26 de octubre, se penalizará el consumo de reactiva cuando este supere el 33% de la potencia activa (para el caso de tarifas que no sean la 2.0 o 2.1, que sería el 50%, pero no nos interesa, ya que eso es para viviendas prácticamente), y, además, cuanto más se supere ese umbral, mayor será la penalización. Según Iberdrola, el  $\cos(\varphi)$  objetivo será 0.95.

$$Q_{actual} = 27.12 \text{ [kVAR]}$$

$$\cos(\varphi') = 0.95 \rightarrow \text{tg}(\varphi') = 0.33$$

$$Q_{objetivo} = 56.24 \cdot \text{tg}(\varphi') = 18.48 \text{ [kVAR]}$$

$$Q_{Condensadores} = Q - Q_{objetivo} = 27.12 - 18.48 = 10.65 \text{ [kVAR]}$$

Con estos datos de cálculo, nos hemos ido al programa de Schneider electric: SIsVAR, y con su ayuda hemos seleccionado una batería "VarSet 12.5 kVAR 400V 3+3+6.25 NS", constituida por dos grupos de condensadores de 3 kVAR cada uno y un tercero de 6.25 kVAR. Esto se hace porque no en todo momento vamos a necesitar los 10 kVAR que hemos calculado, sino que, por norma general, sólo usaremos una pequeña parte. Además, al tener 3 bloques, estos se podrán ir alternando entre sí para aumentar la vida útil del banco de condensadores.

## 1.10 CONCLUSIÓN.

Se ha diseñado una instalación eléctrica de baja tensión, que comprende desde la llegada de la acometida, hasta cada uno de los elementos del taller, cumpliendo las especificaciones del REBT. Si hubiese que buscar algo diferente a esta, sería el hecho de que incluye puntos de recarga, los cuales tienen algunas peculiaridades únicas que no tienen el resto de maquinaria de la industria. Además, se ha tenido en cuenta desde el principio, la inclusión de variadores de frecuencia, que mejoran el  $\cos(\varphi)$  de la instalación, y minimizan las corrientes de arranque de los motores que acompañan, permitiendo cables con menores secciones y protecciones más pequeñas. También, en pos de la eficiencia energética del edificio, hemos tenido en cuenta los sistemas de gestión de la iluminación. Con esto, se ha buscado que la instalación sea lo más duradera posible, y que no necesite mejoras en mucho tiempo.

Como opinión personal, estoy contento con el resultado del proyecto, pues este me ha permitido aunar en un mismo proyecto, la gran mayoría de conocimientos que he ido adquiriendo a lo largo de la carrera, y a su vez, preparar un proyecto tipo para las necesidades que me puedan surgir en el día de mañana.

## 2 ANEXOS

### 2.1 CÁLCULOS

A lo largo de los siguientes puntos, se van a desarrollar tablas en las que, punto por punto, justifican los elementos elegidos en la instalación. Aún así, vamos a desarrollar una línea para que sirva de ejemplo de los siguientes puntos, que estarán muy resumidos.

- Línea 1.1

Primero, calculamos la intensidad que atraviesa al conductor:

$$I = \frac{P \cdot k}{\sqrt{3} \cdot V \cdot \cos(\varphi)} = \frac{2200 [kW] \cdot 1.25}{\sqrt{3} \cdot 400[V] \cdot 0.9} = 4.41 [A]$$

A continuación, obtenida la intensidad, calculamos el primer criterio para el cálculo de la sección, la intensidad máxima admisible.

- Método: B2. Conductores multipolares empotrados en obra o en montaje superficial.
- Factor de corrección de la temperatura ( $k_1$ ) = 1.05
- Factor de corrección de agrupación de circuitos ( $k_2$ ) = 1

$$I_{Máx} = \frac{I}{\sum k} = \frac{4.41 [A]}{1.05} = 4.20 [A]$$

Para este valor de intensidad máxima, teniendo en cuenta el método, en este caso, el B2, seleccionamos una sección de conductor de 2.5 mm<sup>2</sup>, que soporta hasta 22 A.

Ahora, tenemos que verificar que también cumpla con los criterios de caída de tensión. Para este cálculo, como se explicará más adelante, se ha tenido en cuenta la conductividad del conductor a la temperatura de servicio, que, en este caso, es 42.01°C

$$\Delta V = \frac{\sqrt{3}}{\gamma \cdot S} \cdot I \cdot L \cdot \cos(\varphi) = \frac{\sqrt{3}}{53.38 \cdot 2.5} \cdot 4.41 \cdot 12 \cdot 0.9 = 0.62 [V]$$

Esta caída de tensión, en porcentaje, equivale a una caída del 0.15%, y, la caída de tensión acumulada, que es la suma de las caídas de tensión por las líneas que ha recorrido la intensidad anteriormente, en este caso, acometida, derivación individual y línea 1, es:

$$\Delta V_{Acometida} + \Delta V_{Derivación\ individual} + \Delta V_{Línea\ 1} + \Delta V_{Línea\ 1.1} = 0.18 + 0.41 + 0.15 = 0.74$$

Este valor es menor que 6.5%, la máxima admisible para líneas interiores de fuerza, por lo tanto, el cálculo es correcto.

Por último, tenemos el tema de las protecciones. La protección contra sobrecargas, la térmica, estará regulada a 16 A

$$I_b \leq I_n \leq I_z \rightarrow 4.41 \leq 16 \leq 18.27$$

$$I_2 \leq 1.45 \cdot I_z \rightarrow 8.7 \leq 26.49$$

Ambas condiciones se cumplen, por lo que es válida la selección del térmico. El magnético, por su parte, calcula los valores de  $I_{CCMáx}$  e  $I_{CCMin}$ , y con ellas elige el poder de corte.

Para poder efectuar el cálculo, se ha tenido que haber  $Z_t$ , que es la resistencia de los conductores, este valor es muy pequeño, puesto que los valores son únicamente los de resistencia de los cables.

$$I_{cc_{Máx}} = \frac{U [V]}{\sqrt{3} \cdot Z_t [\Omega]} = \frac{400 [V]}{\sqrt{3} \cdot 0.096 [\Omega]} = 2390 [A] = 2.39 [kA]$$

$$I_{cc_{Min}} = X \cdot I_{cc_{Máx}} = 2.39 \cdot 0.23 = 0.54$$

Siendo el valor de 0.23 un valor obtenido mediante tablas a partir de la relación entre la resistencia y la inductancia del conductor.

Y, por último, la protección diferencial, esta será de corte instantáneo, y con una sensibilidad de 30 mA., en este caso, no se aprecia, pero para buscar la selectividad, todos los diferenciales superiores, tendrán una sensibilidad superior, y no saltarán de forma instantánea.

### 2.1.1 Intensidad que atraviesa los conductores.

En el cálculo de las secciones, principalmente se han utilizado las ecuaciones mencionadas en el punto 1.1.1, con las diferencias tanto para trifásica como monofásica. Sin embargo, hay que tener en cuenta los factores de corrección, según la carga que se alimente. En la norma, se habla de una corrección del 125% para motores y 180% para lámparas de descarga. Sin embargo, las lámparas, al ser de tecnología LED, y llevar los balastos electrónicos, no tienen ese pico inicial de corriente, por lo que desaparece el factor de corrección.

De todas las líneas, cabe destacar la 1.1.3, que da energía a la línea pre itv. Esta consta de 4 motores dentro de sí, pero está preparada internamente para no encenderlos todos de golpe, en el hipotético caso de necesitarlos, por lo que, en el cálculo de la intensidad de esta línea, se considerará la suma de todos los motores, aplicando el coeficiente de corrección sólo al uno de los motores, el de mayor potencia. Y de igual forma se hace con las líneas que alimentan los subcuadros.

- Líneas trifásicas:

Línea	Potencia [W]	cos(φ)	factor de corrección	Coef. de sim.	Intensidad[A]
Acometida	300000	0,9	-	1	481,13
Derivación individual	100985	0,9	-	1	185,81
Línea 1	23050	0,8	-	0,8	33,27
Línea 1.1	2200	0,9	1,25	-	4,41
Línea 1.2	2200	0,9	1,25	-	4,41
Línea 1.3	-	-	-	-	0,00
Línea 2	11190	0,8	-	0,8	20,19
Línea 2.1	2200	0,9	1,25	-	4,41
Línea 2.2	2200	0,9	1,25	-	4,41
Línea 3	25368	0,8	-	1	45,77
Línea 3.1	4000	1	1,25	-	7,22
Línea 3.2	8000	0,75	-	-	15,40
Línea 4	22370	0,8	-	1	40,36
Línea 4.4	8000	1	1,25	-	14,43

<b>Línea 5</b>	14707	0,9	-	1	23,59
<b>Línea 5.1</b>	3057	1	-	1	4,41
<b>Línea 5.2</b>	4250	1	-	1	6,13
<b>Línea 5.4</b>	11000	0,86	-	-	18,46
<b>Línea 6</b>	12500	0,9	-	-	20,05

Tabla 2-1

- Líneas monofásicas

<b>Línea</b>	<b>Potencia</b>	<b>cos(<math>\varphi</math>)</b>	<b>factor de corrección</b>	<b>Intensidad</b>
<b>Línea 1.4</b>	3450	0,86	1	17,44
<b>Línea 2.3</b>	1840	0,8	1	10,00
<b>Línea 2.3.1</b>	1100	0,84	1	5,69
<b>Línea 2.3.2</b>	650	0,8	1	3,53
<b>Línea 2.3.3</b>	90	0,8	1	0,49
<b>Línea 2.4</b>	1875	0,8	1,25	12,74
<b>Línea 2.5</b>	3450	0,86	1	17,44
<b>Línea 3.3</b>	2300	1	1	10,00
<b>Línea 3.4</b>	4218	0,8	1	22,92
<b>Línea 3.4.1</b>	3450	0,86	1	17,44
<b>Línea 3.4.2</b>	768	1	1	3,34
<b>Línea 3.5</b>	4350	0,8	1	23,64
<b>Línea 3.5.1</b>	3450	0,86	1	17,44
<b>Línea 3.5.2</b>	900	1	1	3,91
<b>Línea 3.6</b>	1875	1	1,25	10,19
<b>Línea 4.1</b>	4053	0,9	1	19,58
<b>Línea 4.1.1</b>	603	1	1	2,62
<b>Línea 4.1.2</b>	3450	0,86	1	17,44
<b>Línea 4.2</b>	4026	0,9	1	19,45
<b>Línea 4.2.1</b>	576	1	1	2,50
<b>Línea 4.2.2</b>	3450	0,86	1	17,44
<b>Línea 4.3</b>	4291	0,9	1	20,73
<b>Línea 4.3.1</b>	841	1	1	3,66
<b>Línea 4.3.2</b>	3450	0,86	1	17,44
<b>Línea 5.1.1</b>	1019	1	1	4,43
<b>Línea 5.1.2</b>	1019	1	1	4,43
<b>Línea 5.1.3</b>	1019	1	1	4,43
<b>Línea 5.2.1</b>	1050	1	1	4,57
<b>Línea 5.2.2</b>	1600	1	1	6,96
<b>Línea 5.2.3</b>	1600	1	1	6,96
<b>Línea 5.3</b>	3700	0,86	1	18,71

Tabla 2-2

### 2.1.2 Intensidad máxima admisible

La intensidad máxima admisible por cada línea. Se hace siguiendo el mismo método que hemos visto en el ejemplo, siendo  $k_1$  la corrección por temperatura y  $k_2$  la corrección por agrupación de circuitos. Además, aunque no lo incluya la tabla, hay un  $k_3$ , que sólo afecta a los circuitos de acometida y derivación individual, los conductores subterráneos, de valor 1.05, que hace referencia a la constitución del suelo, tierra arenisca.

El 2x de la acometida implica que hay dos circuitos.

	Intensidad [A]	Método	$k_1$	$k_2$	I máxima [A]	Sección	I admisible [A]
<b>Acometida</b>	481.14	D	0,94	0,90	541.48	2x95	670
<b>DI</b>	185,81	D	0,94	0,90	188,25	95	225
<b>Línea 1</b>	33,27	F	1,05	0,65	48,75	25	122
<b>Línea 1.1</b>	4,41	B2	1,05	1	4,20	2.5	22
<b>Línea 1.2</b>	4,41	B2	1,05	1	4,20	2.5	22
<b>Línea 1.3</b>	27,44	F	1,05	0,65	40,21	25	122
<b>Línea 1.4</b>	17,44	B1	1,08	1	16,15	2.5	20
<b>Línea 2</b>	20,19	F	1,05	0,55	34,96	25	122
<b>Línea 2.1</b>	4,41	B2	1,05	1	4,20	2.5	22
<b>Línea 2.2</b>	4,41	B2	1,05	1	4,20	2.5	22
<b>Línea 2.3</b>	10,00	-	1,05	1	9,52	2.5	22
<b>Línea 2.3.1</b>	5,69	E	1,05	0,55	9,86	2.5	32
<b>Línea 2.3.2</b>	3,53	E	1,05	0,55	6,12	2.5	32
<b>Línea 2.3.3</b>	0,49	E	1,05	0,55	0,85	2.5	32
<b>Línea 2.4</b>	12,74	E	1,05	0,55	22,06	2.5	32
<b>Línea 2.5</b>	17,44	B1	1,08	1	16,15	2.5	20
<b>Línea 3</b>	45,77	F	1,05	0,55	79,25	10	97
<b>Línea 3.1</b>	7,22	B2	1,05	1	6,87	2.5	22
<b>Línea 3.2</b>	15,40	B2	1,05	1	14,66	2.5	22
<b>Línea 3.3</b>	10,00	B1	1,05	1	9,52	2.5	20
<b>Línea 3.4</b>	22,92	-	1,08	1	21,23	4	26
<b>Línea 3.4.1</b>	17,44	B1	1,08	1	16,15	2.5	20
<b>Línea 3.4.2</b>	3,34	B1	1,08	1	3,09	1.5	18
<b>Línea 3.5</b>	23,64	-	1,08	1	21,89	4	26
<b>Línea 3.5.1</b>	17,44	B1	1,08	1	16,15	2.5	20
<b>Línea 3.5.2</b>	3,91	B1	1,08	1	3,62	1.5	18
<b>Línea 3.6</b>	10,19	B1	1,05	1	9,70	2.5	28
<b>Línea 4</b>	40,36	B2	1,05	1	38,44	10	54
<b>Línea 4.1</b>	19,58	-	1,08	1	18,13	4	53
<b>Línea 4.1.1</b>	2,62	B1	1,08	1	2,43	1.5	14,5
<b>Línea 4.1.2</b>	17,44	B1	1,08	1	16,15	2.5	20
<b>Línea 4.2</b>	19,45	-	1,08	1	18,01	4	53
<b>Línea 4.2.1</b>	2,50	B1	1,08	1	2,32	1.5	14,5
<b>Línea 4.2.2</b>	17,44	B1	1,08	1	16,15	2.5	20
<b>Línea 4.3</b>	20,73	-	1,08	1	19,19	4	53

Línea 4.3.1	3,66	B1	1,08	1	3,39	1.5	14,5
Línea 4.3.2	17,44	B1	1,08	1	16,15	2.5	20
Línea 4.4	14,43	B2	1,05	1	13,75	2.5	22
Línea 5	23,59	-	1,05	1	22,46	25	122
Línea 5.1	4,43	-	1,05	1	4,22	1.5	20
Línea 5.1.1	4,43	E	1,05	0,7	6,03	1.5	23
Línea 5.1.2	4,43	E	1,05	0,7	6,03	1.5	23
Línea 5.1.3	4,43	E	1,05	0,7	6,03	1.5	23
Línea 5.2	6,96	-	1,05	1	6,63	1.5	20
Línea 5.2.1	4,57	E	1,05	1	4,35	1.5	23
Línea 5.2.2	6,96	B1	1,05	1	6,63	1.5	20
Línea 5.2.3	6,96	B1	1,05	1	6,63	1.5	20
Línea 5.3	18,63	E	1,05	0,65	27,83	2.5	44
Línea 5.4	18,41	E	1,05	0,65	27,65	2.5	44
Línea 6	20,05	B1	1,05	1	19,09	2,5	30

Tabla 2-3

### 2.1.3 Cálculos de caída de tensión

Para los cálculos de caída de tensión, al servirnos de la ayuda del programa DMelect, este nos calcula el valor real de la conductancia de los conductores, alejándonos del simple 48 para XLPE y 44 para PVC. El programa calculará la intensidad que atravesará el conductor, y en función de esta, hallará la temperatura a la que trabajará, y, por ende, el valor de la resistividad.

	Potencia	sección	Tª [°C]	$\gamma$	Longitud	$\Delta V$ [V]	$\Delta V$	AV acumulada
Acometida	300000	370	80,65	48	29	1,23	0,31 %	0,31 %
DI	100985	95	69,63	48,58	10	0,42	0,11 %	0,17 %
Línea 1	17285	25,0	42,58	53,27	50	1,80	0,41 %	0,58 %
Línea 1.1	2750	2,5	42,01	53,38	12	0,62	0,15 %	0,74 %
Línea 1.2	2750	2,5	42,01	53,38	12	0,69	0,15 %	0,74 %
Línea 1.3	16350	25,0	42,53	53,28	15	0,46	0,12 %	0,70 %
Línea 1.4	3450	2,5	62,63	49,68	10	1,36	1,04 %	1,63 %
Línea 2	8383	25,0	44,77	53,63	55	0,86	0,21 %	0,39 %
Línea 2.1	2750	2,5	42,01	53,38	15	0,77	0,19 %	0,59 %
Línea 2.2	2750	2,5	42,01	53,38	15	0,77	0,19 %	0,59 %
Línea 2.3	1840	2,5	45,62	52,70	0,3	0,04	0,02 %	0,41 %
Línea 2.3.1	1100	2,5	41,57	53,47	20	1,43	0,62 %	1,02 %
Línea 2.3.2	650	2,5	40,06	53,66	20	0,84	0,36 %	0,77 %
Línea 2.3.3	90	2,5	40,01	53,77	20	0,12	0,05 %	0,46 %
Línea 2.4	1875	2,5	45,03	52,81	25	3,07	1,33 %	1,72 %
Línea 2.5	3450	2,5	62,63	49,68	10	2,41	1,04 %	1,43 %
Línea 3	25368	10,0	47,03	52,03	0,3	3,39	0,85 %	1,02 %
Línea 3.1	5000	2,5	45,96	52,63	25	2,37	0,59 %	1,62 %
Línea 3.2	8000	2,5	64,49	49,39	10	1,62	0,41 %	1,43 %
Línea 3.3	2300	2,5	46,33	52,56	50	7,58	3,28 %	4,31 %
Línea 3.4	4218	4,0	68,69	47,46	0,3	0,09	2,06 %	1,06 %

<b>Línea 3.4.1</b>	3450	2,5	59,24	50,25	20	4,76	2,06 %	3,12 %
<b>Línea 3.4.2</b>	768	1,5	41,58	53,47	17	1,41	0,61 %	1,67 %
<b>Línea 3.5</b>	4350	4,0	70,08	48,11	0,3	0,09	0,04 %	1,07 %
<b>Línea 3.5.1</b>	3450	2,5	59,24	50,25	40	9,51	4,12 %	5,18 %
<b>Línea 3.5.2</b>	900	1,5	42,17	53,35	27	2,63	1,14 %	2,20 %
<b>Línea 3.6</b>	1875	2,5	46,57	52,52	25	3,09	1,34 %	2,36 %
<b>Línea 4</b>	22370	10,0	67,93	48,81	70	1,72	0,43 %	0,61 %
<b>Línea 4.1</b>	4053	4,0	51,58	25,55	0,3	0,05	0,02 %	0,63 %
<b>Línea 4.1.1</b>	603	1,5	40,97	53,59	30	1,95	0,84 %	1,47 %
<b>Línea 4.1.2</b>	3450	2,5	62,63	49,68	40	9,62	4,17 %	4,8 %
<b>Línea 4.2</b>	4026	4,0	51,57	51,58	0,3	0,05	0,02 %	0,63 %
<b>Línea 4.2.1</b>	576	1,5	40,89	53,6	30	1,86	0,81 %	1,44 %
<b>Línea 4.2.2</b>	3450	2,5	62,63	49,68	40	9,62	4,17 %	4,8 %
<b>Línea 4.3</b>	4291	4,0	53,31	51,29	0,3	0,05	0,02 %	0,63 %
<b>Línea 4.3.1</b>	841	1,5	41,89	23,41	30	2,72	1,18 %	1,81 %
<b>Línea 4.3.2</b>	3450	2,5	62,63	49,68	40	9,62	4,17 %	4,8 %
<b>Línea 4.4</b>	10000	2,5	68,26	48,77	30	6,15	1,54 %	2,15 %
<b>Línea 5</b>	14707	25,0	45,3	52,76	0,5	0,02	0,00 %	0,42 %
<b>Línea 5.1</b>	3057	1,5	42,78	53,24	0,3	0,03	0,01 %	0,19 %
<b>Línea 5.1.1</b>	1019	1,5	41,84	53,42	42	4,63	2 %	2,2 %
<b>Línea 5.1.2</b>	1019	1,5	41,84	53,42	42	4,63	2 %	2,2 %
<b>Línea 5.1.3</b>	1019	1,5	41,84	53,42	42	4,63	2 %	2,2 %
<b>Línea 5.2</b>	4250	1,5	42,78	53,24	0,3	0,03	0,01 %	0,19 %
<b>Línea 5.2.1</b>	1050	1,5	41,72	53,44	42	4,76	2,06 %	2,26 %
<b>Línea 5.2.2</b>	1600	1,5	46,85	52,47	42	7,39	3,2 %	3,4 %
<b>Línea 5.2.3</b>	1600	1,5	46,85	52,47	42	7,39	3,2 %	3,4 %
<b>Línea 5.3</b>	3700	2,5	56,95	50,65	20	5,06	2,19 %	2,37 %
<b>Línea 5.4</b>	11000	2,5	61,74	49,83	23	5,08	1,27 %	1,45 %
<b>Línea 6</b>	-	-	-	-	-	-	-	-

Tabla 2-4

## 2.2 CÁLCULO DE LAS PROTECCIONES

### 2.2.1 Protección magnetotérmica

El cálculo de las protecciones se ha calculado con el programa CYPElect, en la siguiente tabla, veremos las tres primeras columnas, que hablan de la protección térmica, y las 4 siguientes son las referentes a la protección contra cortocircuitos. El programa no incluye el cálculo de las líneas de derivación, como es el caso de la línea 2.3, por ejemplo, pero tiene todo el sentido del mundo, si vamos al plano y vemos que en estas lo que hay es un diferencial, por lo que no hay protección posible.

	$I_b$ [A]	$I_n$ [A]	$I_z$ [A]	$I_{ccMáx}$ [kA]	PdC [kA]	$I_{ccMin}$ [kA]	$I_m$ [kA]
Acometida	434,24	-	467,74	12	-	5	-
DI	139,12	200	227,94	11,4	20	4,51	1,25
Línea 1	33,27	25	43,5	10,74	15	1,1	0,25
Línea 1.1	4,41	10	23,66	2,39	10	0,61	0,1
Línea 1.2	4,41	10	23,66	2,39	10	0,54	0,1
Línea 1.3	27,44	25	25,63	2,39	10	0,54	0,25
Línea 1.4	17,44	16	20,88	1,9	6	0,78	0,16
Línea 2	20,19	25	69,86	10,74	15	1,56	0,25
Línea 2.1	4,41	10	25,48	4,45	10	0,66	0,1
Línea 2.2	4,41	10	25,48	4,45	10	0,66	0,1
Línea 2.3	10,00	-	-	-	-	-	-
Línea 2.3.1	5,69	16	25,48	2,81	6	1,8	0,16
Línea 2.3.2	3,53	16	25,48	2,81	6	1,8	0,16
Línea 2.3.3	0,49	10	25,48	2,81	6	1,8	0,16
Línea 2.4	12,74	16	20,88	2,81	6	1,04	0,1
Línea 2.5	17,44	16	20,88	2,81	6	0,69	0,16
Línea 3	45,77	50	106,47	10,74	15	1,2	0,5
Línea 3.1	7,22	10	25,48	3,73	6	0,42	0,1
Línea 3.2	15,40	16				0,5	0,16
Línea 3.3	10,00	10	49,14	2,38	6	0,52	0,1
Línea 3.4	22,92	-	-	-	-	-	-
Línea 3.4.1	17,44	16	20,88	2,38	6	0,61	0,16
Línea 3.4.2	3,34	10	15,23	2,38	6	0,44	0,1
Línea 3.5	23,64	-	-	-	-	-	-
Línea 3.5.1	17,44	16	20,88	2,38	6	0,61	0,16
Línea 3.5.2	3,91	10	15,23	2,38	6	0,44	0,1
Línea 3.6	10,19	16	28,21	2,38	6	0,46	0,1
Línea 4	40,36	80	95,7	10,74	15	3,62	0,8
Línea 4.1	19,58	-	-	-	-	-	-
Línea 4.1.1	2,62	6	15,23	5,92	6	0,37	0,06
Línea 4.1.2	17,44	16	20,88	5,92	6	0,86	0,16
Línea 4.2	19,45	-	-	-	-	-	-
Línea 4.2.1	2,50	6	15,23	5,92	6	0,37	0,06

<b>Línea 4.2.2</b>	17,44	16	20,88	5,92	6	0,86	0,16
<b>Línea 4.3</b>	20,73	-	-	-	-	-	-
<b>Línea 4.3.1</b>	3,66	6	15,23	5,92	6	0,37	0,06
<b>Línea 4.3.2</b>	17,44	16	20,88	5,92	6	0,86	0,16
<b>Línea 4.4</b>	14,43	20	25,48	9,43	10	0,65	0,2
<b>Línea 5</b>	23,59	50	60,06	10,74	15	4,41	0,5
<b>Línea 5.1</b>	4,43	-	-	-	-	-	-
<b>Línea 5.1.1</b>	4,43	10	2,93	6,89	10	0,22	0,1
<b>Línea 5.1.2</b>	4,43	10	2,93	6,89	10	0,22	0,1
<b>Línea 5.1.3</b>	4,43	10	2,93	6,89	10	0,22	0,1
<b>Línea 5.2</b>	6,96	-	-	-	-	-	-
<b>Línea 5.2.1</b>	4,57	10	19,41	6,89	10	0,39	0,1
<b>Línea 5.2.2</b>	6,96	10	20,88	6,89	10	0,38	0,1
<b>Línea 5.2.3</b>	6,96	10	20,88	6,89	10	0,38	0,1
<b>Línea 5.3</b>	18,71	25	29,81	6,89	10	0,68	0,16
<b>Línea 5.4</b>	18,71	25	26,5	10,56	15	0,58	0,16
<b>Línea 6</b>	10,65	-	-	-	-	-	-

Tabla 2-5

### 2.2.2 Protección diferencial

La instalación se dividirá en digamos dos zonas diferentes, cada una de ellas tendrá la sensibilidad y el tiempo de salto adecuados para una correcta selectividad. Por una parte, tendremos los elementos finales, siempre con actuación instantánea y sensibilidad de 30 mA, y por otro, los intermedios de cada uno de los cuadros, que tendrán una sensibilidad de 100 o 300 mA y actuación no instantánea.

Para asegurar el funcionamiento de este interruptor, tendremos que ponerlo en el umbral superior al magnetotérmico asociado.

## 2.3 COMPENSACIÓN DE REACTIVA

Los valores del  $\cos(\varphi)$ , aunque no son reales, se ha intentado que sean lo más realista posible, pues es un dato que ni los fabricantes suelen dar.

Elemento	P. activa	$\cos(\varphi)$	$\tan(\varphi)$	P, Reactiva
<b>Elevador 2C</b>	2,2	0,9	0,4843221	1,065508631
<b>Elevador 2C</b>	2,2	0,9	0,4843221	1,065508631
<b>Elevador 4C</b>	2,2	0,9	0,4843221	1,065508631
<b>Elevador 4C</b>	2,2	0,9	0,4843221	1,065508631
<b>Pre-itv</b>	15,2	0,86	0,59336515	9,019150349
<b>Desmontadora de ruedas</b>	1,1	0,84	0,64593619	0,710529808
<b>Alineadora</b>	0,65	0,8	0,75	0,4875
<b>Equilibradora</b>	0,09	0,8	0,75	0,0675
<b>Taladradora</b>	1,5	0,8	0,75	1,125
<b>Plano aspirante</b>	4	1	0	0
<b>Lavadora de piezas</b>	8	0,75	0,8819171	7,05533683

<b>Compresor</b>	1,5	1	0,75	0
<b>Aire acondicionado</b>	8	0,8	0,75	6
<b>Punto de recarga</b>	3,7	0,86	0,59336515	2,195451072
<b>Punto de recarga</b>	3,7	0,86	0,59336515	2,195451072
<b>Total</b>	<b>56,24</b>			<b>27,11795365</b>

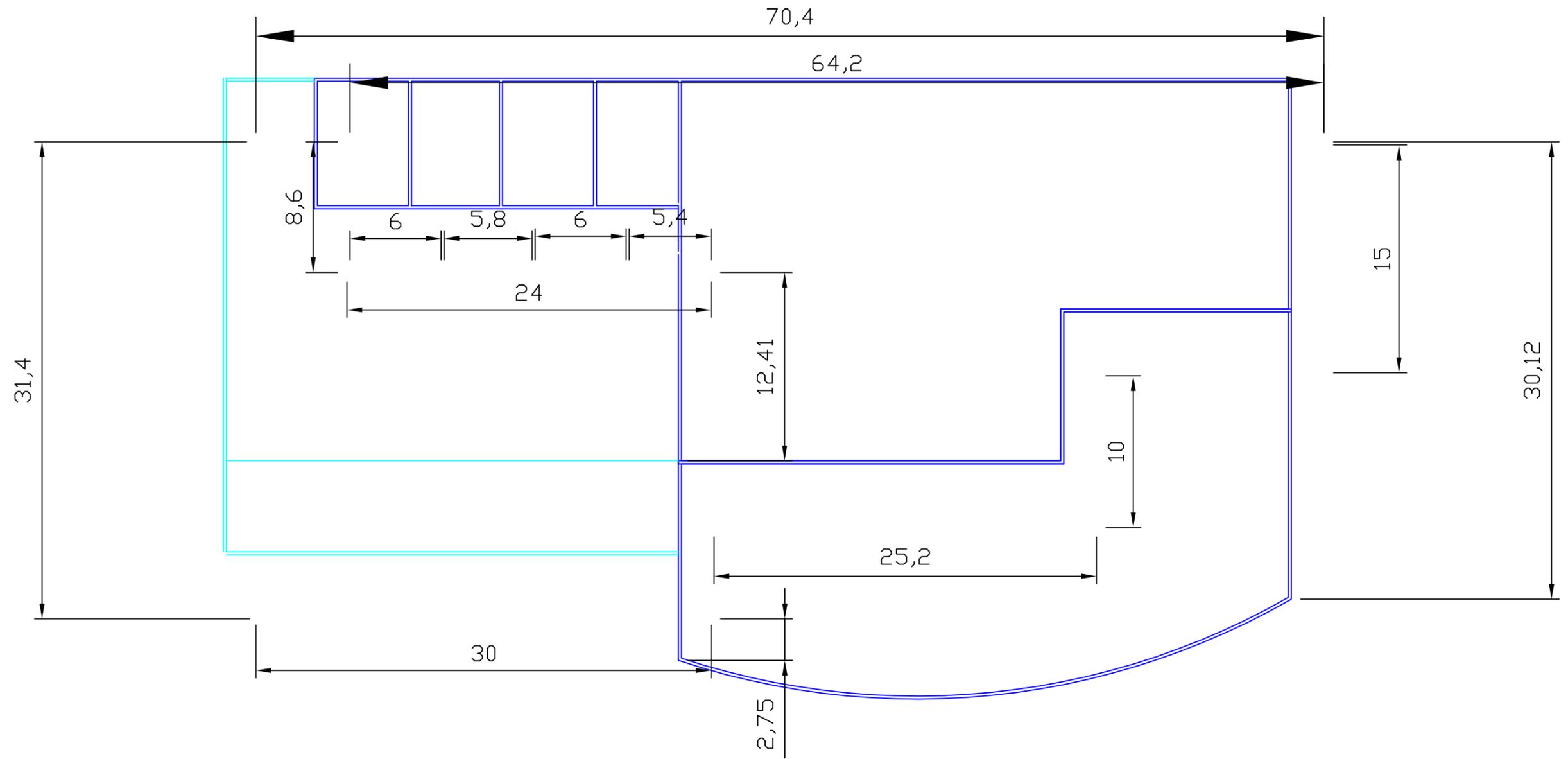
*Tabla 2-6*



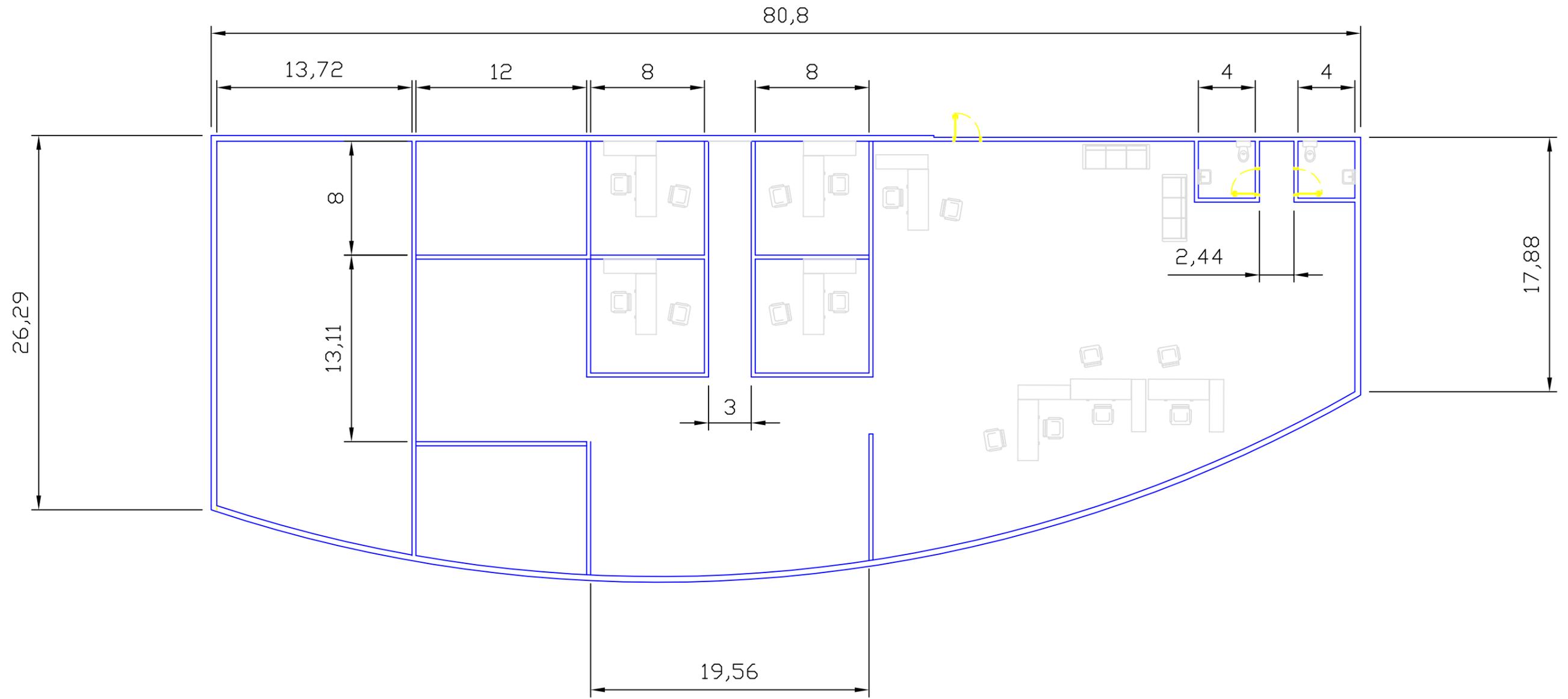
### 3 PLANOS

---

1. Nave industrial. Planta baja.
2. Nave industrial. Primera planta.
3. Maquinaria.
4. Vías de evacuación. Planta baja.
5. Vías de evacuación. Primera planta.
6. Cuadro eléctrico completo.
7. Cuadros 1 y 2.
8. Cuadro exterior y cuadro de oficinas.
9. Cuadro auxiliar y general.

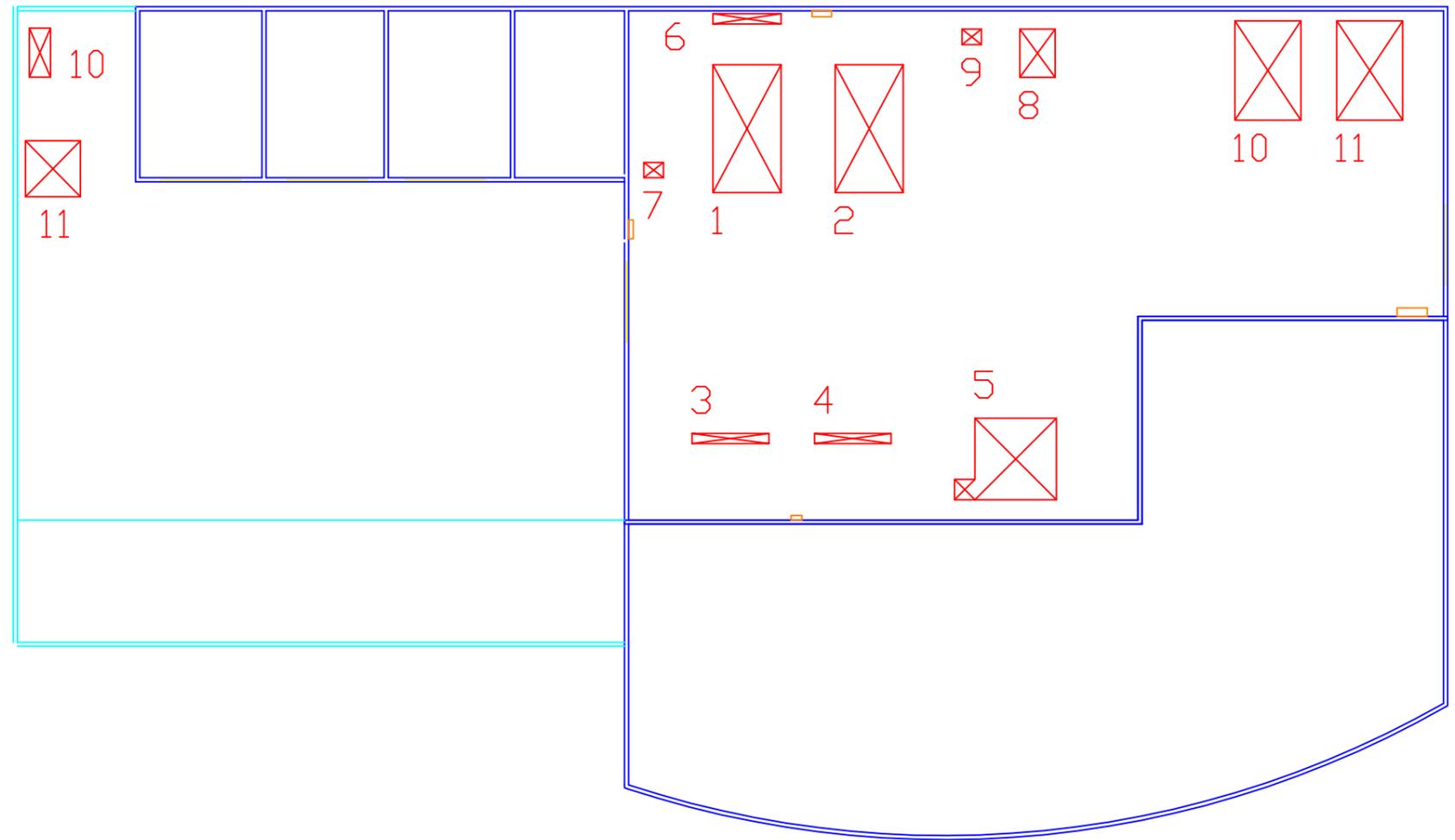


Proyecto: Instalación eléctrica de un concesionario con taller		Expediente: TFE
Situación:		
Propietario:		
Plano: 6	Planta: Cuadro eléctrico	
Arquitecto: Javier Sánchez Ruiz		

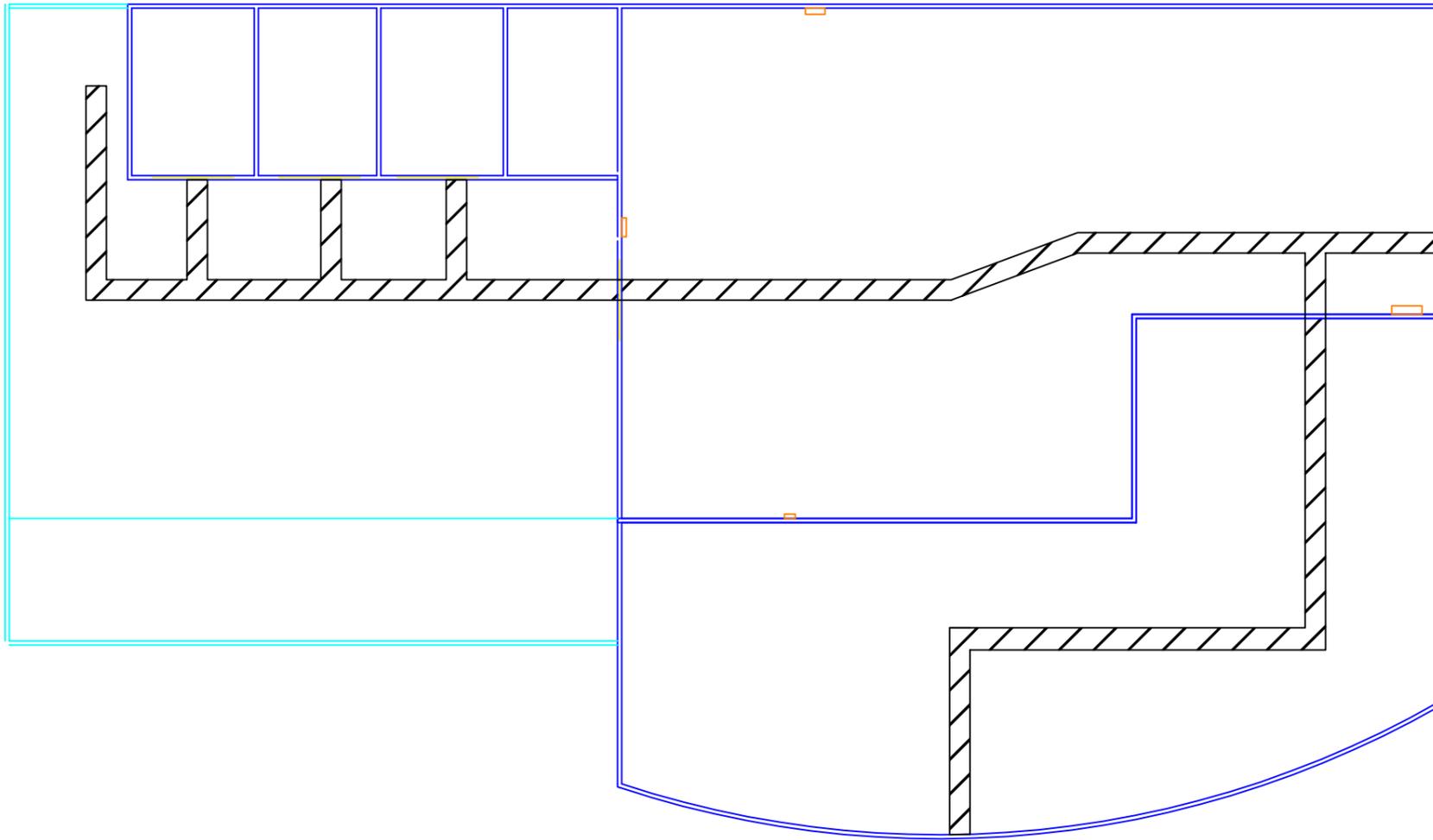


Proyecto: Instalación eléctrica de un concesionario con taller		Expediente: TFE
Situación:		
Propietario:		
Plano: 2	Planta: Primera planta	
Arquitecto: Javier Sánchez Ruiz		

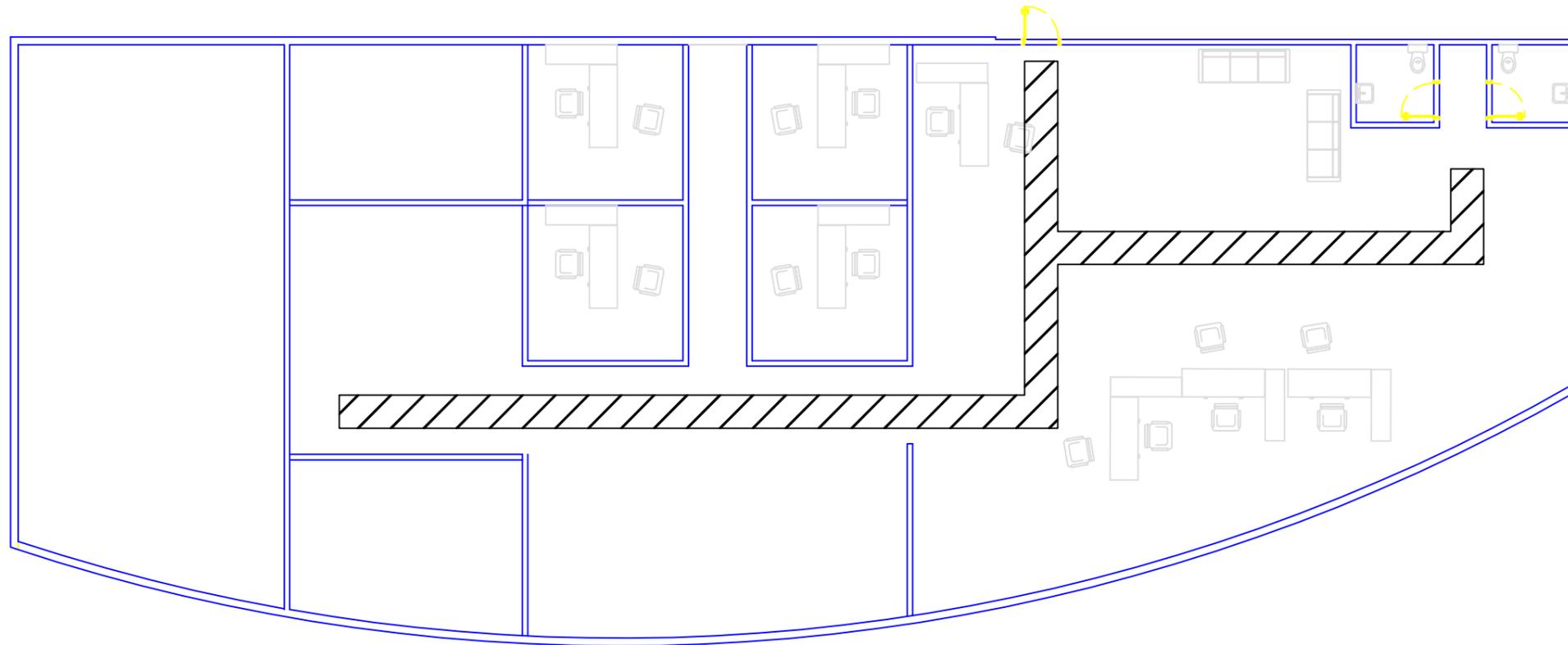
- 1 Elevador 4 columnas
- 2 Elevador 4 columnas
- 3 Elevador 2 Columnas
- 4 Elevador 2 Columnas
- 5 Línea Pre-ITV
- 6 Alineadora
- 7 Taladro de pie
- 8 Desmontadora
- 9 Equilibradora
- 10 Compresor
- 11 Limpiadora de piezas
- 12 Punto de recarga 1P
- 13 Punto de recarga 3P



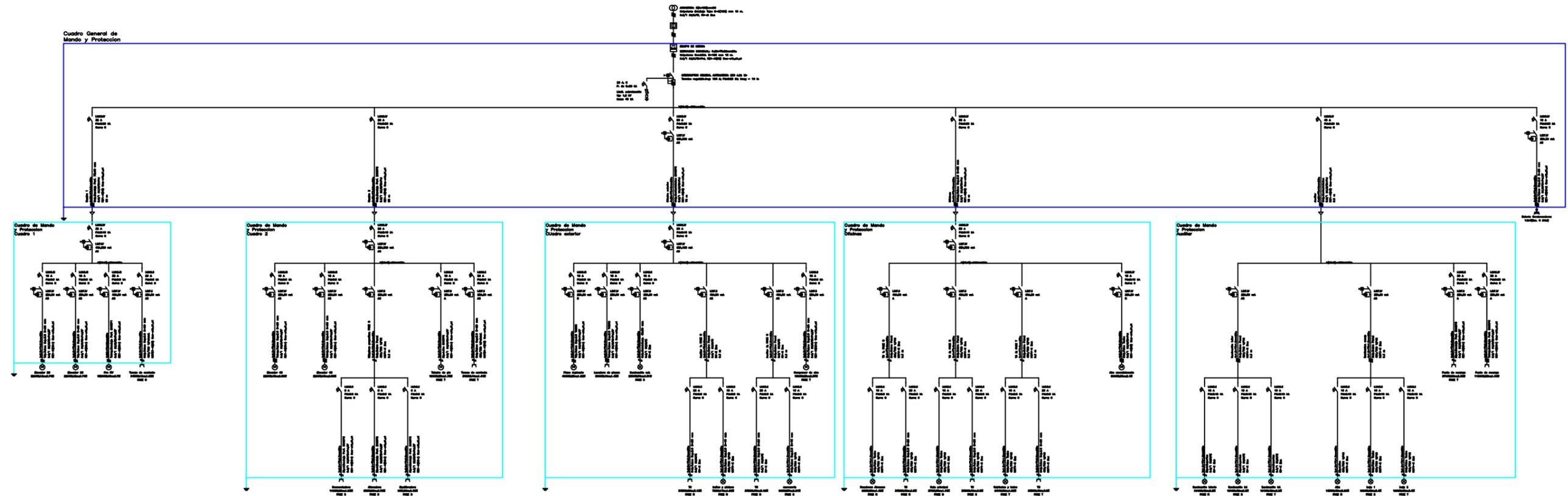
Proyecto: Instalación eléctrica de un concesionario con taller		Expediente: TFE
Situación:		
Propietario:		
Plano: 3	Planta: Maquinaria	
Arquitecto: Javier Sánchez Ruiz		



Proyecto: Instalación eléctrica de un concesionario con taller		Expediente: TFE
Situación:		
Propietario:		
Plano: 4	Planta: Evacuación PB	
Arquitecto: Javier Sánchez Ruiz		



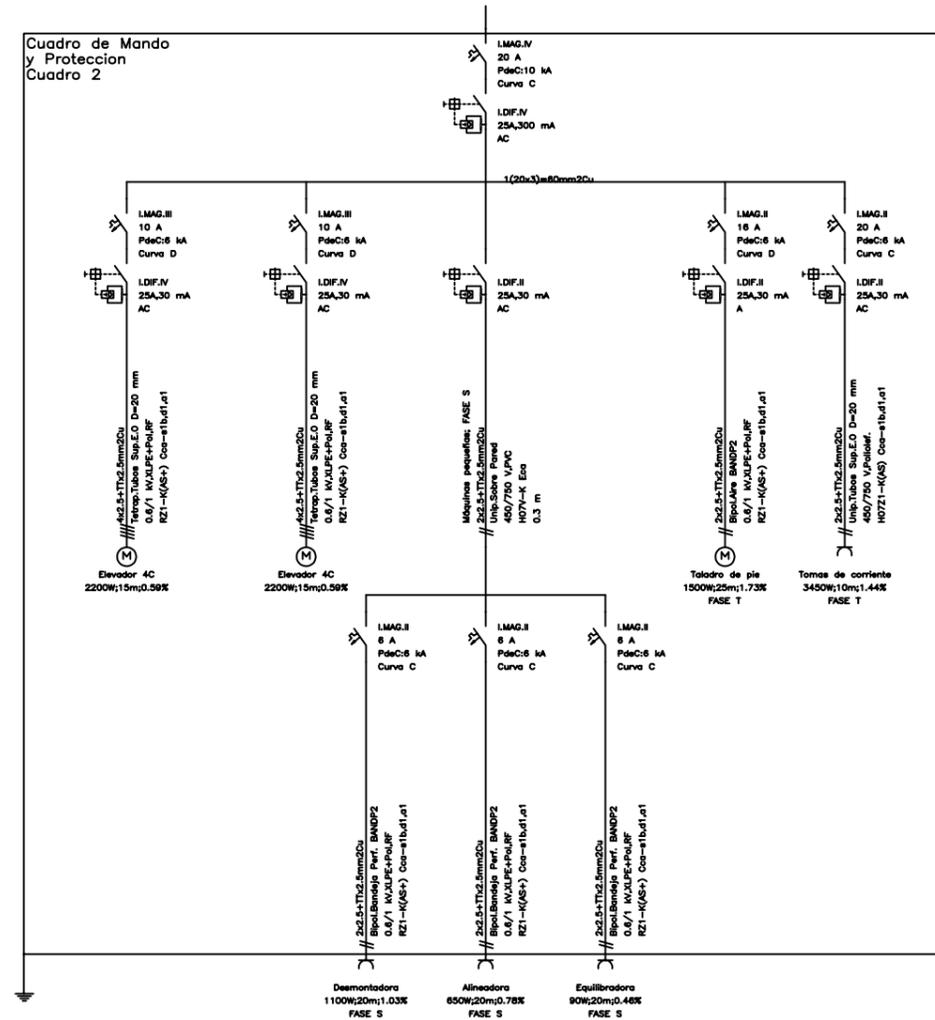
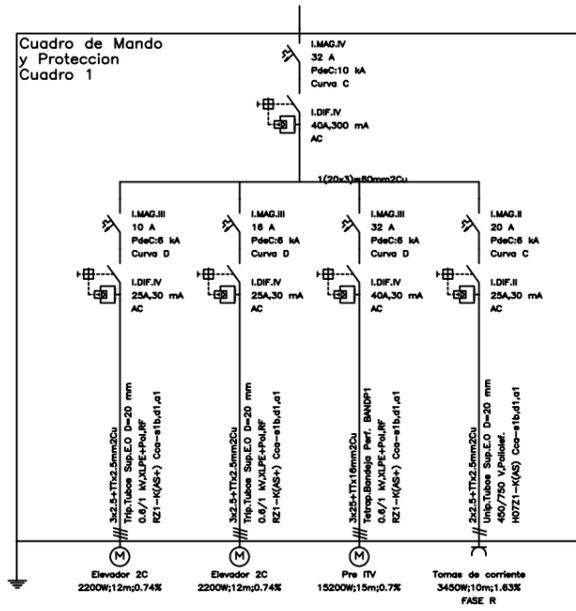
Proyecto: Instalación eléctrica de un concesionario con taller		Expediente: TFE
Situación:		
Propietario:		
Plano: 5	Planta: Evacuación P1	
Arquitecto: Javier Sánchez Ruiz		



Relación de tubos que incluyen varios circuitos		
Denominación	N° circuitos incluidos	Diámetro (mm)
TUB02	2	25

Relación de bandejas que incluyen varios circuitos				
Denominación	Tipo	N° circuitos incluidos	Dimensiones (mm)	Sección útil (mm <sup>2</sup> )
BANDP1	Perforada	1	75x60	2910
BANDP2	Perforada	6	75x60	2910
BANDP3	Perforada	2	75x60	2910

Proyecto: Instalación eléctrica de un concesionario con taller		Expediente: TFE
Situación:		
Propietario:		
Plano: 6	Planta: Cuadro eléctrico	
Arquitecto: Javier Sánchez Ruiz		



Proyecto:  
Instalación eléctrica de un concesionario con taller

Expediente:  
TFE

Situación:

Propietario:

Plano:

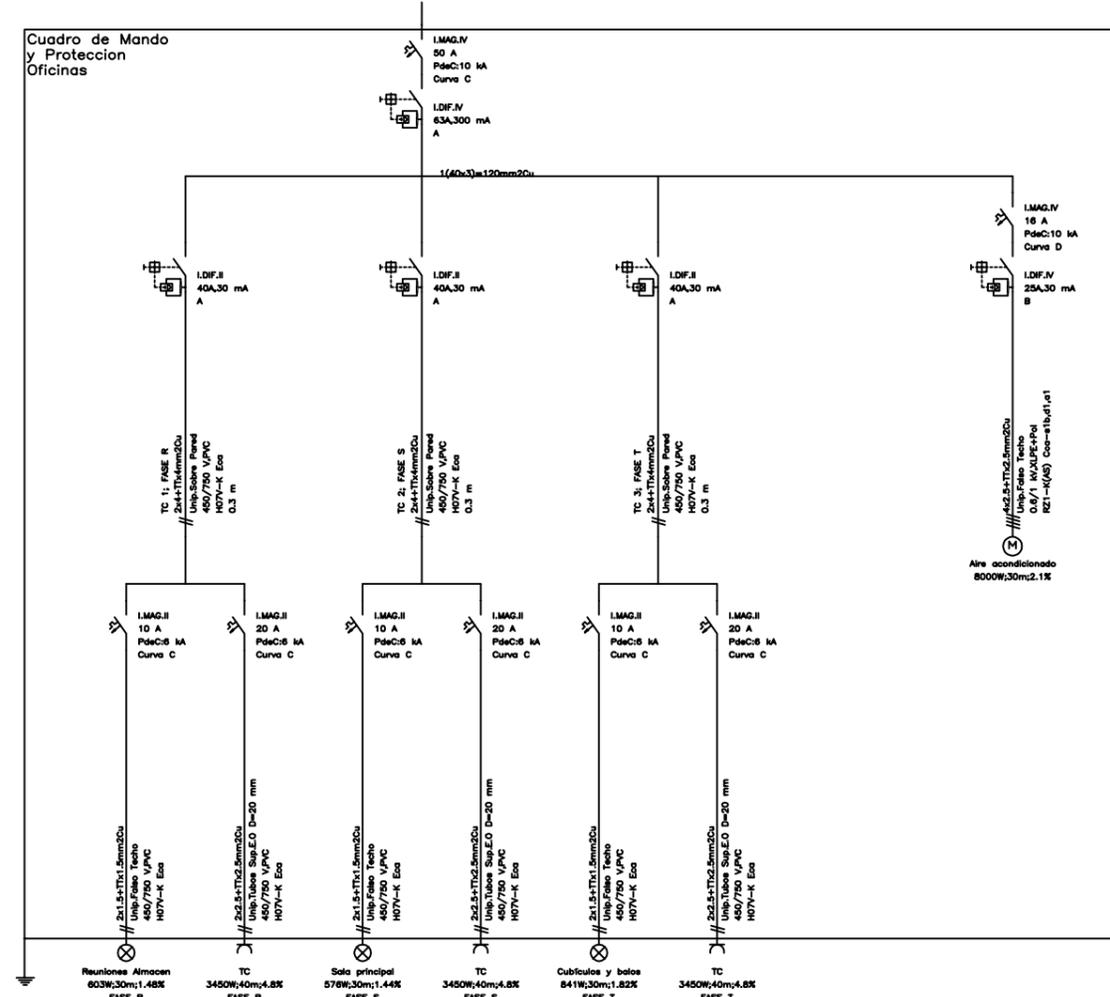
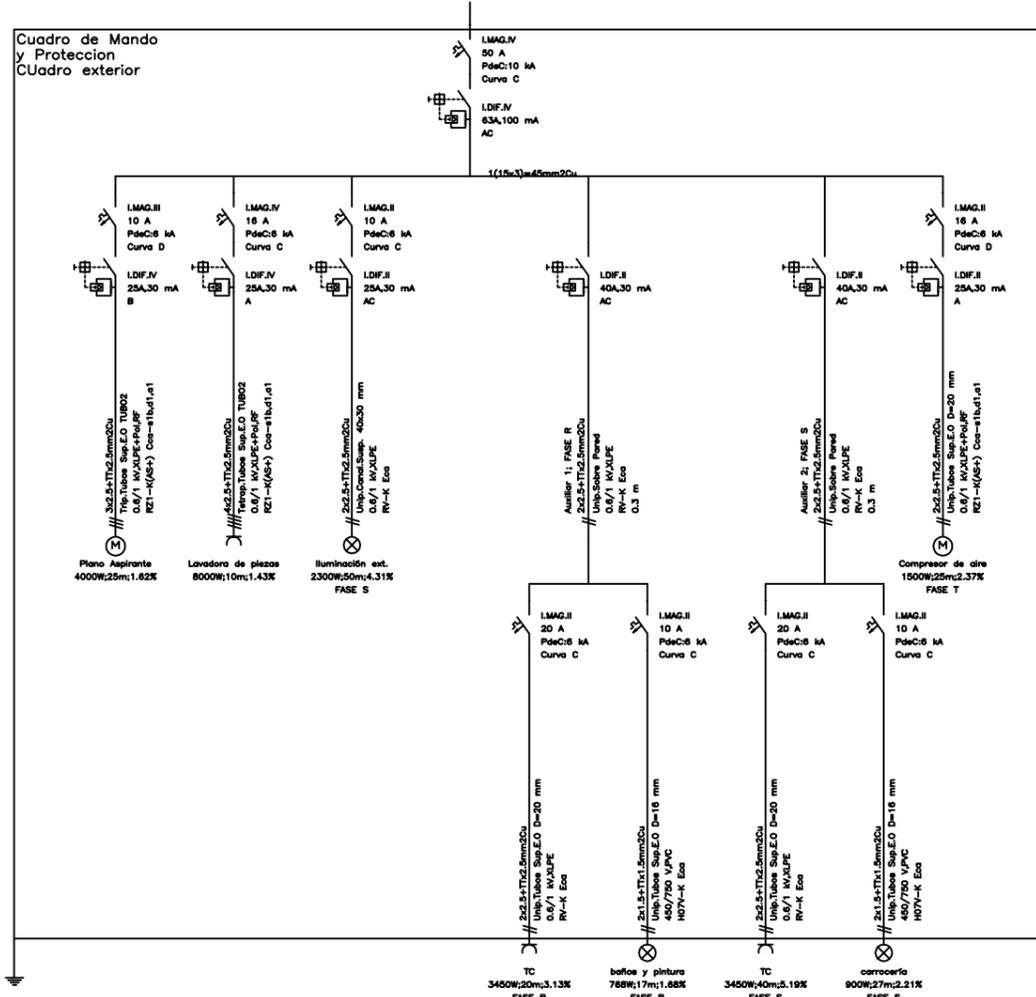
7

Planta:

Cuadros 1 y 2

Arquitecto:

Javier Sánchez Ruiz



Proyecto:  
Instalación eléctrica de un concesionario con taller

Expediente:  
TFE

Situación:

Propietario:

Plano: 8      Planta:  
Cuadros exterior y cuadro de oficinas

Arquitecto:  
Javier Sánchez Ruiz



## 4 PLIEGO DE CONDICIONES

### 4.1 CONDICIONES FACULTATIVAS.

#### 4.1.1 Técnico director de obra.

Corresponde al Técnico Director:

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

#### 4.1.2 Constructor o instalador.

Corresponde al constructor o instalador:

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

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

#### **4.1.3 Verificación de los documentos del proyecto.**

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

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

#### **4.1.4 Plan de seguridad y salud.**

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

#### **4.1.5 Presencia del constructor o instalador en la obra.**

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

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

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

#### **4.1.6 Trabajos no estipulados expresamente.**

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

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

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

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

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

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

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

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

#### **4.1.8 Reclamaciones contra las órdenes de la dirección facultativa.**

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

#### **4.1.9 Faltas de personal.**

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

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

#### 4.1.10 Caminos y accesos.

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

El Técnico Director podrá exigir su modificación o mejora.

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

#### 4.1.11 Replanteo.

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

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

#### 4.1.12 Comienzo de la obra. Ritmo de ejecución de los trabajos.

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

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

#### 4.1.13 Orden de los trabajos.

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

#### 4.1.14 Facilidades para otros contratistas.

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

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

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

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

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

#### **4.1.16 Prórroga por causa de fuerza mayor.**

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

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

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

#### **4.1.18 Condiciones generales de ejecución de los trabajos.**

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

#### **4.1.19 Obras ocultas.**

De todos los trabajos y unidades de obra que hayan de quedar ocultos a la terminación del edificio, se levantarán los planos precisos para que queden perfectamente definidos; estos documentos se extenderán por triplicado, siendo entregados: uno, al Técnico; otro a la Propiedad; y el tercero, al Contratista, firmados todos ellos por los tres. Dichos planos, que deberán ir suficientemente acotados, se considerarán documentos indispensables e irrecusables para efectuar las mediciones.

#### **4.1.20 Trabajos defectuosos.**

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

Por ello, y hasta que tenga lugar la recepción definitiva del edificio es responsable de la ejecución de los trabajos que ha contratado y de las faltas y defectos que en éstos puedan existir por su mala gestión

o por la deficiente calidad de los materiales empleados o aparatos colocados, sin que le exima de responsabilidad el control que compete al Técnico, ni tampoco el hecho de que los trabajos hayan sido valorados en las certificaciones parciales de obra, que siempre serán extendidas y abonadas a buena cuenta.

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

#### **4.1.21 Vicios ocultos.**

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

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

#### **4.1.22 De los materiales y los aparatos. Su procedencia.**

El constructor tiene libertad de proveerse de los materiales y aparatos de todas clases en los puntos que le parezca conveniente, excepto en los casos en que el pliego particular de condiciones técnicas preceptúe una procedencia determinada.

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

#### **4.1.23 Materiales no utilizables.**

El constructor o instalador, a su costa, transportará y colocará, agrupándolos ordenadamente y en el lugar adecuado, los materiales procedentes de las excavaciones, derribos, etc., que no sean utilizables en la obra. Se retirarán de ésta o se llevarán al vertedero, cuando así estuviese establecido en el pliego de condiciones particulares vigente en la obra.

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

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

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

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

#### **4.1.25 Limpieza de las obras.**

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

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

El técnico director facilitará a la propiedad la documentación final de las obras, con las especificaciones y Contenido dispuesto por la legislación vigente.

#### **4.1.27 Plazo de garantía.**

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

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

Tras la recepción definitiva de la obra, el contratista quedará relevado de toda responsabilidad salvo en lo referente a los vicios ocultos de la construcción.

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

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

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

#### **4.1.29 De la recepción definitiva.**

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

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

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

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

En el caso de resolución del contrato, el contratista vendrá obligado a retirar, en el plazo que se fije en el pliego De condiciones particulares, la maquinaria, medios auxiliares, instalaciones, etc., a resolver los subcontratos que Tuviere concertados y a dejar la obra en condiciones de ser reanudadas por otra empresa.

## 4.2 CONDICIONES ECONÓMICAS

### 4.2.1 Composición de los precios unitarios.

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

Se considerarán costes directos:

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

Se considerarán costes indirectos:

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

Se considerarán Gastos Generales:

- Los Gastos Generales de empresa, gastos financieros, cargas fiscales y tasas de la administración legalmente establecidas. Se cifrarán como un porcentaje de la suma de los costes directos e indirectos (en los contratos de obras de la Administración Pública este porcentaje se establece un 13 por 100).

Beneficio Industrial:

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

Precio de Ejecución Material:

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

Precio de Contrata:

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

#### 4.2.2 Precio de contrata. Importe de contrata.

En el caso de que los trabajos a realizar en un edificio u obra aneja cualquiera se contratase a riesgo y ventura, se entiende por precio de contrata el que importa el coste total de la unidad de obra, es decir, el precio de ejecución material, más el tanto por ciento (%) sobre este último precio en concepto de gastos generales y beneficio industrial del contratista. Los gastos generales se estiman normalmente en un 13% y el beneficio se estima normalmente en 6 por 100, salvo que en las condiciones particulares se establezca otro destino.

#### 4.2.3 Reclamaciones de aumento de precios por causas diversas.

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

#### 4.2.4 De la revisión de los precios contratados.

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

Caso de producirse variaciones en alza superiores a este porcentaje, se efectuará la correspondiente revisión de acuerdo con la fórmula establecida en el pliego de condiciones particulares, percibiendo el contratista la diferencia en más que resulte por la variación del ipc superior al 5 por 100.

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

#### 4.2.5 Acopio de materiales.

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

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

#### 4.2.6 Responsabilidad del constructor o instalador en el bajo rendimiento de los trabajadores.

Si de los partes mensuales de obra ejecutada que preceptivamente debe presentar el constructor al técnico director, éste advirtiese que los rendimientos de la mano de obra, en todas o en algunas de las unidades de obra ejecutada, fuesen notoriamente inferiores a los rendimientos normales generalmente

admitidos para unidades de obra iguales o similares, se lo notificará por escrito al constructor o instalador, con el fin de que éste haga las gestiones precisas para aumentar la producción en la cuantía señalada por el técnico director.

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

#### **4.2.7 Relaciones valoradas y certificaciones.**

En cada una de las épocas o fechas que se fijen en el contrato o en los "pliegos de condiciones particulares" que rijan en la obra, formará el contratista una relación valorada de las obras ejecutadas durante los plazos previstos, según la medición que habrá practicado el técnico.

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

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

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

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

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

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

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

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

#### **4.2.9 Abono de trabajos presupuestados con partida alzada.**

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

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

#### **4.2.10 Pagos.**

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

#### **4.2.11 Importe de la indemnización por retraso no justificado en el plazo de terminación de las obras.**

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

#### 4.2.12 Demora de los pagos.

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

#### 4.2.13 Mejoras y aumentos de obra. Casos contrarios.

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

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

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

#### 4.2.14 Unidades de obra defectuosas pero aceptables.

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

#### 4.2.15 Seguro de las obras.

El Contratista estará obligado a asegurar la obra contratada durante todo el tiempo que dure su ejecución hasta la recepción definitiva; la cuantía del seguro coincidirá en cada momento con el valor que tengan por contrata los objetos asegurados. El importe abonado por la Sociedad Aseguradora, en el caso de siniestro, se ingresará en cuenta a nombre del Propietario, para que con cargo a ella se abone la obra que se construya y a medida que ésta se vaya realizando. El reintegro de dicha cantidad al Contratista se efectuará por certificaciones, como el resto de los trabajos de la construcción. En ningún caso, salvo conformidad expresa del Contratista, hecho en documento público, el Propietario podrá disponer de dicho importe para menesteres distintos del de reconstrucción de la parte siniestrada; la

infracción de lo anteriormente expuesto será motivo suficiente para que el Contratista pueda resolver el contrato, con devolución de fianza, abono completo de gastos, materiales acopiados, etc.; y una indemnización equivalente al importe de los daños causados al Contratista por el siniestro y que no se hubiesen abonado, pero sólo en proporción equivalente a lo que suponga la indemnización abonada por la Compañía Aseguradora, respecto al importe de los daños causados por el siniestro, que serán tasados a estos efectos por el Técnico Director.

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

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

#### **4.2.16 Conservación de la obra.**

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

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

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

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

#### **4.2.17 Uso por el contratista del edificio o bienes del propietario.**

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

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

## **4.3 CONDICIONES TÉCNICAS PARA LA EJECUCIÓN Y MONTAJE DE INSTALACIONES ELÉCTRICAS EN BAJA TENSIÓN**

### **4.3.1 Condiciones generales.**

Todos los materiales a emplear en la presente instalación serán de primera calidad y reunirán las condiciones exigidas en el reglamento electrotécnico para baja tensión y demás disposiciones vigentes referentes a materiales y prototipos de construcción.

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

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

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

### **4.3.2 Canalizaciones eléctricas.**

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

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

#### **4.3.2.1 Conductores aislados bajo tubos protectores**

Los tubos protectores pueden ser:

- Tubo y accesorios metálicos.
- Tubo y accesorios no metálicos.
- Tubo y accesorios compuestos (constituidos por materiales metálicos y no metálicos).

Los tubos se clasifican según lo dispuesto en las normas siguientes:

- UNE-EN 61386-21: Sistemas de tubos rígidos.

- UNE-EN 61386-22: Sistemas de tubos curvables.
- UNE-EN 61386-23: Sistemas de tubos flexibles.
- UNE-EN 61386-24: Sistemas de tubos enterrados.

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

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

Las dimensiones de los tubos no enterrados y con unión roscada utilizados en las instalaciones eléctricas son las que se prescriben en la UNE-EN 60.423. Para los tubos enterrados, las dimensiones se corresponden con las indicadas en la norma UNE-EN 61386-24. Para el resto de los tubos, las dimensiones serán las establecidas en la norma correspondiente de las citadas anteriormente. La denominación se realizará en función del diámetro exterior.

El diámetro interior mínimo deberá ser declarado por el fabricante.

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

- Tubos en canalizaciones enterradas.

Las características mínimas de los tubos enterrados serán las siguientes:

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

Tabla 4-1

Notas:

- NA: no aplicable.
- para tubos embebidos en hormigón aplica 250 n y grado ligero; para tubos en suelo ligero aplica 450 n y grado normal; para tubos en suelos pesados aplica 750 n y grado normal.

#### 4.3.2.2 *Instalación*

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

El diámetro exterior mínimo de los tubos, en función del número y la sección de los conductores a conducir, se obtendrá de las tablas indicadas en la ITC-BT-21, así como las características mínimas según el tipo de instalación.

Para la ejecución de las canalizaciones bajo tubos protectores, se tendrán en cuenta las prescripciones generales siguientes:

- El trazado de las canalizaciones se hará siguiendo líneas verticales y horizontales o paralelas a las aristas de las paredes que limitan el local donde se efectúa la instalación.
- Los tubos se unirán entre sí mediante accesorios adecuados a su clase que aseguren la continuidad de la protección que proporcionan a los conductores.
- Los tubos aislantes rígidos curvables en caliente podrán ser ensamblados entre sí en caliente, recubriendo el empalme con una cola especial cuando se precise una unión estanca.
- Las curvas practicadas en los tubos serán continuas y no originarán reducciones de sección inadmisibles. Los radios mínimos de curvatura para cada clase de tubo serán los especificados por el fabricante conforme a UNE-EN.
- Será posible la fácil introducción y retirada de los conductores en los tubos después de colocarlos y fijados éstos y sus accesorios, disponiendo para ello los registros que se consideren convenientes, que en tramos rectos no estarán separados entre sí más de 15 metros. El número de curvas en ángulo situadas entre dos registros consecutivos no será superior a 3. Los conductores se alojarán normalmente en los tubos después de colocados éstos.
- Los registros podrán estar destinados únicamente a facilitar la introducción y retirada de los conductores en los tubos o servir al mismo tiempo como cajas de empalme o derivación.
- Las conexiones entre conductores se realizarán en el interior de cajas apropiadas de material aislante y no propagador de la llama. Si son metálicas estarán protegidas contra la corrosión. Las dimensiones de estas cajas serán tales que permitan alojar holgadamente todos los conductores que deban contener. Su profundidad será al menos igual al diámetro del tubo mayor más un 50 % del mismo, con un mínimo de 40 mm. Su diámetro o lado interior mínimo será de 60 mm. Cuando se quieran hacer estancas las entradas de los tubos en las cajas de conexión, deberán emplearse prensaestopas o racores adecuados.
- En los tubos metálicos sin aislamiento interior, se tendrá en cuenta la posibilidad de que se produzcan condensaciones de agua en su interior, para lo cual se elegirá convenientemente el trazado de su instalación, previendo la evacuación y estableciendo una ventilación apropiada en el interior de los tubos mediante el sistema adecuado, como puede ser, por ejemplo, el uso de una "T" de la que uno de los brazos no se emplea.
- Los tubos metálicos que sean accesibles deben ponerse a tierra. Su continuidad eléctrica deberá quedar convenientemente asegurada. En el caso de utilizar tubos metálicos flexibles, es necesario que la distancia entre dos puestas a tierra consecutivas de los tubos no exceda de 10 metros.
- No podrán utilizarse los tubos metálicos como conductores de protección o de neutro.

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

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

- Los tubos se colocarán adaptándose a la superficie sobre la que se instalan, curvándose o usando los accesorios necesarios.
- En alineaciones rectas, las desviaciones del eje del tubo respecto a la línea que une los puntos extremos no serán superiores al 2 por 100.
- Es conveniente disponer los tubos, siempre que sea posible, a una altura mínima de 2,50 metros sobre el suelo, con objeto de protegerlos de eventuales daños mecánicos.

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

- En la instalación de los tubos en el interior de los elementos de la construcción, las rozas no pondrán en peligro la seguridad de las paredes o techos en que se practiquen. Las dimensiones de las rozas serán suficientes para que los tubos queden recubiertos por una capa de 1 centímetro de espesor, como mínimo. En los ángulos, el espesor de esta capa puede reducirse a 0,5 centímetros.
- No se instalarán entre forjado y revestimiento tubos destinados a la instalación eléctrica de las plantas inferiores.
- Para la instalación correspondiente a la propia planta, únicamente podrán instalarse, entre forjado y revestimiento, tubos que deberán quedar recubiertos por una capa de hormigón o mortero de 1 centímetro de espesor, como mínimo, además del revestimiento.
- En los cambios de dirección, los tubos estarán convenientemente curvados o bien provistos de codos o "T" apropiados, pero en este último caso sólo se admitirán los provistos de tapas de registro.
- Las tapas de los registros y de las cajas de conexión quedarán accesibles y desmontables una vez finalizada la obra. Los registros y cajas quedarán enrasados con la superficie exterior del revestimiento de la pared o techo cuando no se instalen en el interior de un alojamiento cerrado y practicable.
- En el caso de utilizarse tubos empotrados en paredes, es conveniente disponer los recorridos horizontales a 50 centímetros como máximo, de suelo o techos y los verticales a una distancia de los ángulos de esquinas no superior a 20 centímetros.

#### *4.3.2.3 Conductores aislados fijados directamente sobre las paredes.*

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

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

- Se fijarán sobre las paredes por medio de bridas, abrazaderas, o collares de forma que no perjudiquen las cubiertas de los mismos.
- Con el fin de que los cables no sean susceptibles de doblarse por efecto de su propio peso, los puntos de fijación de los mismos estarán suficientemente próximos. La distancia entre dos puntos de fijación sucesivos, no excederá de 0,40 metros.
- Cuando los cables deban disponer de protección mecánica por el lugar y condiciones de instalación en que se efectúe la misma, se utilizarán cables armados. En caso de no utilizar estos cables, se establecerá una protección mecánica complementaria sobre los mismos.
- Se evitará curvar los cables con un radio demasiado pequeño y salvo prescripción en contra fijada en la Norma UNE correspondiente al cable utilizado, este radio no será inferior a 10 veces el diámetro exterior del cable.

- Los cruces de los cables con canalizaciones no eléctricas se podrán efectuar por la parte anterior o posterior a éstas, dejando una distancia mínima de 3 cm entre la superficie exterior de la canalización no eléctrica y la cubierta de los cables cuando el cruce se efectúe por la parte anterior de aquélla.
- Los extremos de los cables serán estancos cuando las características de los locales o emplazamientos así lo exijan, utilizándose a este fin cajas u otros dispositivos adecuados. La estanqueidad podrá quedar asegurada con la ayuda de prensaestopas.
- Los empalmes y conexiones se harán por medio de cajas o dispositivos equivalentes provistos de tapas desmontables que aseguren a la vez la continuidad de la protección mecánica establecida, el aislamiento y la inaccesibilidad de las conexiones y permitiendo su verificación en caso necesario.

#### *4.3.2.4 Conductores aislados directamente empotrados en estructuras.*

Para estas canalizaciones son necesarios conductores aislados con cubierta (incluidos cables armados o con aislamiento mineral). La temperatura mínima y máxima de instalación y servicio será de -5°C y 90°C respectivamente (polietileno reticulado o etileno-propileno).

#### *4.3.2.5 Conductores aislados en el interior de la construcción.*

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

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

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

La sección de los huecos será, como mínimo, igual a cuatro veces la ocupada por los cables o tubos, y su dimensión más pequeña no será inferior a dos veces el diámetro exterior de mayor sección de éstos, con un mínimo de 20 milímetros.

Las paredes que separen un hueco que contenga canalizaciones eléctricas de los locales inmediatos, tendrán suficiente solidez para proteger éstas contra acciones previsibles.

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

La canalización podrá ser reconocida y conservada sin que sea necesaria la destrucción parcial de las paredes, techos, etc., o sus guarnecidos y decoraciones.

Los empalmes y derivaciones de los cables serán accesibles, disponiéndose para ellos las cajas de derivación adecuadas.

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

#### 4.3.2.6 *Conductores aislados en bandeja o soporte de bandejas.*

Sólo se utilizarán conductores aislados con cubierta (incluidos cables armados o con aislamiento mineral), unipolares o multipolares según norma UNE-HD 60364-5-52:2014.

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

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

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

#### 4.3.2.7 *Accesibilidad a las instalaciones.*

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

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

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

### 4.3.3 **Conductores**

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

#### 4.3.3.1 **MATERIALES.**

Los conductores serán de los siguientes tipos:

- De 450/750 V de tensión nominal.
  - Conductor: de cobre.
  - Formación: unipolares.
  - Aislamiento: policloruro de vinilo (PVC).
  - Tensión de prueba: 2.500 V.
  - Instalación: bajo tubo.
  - Normativa de aplicación: UNE 21.031.

- De 0,6/1 kv de tensión nominal.
  - Conductor: de cobre (o de aluminio, cuando lo requieran las especificaciones del proyecto).
  - Formación: uni-bi-tri-tetrapolares.
  - Aislamiento: policloruro de vinilo (PVC) o polietileno reticulado (XLPE).
  - Tensión de prueba: 4.000 V.
  - Instalación: al aire o en bandeja.
- Normativa de aplicación: UNE 21.123.

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

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

#### 4.3.3.2 Identificación de instalaciones.

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

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

#### 4.3.3.3 Resistencia de aislamiento y rigidez dieléctrica

Las instalaciones deberán presentar una resistencia de aislamiento al menos igual a los valores indicados en la tabla siguiente

Tensión nominal instalación	Tensión ensayo corriente continua (V)	Resistencia de aislamiento (MΩ)
MBTS o MBTP	250	> 0.25
< 500 V	500	> 0.50
> 500 V	1000	> 1

Tabla 4-2

La rigidez dieléctrica será tal que, desconectados los aparatos de utilización (receptores), resista durante 1 minuto una prueba de tensión de  $2U + 1000$  V a frecuencia industrial, siendo U la tensión máxima de servicio expresada en voltios, y con un mínimo de 1.500 V.

Las corrientes de fuga no serán superiores, para el conjunto de la instalación o para cada uno de los circuitos en que ésta pueda dividirse a efectos de su protección, a la sensibilidad que presenten los interruptores diferenciales instalados como protección contra los contactos indirectos.

#### 4.3.4 Cajas de empalme.

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

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

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

#### 4.3.5 Mecanismos y tomas de corriente.

Los interruptores y conmutadores cortarían la corriente máxima del circuito en que estén colocados sin dar lugar a la formación de arco permanente, abriendo o cerrando los circuitos sin posibilidad de toma una posición intermedia. Serán del tipo cerrado y de material aislante. Las dimensiones de las piezas de contacto serán tales que la temperatura no pueda exceder de 65 °c en ninguna de sus piezas. Su construcción será tal que permita realizar un número total de 10.000 maniobras de apertura y cierre, con su carga nominal a la tensión de trabajo. Llevarán marcada su intensidad y tensiones nominales, y estarán probadas a una tensión de 500 a 1.000 voltios.

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

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

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

### 4.3.6 Aparata de mando y protección

#### 4.3.6.1 Cuadros eléctricos

Todos los cuadros eléctricos serán nuevos y se entregarán en obra sin ningún defecto. Estarán diseñados siguiendo los requisitos de estas especificaciones y se construirán de acuerdo con el Reglamento Electrotécnico para Baja Tensión y con las recomendaciones de la Comisión Electrotécnica Internacional (CEI).

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

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

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

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

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

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

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

La profundidad de los cuadros será de 500 mm y su altura y anchura la necesaria para la colocación de los componentes e igual a un múltiplo entero del módulo del fabricante. Los cuadros estarán diseñados para poder ser ampliados por ambos extremos.

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

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

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

Las partes metálicas de la envoltura de los cuadros se protegerán contra la corrosión por medio de una imprimación a base de dos manos de pintura anticorrosiva y una pintura de acabado de color que se

especifique en las Mediciones o, en su defecto, por la Dirección Técnica durante el transcurso de la instalación.

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

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

#### 4.3.6.2 *Interruptores automáticos*

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

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

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

Los interruptores serán de ruptura al aire y de disparo libre y tendrán un indicador de posición. El accionamiento será directo por polos con mecanismos de cierre por energía acumulada. El accionamiento será manual o manual y eléctrico, según se indique en el esquema o sea necesario por necesidades de automatismo.

Llevarán marcadas la intensidad y tensión nominales de funcionamiento, así como el signo indicador de su desconexión.

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

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

#### 4.3.6.3 *Guardamotores.*

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

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

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

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

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

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

#### 4.3.6.4 *Interruptores diferenciales.*

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

- Protección por aislamiento de las partes activas.

Las partes activas deberán estar recubiertas de un aislamiento que no pueda ser eliminado más que destruyéndolo.

- Protección por medio de barreras o envolventes.

Las partes activas deben estar situadas en el interior de las envolventes o detrás de barreras que posean, como mínimo, el grado de protección IP XXB, según UNE-EN 60529. Si se necesitan aberturas mayores para la reparación de piezas o para el buen funcionamiento de los equipos, se adoptarán precauciones apropiadas para impedir que las personas o animales domésticos toquen las partes activas y se garantizará que las personas sean conscientes del hecho de que las partes activas no deben ser tocadas voluntariamente.

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

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

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

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

- Protección complementaria por dispositivos de corriente diferencial-residual.

Esta medida de protección está destinada solamente a complementar otras medidas de protección contra los contactos directos.

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

La protección contra contactos indirectos se conseguirá mediante "corte automático de la alimentación". Esta medida consiste en impedir, después de la aparición de un fallo, que una tensión de contacto de valor suficiente se mantenga durante un tiempo tal que pueda dar como resultado un riesgo. La tensión límite convencional es igual a 50 V, valor eficaz en corriente alterna, en condiciones normales y a 24 V en locales húmedos.

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

$$R_a \cdot I_a \leq U$$

Donde:

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

#### 4.3.6.5 *Embarrados.*

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

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

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

#### 4.3.6.6 *Prensaestopas y etiquetas*

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

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

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

En la parte frontal del cuadro se dispondrán etiquetas de identificación de los circuitos, constituidas por placas de chapa de aluminio firmemente fijadas a los paneles frontales, impresas al horno, con fondo

negro mate y letreros y zonas de estampación en aluminio pulido. El fabricante podrá adoptar cualquier solución para el material de las etiquetas, su soporte y la impresión, con tal de que sea duradera y fácilmente legible.

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

#### **4.3.7 Receptores de alumbrado.**

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

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

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

El uso de lámparas de gases con descargas a alta tensión (neón, etc.), se permitirá cuando su ubicación esté fuera del volumen de accesibilidad o cuando se instalen barreras o envoltentes separadoras. En instalaciones de iluminación con lámparas de descarga realizadas en locales en los que funcionen máquinas con movimiento alternativo o rotatorio rápido, se deberán tomar las medidas necesarias para evitar la posibilidad de accidentes causados por ilusión óptica originada por el efecto estroboscópico.

Los circuitos de alimentación estarán previstos para transportar la carga debida a los propios receptores, a sus elementos asociados y a sus corrientes armónicas y de arranque. Para receptores con lámparas de descarga, la carga mínima prevista en voltiamperios será de 1,8 veces la potencia en vatios de las lámparas. En el caso de distribuciones monofásicas, el conductor neutro tendrá la misma sección que los de fase. Será aceptable un coeficiente diferente para el cálculo de la sección de los conductores, siempre y cuando el factor de potencia de cada receptor sea mayor o igual a 0,9 y si se conoce la carga que supone cada uno de los elementos asociados a las lámparas y las corrientes de arranque, que tanto éstas como aquéllos puedan producir. En este caso, el coeficiente será el que resulte.

En el caso de receptores con lámparas de descarga será obligatoria la compensación del factor de potencia hasta un valor mínimo de 0,9.

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

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

#### **4.3.8 Receptores a motor.**

Los motores deben instalarse de manera que la aproximación a sus partes en movimiento no pueda ser causa de accidente. Los motores no deben estar en contacto con materias fácilmente combustibles y se situarán de manera que no puedan provocar la ignición de estas.

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

Los motores deben estar protegidos contra cortocircuitos y contra sobrecargas en todas sus fases, debiendo esta última protección ser de tal naturaleza que cubra, en los motores trifásicos, el riesgo de la falta de tensión en una de sus fases. En el caso de motores con arrancador estrella-triángulo, se asegurará la protección, tanto para la conexión en estrella como en triángulo.

Los motores deben estar protegidos contra la falta de tensión por un dispositivo de corte automático de la alimentación, cuando el arranque espontáneo del motor, como consecuencia del restablecimiento de la tensión, pueda provocar accidentes, o perjudicar el motor, de acuerdo con la norma UNE 20.460 -4-45.

Los motores deben tener limitada la intensidad absorbida en el arranque, cuando se pudieran producir efectos que perjudicasen a la instalación u ocasionasen perturbaciones inaceptables al funcionamiento de otros receptores o instalaciones.

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

- De 0,75 kw a 1,5 kw: 4,5
- De 1,50 kw a 5 kw: 3,0
- De 5 kw a 15 kw: 2
- Más de 15 kw: 1,5

Todos los motores de potencia superior a 5 kw tendrán seis bornes de conexión, con tensión de la red correspondiente a la conexión en triángulo del bobinado (motor de 230/400 V para redes de 230 V entre fases y de 400/693 V para redes de 400 V entre fases), de tal manera que será siempre posible efectuar un arranque en estrella-triángulo del motor.

Los motores deberán cumplir, tanto en dimensiones y formas constructivas, como en la asignación de potencia a los diversos tamaños de carcasa, con las recomendaciones europeas IEC y las normas UNE, DIN y VDE.

Las normas UNE específicas para motores son la UNE-EN 50347, UNE-EN 60034-7, UNE-ISO 20.121, IEC 60323 y UNE-EN 60529.

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

La clase de protección se determina en las normas UNE-EN 60529 y DIN 40.050. Todos los motores deberán tener la clase de protección IP 44 (protección contra contactos accidentales con herramienta y contra la penetración de cuerpos sólidos con diámetro mayor de 1 mm, protección contra salpicaduras de agua proveniente de cualquier dirección), excepto para instalación a la intemperie o en ambiente húmedo o polvoriento y dentro de unidades de tratamiento de aire, donde se usarán motores con clase de protección IP 54 (protección total contra contactos involuntarios de cualquier clase, protección contra depósitos de polvo, protección contra salpicaduras de agua proveniente de cualquier dirección).

Los motores con protecciones IP 44 e IP 54 son completamente cerrados y con refrigeración de superficie. Todos los motores deberán tener, por lo menos, la clase de aislamiento B, que admite un incremento máximo de temperatura de 80 °c sobre la temperatura ambiente de referencia de 40 °c, con un límite máximo de temperatura del devanado de 130 °c.

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

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

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

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

- Potencia máxima absorbida por la máquina accionada, incluidas las pérdidas por transmisión.
- Velocidad de rotación de la máquina accionada.
- Características de la acometida eléctrica (número de fases, tensión y frecuencia).
- Clase de protección (ip 44 o ip 54).
- Clase de aislamiento (b o f).
- Forma constructiva.
- Temperatura máxima del fluido refrigerante (aire ambiente) y cota sobre el nivel del mar del lugar de emplazamiento.
- Momento de inercia de la máquina accionada y de la transmisión referido a la velocidad de rotación del motor.
- Curva del par resistente en función de la velocidad.

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

Antes de conectar un motor a la red de alimentación, deberá comprobarse que la resistencia de aislamiento del bobinado estático sea superior a 1,5 megohmios. En caso de que sea inferior, el motor será rechazado por la DO y deberá ser secado en un taller especializado, siguiendo las instrucciones del fabricante, o sustituido por otro.

El número de polos del motor se elegirá de acuerdo a la velocidad de rotación de la máquina accionada.

En caso de acoplamiento de equipos (como ventiladores) por medio de poleas y correas trapezoidales, el número de polos del motor se escogerá de manera que la relación entre velocidades de rotación del motor y del ventilador sea inferior a 2,5.

Todos los motores llevarán una placa de características, situada en lugar visible y escrita de forma indeleble, en la que aparecerán, por lo menos, los siguientes datos:

- Potencia del motor.
- Velocidad de rotación.
- Intensidad de corriente a la(s) tensión(es) de funcionamiento.
- Intensidad de arranque.
- Tensión(es) de funcionamiento.
- Nombre del fabricante y modelo.

#### 4.3.9 Puestas a tierra

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

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

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

La elección e instalación de los materiales que aseguren la puesta a tierra deben ser tales que:

- El valor de la resistencia de puesta a tierra esté conforme con las normas de protección y de funcionamiento de la instalación y se mantenga de esta manera a lo largo del tiempo.
- Las corrientes de defecto a tierra y las corrientes de fuga puedan circular sin peligro, particularmente desde el punto de vista de solicitaciones térmicas, mecánicas y eléctricas.
- La solidez o la protección mecánica quede asegurada con independencia de las condiciones estimadas de influencias externas.
- Contemplan los posibles riesgos debidos a electrólisis que pudieran afectar a otras partes metálicas.

#### 4.3.10 Inspecciones y pruebas de fábrica.

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

- En particular se harán por lo menos las siguientes comprobaciones:
- Se medirá la resistencia de aislamiento con relación a tierra y entre conductores, que tendrá un valor de al menos 0,50 MΩ.
- Una prueba de rigidez dieléctrica, que se efectuará aplicando una tensión igual a dos veces la tensión nominal más 1.000 voltios, con un mínimo de 1.500 voltios, durante 1 minuto a la frecuencia nominal. Este ensayo se realizará estando los aparatos de interrupción cerrados y los cortocircuitos instalados como en servicio normal.
- Se inspeccionarán visualmente todos los aparatos y se comprobará el funcionamiento mecánico de todas las partes móviles.
- Se pondrá el cuadro de baja tensión y se comprobará que todos los relés actúan correctamente.
- Se calibrarán y ajustarán todas las protecciones de acuerdo con los valores suministrados por el fabricante.

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

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

#### 4.3.11 Control.

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

Antes de su empleo en la obra, montaje o instalación, todos los materiales a emplear, cuyas características técnicas, así como las de su puesta en obra, han quedado ya especificadas en apartados anteriores, serán reconocidos por el Técnico Director o persona en la que éste delegue, sin cuya aprobación no podrá procederse a su empleo. Los que, por mala calidad, falta de protección o aislamiento u otros defectos no se estimen admisibles por aquél, deberán ser retirados inmediatamente. Este reconocimiento previo de los materiales no constituirá su recepción definitiva, y el Técnico Director podrá retirar en cualquier momento aquellos que presenten algún defecto no apreciado anteriormente, aún a costa, si fuera preciso, de deshacer la instalación o montaje ejecutados con ellos. Por tanto, la responsabilidad del contratista en el cumplimiento de las especificaciones de los materiales no cesará mientras no sean recibidos definitivamente los trabajos en los que se hayan empleado.

#### 4.3.12 Seguridad

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

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

#### 4.3.13 Limpieza.

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

#### 4.3.14 Mantenimiento.

Cuando sea necesario intervenir nuevamente en la instalación, bien sea por causa de averías o para efectuar modificaciones en la misma, deberán tenerse en cuenta todas las especificaciones reseñadas en los apartados de ejecución, control y seguridad, en la misma forma que si se tratara de una instalación nueva. Se aprovechará la ocasión para comprobar el estado general de la instalación, sustituyendo o reparando aquellos elementos que lo precisen, utilizando materiales de características similares a los reemplazados.

#### 4.3.15 Criterios de medición.

Las unidades de obra serán medidas con arreglo a los especificado en la normativa vigente, o bien, en el caso de que ésta no sea suficiente explícita, en la forma reseñada en el Pliego Particular de Condiciones que les sea de aplicación, o incluso tal como figuren dichas unidades en el Estado de Mediciones del Proyecto. A las unidades medidas se les aplicarán los precios que figuren en el Presupuesto, en los cuales se consideran incluidos todos los gastos de transporte, indemnizaciones y el importe de los derechos fiscales con los que se hallen gravados por las distintas Administraciones, además de los gastos generales de la contrata. Si hubiera necesidad de realizar alguna unidad de obra no comprendida en el Proyecto, se formalizará el correspondiente precio contradictorio.

Los cables, bandejas y tubos se medirán por unidad de longitud (metro), según tipo y dimensiones.

En la medición se entenderán incluidos todos los accesorios necesarios para el montaje (grapas, terminales, bornes, prensaestopas, cajas de derivación, etc), así como la mano de obra para el transporte en el interior de la obra, montaje y pruebas de recepción.

Los cuadros y receptores eléctricos se medirán por unidades montadas y conexionadas.

La conexión de los cables a los elementos receptores (cuadros, motores, resistencias, aparatos de control, etc.) Será efectuada por el suministrador del mismo elemento receptor.

El transporte de los materiales en el interior de la obra estará a cargo de la EIM.

## 5 MEDICIONES Y PRESUPUESTO

### 5.1 INTERRUPTORES MAGNETOTÉRMICOS

Código	Nombre	Cantidad	Precio/Unidad	Importe
1.001	Compact NSX630N - Micrologic 2.3 - 630 A - 4 polos 4R	1	5.726,90 €	5.726,90 €
1.002	LV 431621 NSX250F TM200D- 3P2R	1	1.315,59 €	1.315,59 €
1.003	A9F79450 - iC60N - 4P - 50A - curva C	2	446,97 €	893,94 €
1.004	A9F89450 - iC60H - 4P - 50A - curva C	2	336,91 €	673,82 €
1.005	A9F79440 - iC60N - 4P - 40A - curva C	1	209,12 €	209,12 €
1.006	A9F79432 - iC60N - 4P - 32A - curva C	2	176,22 €	352,44 €
1.007	A9F75432 - iC60N - 4P - 32A - curva C	1	366,74 €	366,74 €
1.008	A9F79420 - iC60N - 4P - 20A - curva C	2	162,95 €	325,90 €
1.009	A9F79220 - iC60N - 2P - 20A - curva C	1	78,25 €	78,25 €
1.010	A9F89320 - iC60H - 3P - 20A - curva C	1	140,46 €	140,46 €
1.011	A9F79220 - iC60N - 2P - 16A - curva C	7	77,42 €	541,94 €
1.012	A9F79416 - iC60N - 4P - 16A - curva C	3	158,57 €	475,71 €
1.013	A9F79316 - iC60N - 3P - 16A - curva D	1	246,36 €	246,36 €
1.014	A9F75216 - iC60N - 2P - 16A - curva D	2	163,77 €	327,54 €
1.015	A9F89210 - iC60H - 2P - 10A - curva C	12	89,44 €	1.073,28 €
1.016	A9F75310 - iC60N - 3P - 10A - curva D	4	241,76 €	967,04 €
1.017	A9F79606 - iC60N - 1P+N - 6A - curva C	3	73,42 €	220,26 €
<b>Total</b>				<b>13.935,29 €</b>

Tabla 5-1

### 5.2 FUSIBLES

Código	Nombre	Cantidad	Precio/Unidad	Importe
2.001	GS2MMB4 TeSys GS – Bloque interruptor-seccionador - 4P - 200A - tamaño fusible BS B1..B2	1	508,77 €	508,77 €
2.002	FUSIBLE NH-1 200A gL-gG	4	15,00 €	60,00 €
<b>Total</b>				<b>568,77 €</b>

Tabla 5-2

### 5.3 INTERRUPTORES DIFERENCIALES

Código	Nombre	Cantidad	Precio/Ud.	Importe
3.001	A9Q01240 - Vigi iC60 - 2P - 40A - 30mA - clase AC	4	293,69 €	1.174,76 €
3.002	A9Q21225 - Vigi iC60 - 2P - 25A - 30mA - clase A	3	318,33 €	954,99 €
3.003	A9Q11425 - Vigi iC60 - 4P - 25A - 30mA - clase AC	7	304,08 €	2.128,56 €
3.004	A9Q21425 - Vigi iC60 - 4P - 25A - 30mA - clase A	2	410,37 €	820,74 €
3.005	A9Q31425 - Vigi iC60 - 4P - 25A - 30mA - clase A si	2	456,07 €	912,14 €
3.006	A9Q14425 - Vigi iC60 - 4P - 25A - 300mA - clase AC	1	270,04 €	270,04 €
3.007	A9Q01240 - Vigi iC60 - 2P - 40A - 30mA - clase AC	2	293,69 €	587,38 €
3.008	A9Q31240 - Vigi iC60 - 2P - 40A - 30mA - clase A SI	3	361,91 €	1.085,73 €
3.009	A9Q11440 - Vigi iC60 - 4P - 40A - 30mA - clase AC	1	358,03 €	358,03 €
3.010	A9Q14440 - Vigi iC60 - 4P - 40A - 300mA - clase AC	1	295,53 €	295,53 €
3.011	A9V12463 - Vigi iC60 - 4P - 63A - 100mA - AC type	1	393,58 €	393,58 €
3.012	A9V15463 - Vigi iC60 - 4P - 63A - 300mA - clase AC	1	477,59 €	477,59 €
3.013	A9V25463 - Vigi iC60 - 4P - 63A - 300mA - clase AC	1	539,29 €	539,29 €
Total				9.998,36 €

Tabla 5-3

### 5.4 LIMITADOR DE SOBRETENSIONES TRANSITORIAS

Código	Nombre	Cantidad	Precio/Ud.	Importe
4.001	16332 PRD1 25r 3P+N - 350V - transferencia remota	1	1.238,13 €	1.238,13 €

Tabla 5-4

### 5.5 LIMITADOR DE SOBRETENSIONES PERMANENTES

Código	Nombre	Cantidad	Precio/Unidad	Importe
5.001	A9N2650 Bobina de protección contra sobretensiones permanentes fase-neutro 230 V CA MSU	10	83,15 €	831,50 €

Tabla 5-5

## 5.6 CONDUCTORES

Código	Nombre	Cantidad	Precio/Unidad	Importe
6.001	Cu - H07V-K Eca Unipolar - 1,5	438,4 m	1,00 €	438,40 €
6.002	Cu - H07V-K Eca Bipolar - 1,5	42 m	1,01 €	42,42 €
6.003	Cu - RV-K Eca - 1,5	126 m	1,44 €	181,44 €
6.004	Cu - TT - 1,5	386,6 m	1,56 €	603,10 €
6.005	Cu - H07V-K Eca Unipolar 2,5	240,6 m	1,72 €	413,83 €
6.006	Cu - H07Z1-K(AS) Cca-s1b,d1,a1 Unipolar - 2,5	40 m	2,18 €	87,20 €
6.007	Cu - RV-K Eca - 2,5	221,2 m	2,44 €	539,73 €
6.008	Cu - RZ1-K(AS) Cca-s1b,d1,a1 Unipolar - 2,5	120 m	2,92 €	350,40 €
6.009	Cu - RZ1-K(AS+) Cca-s1b,d1,a1 Unipolar - 2,5	70 m	2,93 €	205,10 €
6.010	Cu - RZ1-K(AS+) Cca-s1b,d1,a1 Bipolar - 2,5	105 m	3,06 €	321,30 €
6.011	Cu - RZ1-K(AS+) Cca-s1b,d1,a1 Tripolar - 2,5	49 m	3,40 €	166,60 €
6.012	Cu - RZ1-K(AS+) Cca-s1b,d1,a1 Tetrapolar - 2,5	63 m	3,60 €	226,80 €
6.013	Cu - TT - 2,5	257,9 m	4,05 €	1.044,50 €
6.014	Cu - H07V-K Eca Unipolar - 4	1,8 m	4,21 €	7,58 €
6.015	Cu - TT - 4	0,9 m	4,40 €	3,96 €
6.016	Cu - RZ1-K(AS) Cca-s1b,d1,a1 Tetrapolar - 10	15 m	4,81 €	72,15 €
6.017	Cu - TT - 10	15 m	4,93 €	73,95 €
6.018	Cu - TT - 16	190,5 m	5,24 €	998,22 €
6.019	Cu - RZ1-K(AS) Cca-s1b,d1,a1 Unipolar - 25	702 m	5,28 €	3.706,56 €
6.020	Cu - RZ1-K(AS+) Cca-s1b,d1,a1 Tetrapolar - 25	15 m	5,32 €	79,80 €
6.021	Cu - TT - 50	10 m	5,65 €	56,50 €
6.022	Cu - RZ1-K(AS) Cca-s1b,d1,a1 Unipolar - 95	40 m	5,80 €	232,00 €
6.023	Al - H07V-Al Eca Unipolar - 185	80 m	5,84 €	467,20 €
<b>Total</b>				<b>10.318,73 €</b>

Tabla 5-6

## 5.7 CANALIZACIONES

Código	Nombre	Cantidad	Precio/Unidad	Importe
7.001	Tubo 16 mm	44	1,00 €	44,00 €
7.002	Tubo 20 mm	284	1,50 €	426,00 €
7.003	Tubo 25 mm	25	2,00 €	50,00 €
7.004	Tubo 32 mm	15	2,50 €	37,50 €
7.005	Tubo 125 mm	10	4,00 €	40,00 €
7.006	Tubo 180 mm	20	4,50 €	90,00 €
7.007	Bandeja perforada 100x60	158	5,44 €	860,05 €
7.008	Canalización 40x30	50	8,00 €	400,00 €
<b>Total</b>				<b>1.947,55 €</b>

Tabla 5-7

## 5.8 PUESTA A TIERRA

Código	Descripción	Cantidad	Unidad	Precio/Unidad	Importe (€)
8.001	Cinta de acero como puesta a tierra de las masas en baja tensión	300	m	15	4.500,00 €
8.002	Conductor de tierra	2	m	15	30,00 €
<b>Total</b>					<b>4.530,00 €</b>

Tabla 5-8

## 5.9 COMPENSACIÓN DE REACTIVA

Código	Descripción	Cantidad	Precio/Unidad	Importe (€)
9.001	VarSet 12.5 kVAR 400V 3+3+6.25 NS	1	2.154,00 €	2.154,00 €
9.002	ATV12HU40M3	1	898,22 €	898,22 €
9.003	Atv12hu15m2	1	348,38 €	348,38 €
9.004	ATV630D11N4	1	2.001,80 €	2.001,80 €
<b>Total</b>				<b>5.402,4 €</b>

Tabla 5-9

## 5.10 OTROS

Código	Descripción	Cantidad	Precio/Unidad	Importe
10.001	Contador 3P + N	1	300,00 €	300,00 €
10.002	Caja derivación ENN 05004	6	2,03 €	12,18 €
10.003	Caja derivación ENN 05003	8	2,85 €	22,80 €
10.004	Interruptor	11	4,10 €	45,10 €
10.005	Enchufe Schneider elegance	44	2,29 €	100,76 €
10.006	Enchufe/Interruptor Ceese 2000	30	2,25 €	67,50 €
10.007	Enchufe/Interruptor Legrand PLEXO	25	6,95 €	173,75 €
<b>Total</b>				<b>722,09 €</b>

Tabla 5-10

## 5.11 ILUMINACIÓN

Código	Descripción	Cantidad	Precio/unidad	Importe
11.001	Disano 1789 Astro ATEX	6	741,63 €	4.449,78 €
11.002	Disano 1804 Rodio 3 Simétrico Disano 1804 JMT250 CNR-L grafito	4	91,04 €	364,16 €
11.003	Disano 618 Safety emergencia 3h permanente	52	15,95 €	829,40 €
11.004	Disano 921 Hydro ATEX protección "nA"	17	106,86 €	1.816,62 €
11.005	LLEDO 3455K57840220 OD-3455 G3 OPAL	112	45,93 €	5.144,16 €
11.006	LLEDO 84751408401FLOX S840 LED IP65	35	703,59 €	24.625,65 €
11.007	Disano 746 - Oblò 2.0 Disano 746 LED 15W	28	94,42 €	2.643,76 €
11.008	Disano 882 Compact CRI95	10	102,29 €	1.022,90 €
11.009	LLEDO 3454K22840220 VARIANT I G3	2	14,95 €	29,90 €
11.010	DALI sensor de movimiento y crepuscular	23	39,95 €	918,85 €
11.011	Repetidor DALI	5	29,95 €	149,75 €
11.012	DALI master Network	1	299,00 €	299,00 €
<b>Total</b>				<b>42.293,93 €</b>

Tabla 5-11

## 5.12 ARMARIOS ELÉCTRICOS

Código	Descripción	Cantidad	Precio/Unidad	Importe
12.001	Cofret Pack 2 filas alto 480 mm	4	414,98 €	1.659,92 €
12.002	Cofret Pack 3 filas alto 630 mm	1	479,94 €	479,94 €
<b>Total</b>				<b>2.139,86 €</b>

## 5.13 MAQUINARIA

Código	Descripción	Cantidad	Precio/Unidad	Importe
13.001	Alineadora de direcci'pon	1	5.850,00 €	5.850,00 €
13.002	Compresor de aire	1	2.390,00 €	2.390,00 €
13.003	Desmontadora de ruedas	1	1.195,00 €	1.195,00 €
13.004	Elevador de cuatro columnas	2	3.250,00 €	6.500,00 €
13.005	Elevador de dos columnas	2	1.400,00 €	2.800,00 €
13.006	Equilibradora de ruedas	1	885,00 €	885,00 €
13.007	Lavadora de piezas	1	970,00 €	970,00 €
13.008	Máquina pre-ITV	1	4.950,00 €	4.950,00 €
13.009	Plano aspirante	1	18.000,00 €	18.000,00 €
13.010	Punto de recarga 1P	1	985,00 €	985,00 €
13.011	Punto de recarga 3P	1	1.050,00 €	1.050,00 €
13.012	Taladro de pie	1	2.490,00 €	2.490,00 €
<b>Total</b>				<b>48.065,00 €</b>

## 5.14 TOTAL

Código	Descripción	Importe
1	Interruptores magnetotérmicos	13.618,15 €
2	Fusibles	568,77 €
3	Interruptores diferenciales	9.998,36 €
4	Limitador de sobretensiones transitorias	1.238,13 €
5	Limitador de sobretensiones permanentes	831,50 €
6	Conductores	10.318,73 €
7	Canalizaciones	1.947,55 €
8	Puesta a tierra	4.530,00 €
9	Corrección del factor de potencia	5.402,40 €
10	Otros	722,09 €
11	Iluminación	42.293,93 €
12	Armarios eléctricos	2.139,86 €
13	Maquinaria	48.065,00 €
<b>Total</b>		<b>134.796,40 €</b>

Tabla 5-12

- Mano de obra no incluida.
- IVA no incluido.