



UNIVERSITAT
POLITÈCNICA
DE VALÈNCIA



ESCUELA TÉCNICA
SUPERIOR INGENIEROS
INDUSTRIALES VALENCIA

Curso Académico:

AGRADECIMIENTOS

“A mi familia

A mi tutor

A mis compañeros

A mis amigos”

RESUMEN

El presente proyecto consiste en el diseño de una instalación eléctrica de baja tensión en una fábrica de muebles de madera ubicada en el polígono industrial "Nuevo Tollo", Utiel. El proyecto ha sido elaborado aplicado los conocimientos adquiridos durante el grado y en especial en la asignatura de "Tecnología Eléctrica", teniendo en cuenta la legislación vigente acerca de instalaciones. El diseño de la instalación incluye tanto el dimensionado de las líneas como el diseño de protecciones y puesta a tierra además de la iluminación. Se ha primado ante todo la seguridad intentando a su vez que el diseño sea eficiente.

Palabras Clave: Diseño instalación eléctrica, Tecnología Eléctrica, baja tensión.

RESUM

El present projecte consisteix en el disseny d'una instal·lació elèctrica de baixa tensió en una fàbrica de mobles de fusta situada en el polígon industrial "Nuevo Tollo", Utiel. El projecte ha sigut elaborat aplicat els coneixements adquirits durant el grau i especialment en l'assignatura de "Tecnologia Elèctrica", tenint en compte la legislació vigent sobre instal·lacions. El disseny de la instal·lació inclou tant el dimensionament de les línies com el disseny de proteccions i posada a terra a més de la il·luminació. S'ha prevalgut abans de res la seguretat intentant al seu torn que el disseny siga eficient.

Paraules clau: Dissenye instal·lació elèctrica, Tecnologia Elèctrica, baixa tensió.

ABSTRACT

This project involves the design of a low voltage electrical installation in a wooden furniture factory located in the industrial park "Nuevo Tollo" Utiel. The project has been developed using the knowledge acquired during the degree and especially in the subject of "Electrical Technology", taking into account the existing legislation about installations. The design includes the sizing of lines, the protection design and the grounding. It has prevailed first the safety trying to do an efficient design.

Keywords: Electrical installation design, Electrical Technology, low voltage.

ÍNDICE

DOCUMENTOS CONTENIDOS EN EL TFG

- Memoria
- Presupuesto
- Planos

ÍNDICE DE LA MEMORIA

1. Introducción	1
1.1. Antecedentes	1
1.2. Objeto del proyecto	1
2. Emplazamiento y caracterización de la nave industrial	2
2.1. Emplazamiento	2
2.2. Descripción y características de la industria	3
2.3. Locales de riesgo	4
3. Descripción de la Instalación Eléctrica.....	5
3.1. Sistema de alimentación.....	5
3.2. Receptores.....	5
3.3. Tipos conductores.....	7
3.4. Descripción de las canalizaciones	7
3.5. Descripción de las líneas de alimentación	9
3.6. Tomas de corriente.....	14
3.7. Cuadros principales y secundarios.....	14
3.8. Instalación de puesta a tierra	17
3.9. Dispositivos de Protección y maniobra.....	18
3.10. Alumbrado	24
4. Referencias y normativa	26
4.1. Referencias	26
4.2. Normativa usada.....	26

Anexo I: Cálculos	27
1.1. Dimensionado de secciones por Criterio Térmico y Caída de Tensión.....	27
1.2. Protección frente contactos indirectos	36
1.3. Puesta a tierra.....	36
1.4. Protección frente sobreintensidades	37
Anexo II: Informes Dialux	46
2.1. Informe de la fábrica	47
2.2. Informe de las oficinas.....	49

ÍNDICE DEL PRESUPUESTO

1. Presupuesto	1
----------------------	---

ÍNDICE DEL PLANOS

1. Plano 1	1
2. Plano 2	2
3. Plano 3	3
4. Plano 4	4
5. Plano 5	5
6. Plano 6	6
7. Plano 7	7
8. Plano 8	8
9. Plano 9	9
10. Plano 10	10
11. Plano 11	11
12. Plano 12	12

DOCUMENTO Nº1:

MEMORIA

CAPÍTULO 1. INTRODUCCIÓN

1.1. ANTECEDENTES

En el presente documento se propone el diseño de la instalación de baja tensión de una fábrica de muebles, que se encuentra ubicada en el P.I. "Nuevo Tollo", en Utiel (Valencia). Se ha elegido este trabajo puesto que entre las atribuciones de un Ingeniero Industrial, también se incluye el diseño de instalaciones eléctricas de baja tensión, por lo que es un tema válido para el desarrollo del trabajo final de grado, además permite poner en práctica los conocimientos adquiridos durante el grado.

Para el desarrollo del diseño de la instalación han sido proporcionados datos de los receptores a alimentar, además de haber necesitado buscar datos de algún receptor adicional para completar así la instalación.

A pesar de ser un tema que puede entenderse como muy estructurado y genérico, se puesto esmero en diseñar una instalación en la que prima la seguridad, todo ello sin producir un sobrecoste en el proyecto, seleccionado adecuadamente los dispositivos de protección y las canalizaciones.

1.2. OBJETO DEL PROYECTO

El objetivo del proyecto es el diseño de todos los elementos que componen la instalación de baja tensión de la nave de forma que sea segura y eficiente y la justificación de las soluciones aportadas. El cálculo comprende el diseño de las canalizaciones y conductores por el criterio térmico y caída de tensión, el cálculo del alumbrado mediante el programa Dialux y finalmente el diseño de las protecciones. Todo el diseño se llevará a cabo teniendo en cuenta la legislación vigente. Toda la legislación usada además de la bibliográfica consultada se puede encontrar en el apartado "*Referencias y normativa*".

CAPÍTULO 2. EMPLAZAMIENTO Y CARACTERIZACIÓN DE LA INSTALACIÓN

2.1. EMPLAZAMIENTO

La fábrica se encuentra ubicada en el polígono industrial “Nuevo Tollo”, en Utiel (Valencia), esta ocupa las parcelas 304 y 305 con 800 y 1128,54 m² de superficie respectivamente y que actualmente se encuentran libres. Dichas parcelas se encuentran en las calles “Nuevo Tollo F” y “Nuevo Tollo E”, por lo que el acceso a la fábrica se puede hacer por estas dos calles como se puede ver en las figuras 1 y 2.

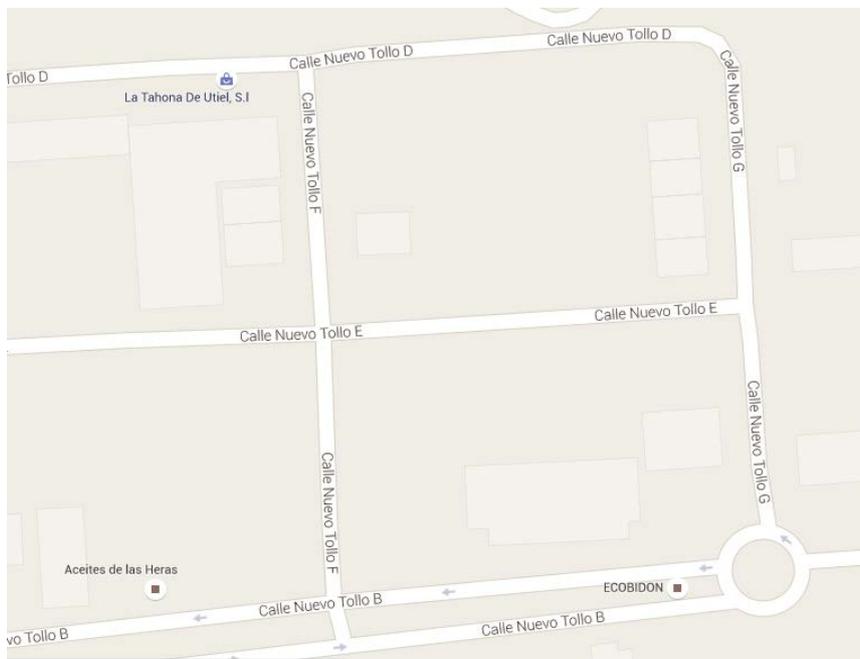


Figura 1: Vista Calles Polígono Nuevo Tollo. Fuente: Google Maps.



Figura 2: Vista Parcelas. Fuente: Sepiva.

Se ha optado por Utiel puesto que se encuentra en una buena posición entre el levante y el centro peninsular, ya que se encuentra comunicada con Madrid y Valencia a través de la A-3, distando estas ciudades de Utiel 267 y 83 km respectivamente, además se encuentra comunicada con la serranía, la cual puede ser una buena fuente de madera mediante la N-330 o con Cuenca mediante la A-3 hasta Motilla del Palancar y posteriormente mediante la CM-220. Además Utiel consta de línea ferroviaria mediante la línea Madrid-Cuenca-Valencia o comunicación por Ave a 16km. El aeropuerto más cercano se encuentra a 70km en Manises y el puerto más cercano en Valencia a 83Km.

Por todo lo anterior se deduce que es un buen lugar para la ubicación de la fábrica de muebles a estudio.

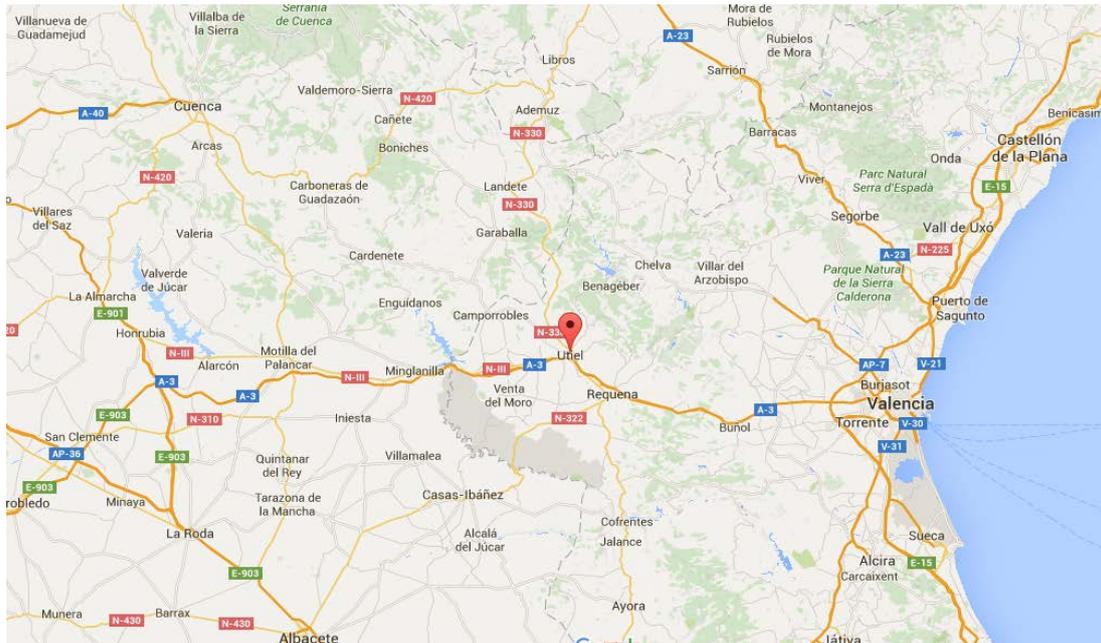


Figura 3: Ubicación Utiel. Fuente: Google Maps.

2.2. DESCRIPCIÓN Y CARACTERÍSTICAS DE LA INDUSTRIA

La nave industrial tiene una altura de 7m, además incluye una zona de oficinas de dos pisos siendo la altura de cada piso de 3,5m, de ellos 2,9m son útiles, por lo que el restante corresponde a falso techo y forjados. La superficie de cada piso de oficinas es de 94.494 m², estas incluyen zonas de reunión, cantina, despachos, baños y vestuarios, etc. La superficie total del terreno usado es de 1928,54m², de los cuales 1097,52m² corresponden a zona de almacén y zona trabajo con máquinas, el restante corresponde a zonas de jardín, aparcamientos y depósito de agua. El centro de transformación se encuentra en un recinto, accesible desde fuera. Las diferentes zonas de trabajo de la fábrica son:

- Corte
- Preparación
- Montaje
- Barniz
- Acabado y expedición
- Taller
- Almacén
- Despacho Almacén

2.3. LOCALES DE RIESGO

Dentro de la zona de fábrica hay dos locales de riesgo por ser ambientes inflamables o explosivos según la ITC-BT-29 del Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión (REBT), dicha norma proporciona criterios para clasificarlos en locales de clase I o II y prescripciones para la instalación eléctrica en dichos locales. Según dicha norma se tiene dentro de la fábrica un local de clase I y otro de clase II:

-Local de clase I:

Se encuentra en la zona de barniz. Dicha zona presenta riesgos debido a la emisión de vapores producidos por los barnices y pinturas utilizadas. Los principales focos de emisión son debido a la cortina de pintura, cabina de pintura y al secadero. La norma ITC-BT-29 prescribe que la instalación eléctrica se hará de acuerdo a la norma UNE-EN 60079-14. Con el fin de desclasificar dicho local según la norma UNE 60079-10 se hará uso de un sistema de extracción, además los cuadros eléctricos que alimentan a dicha zona se encuentran fuera de esta y canalizaciones que discurren por la zona son metálicas, luego se puede desclasificar el local, pero se mantendrán como medidas de seguridad, la reducción de la intensidad admisible de los conductores que discurren por dicho local en un 15% además de usar material estanco.

-Local de clase II:

Se trata de toda la zona de trabajo con máquinas excepto la zona de pintura que es de clase I. Es un local de clase II debido a que agente inflamable es polvo, más concretamente serrín debido durante la manipulación y trabajado de madera se genera este, que es altamente inflamable, y por tanto se puede generar una atmosfera inflamable, dicho local debe clasificarse según la norma UNE 60079-10-2.

Los principales focos emisores son las máquinas para el corte, lijado, refrenado, torneado, etc. Dichas maquinas generan serrín durante la manipulación de la madera. Con el fin de evitar el riesgo se instalará un sistema de extracción de serrín con boquillas que extraen el serrín de los puntos en los que se genera y lo almacena en unos silos ubicados en el exterior de la nave, además se hará uso de material estanco tanto para cuadros como para canalizaciones, en el caso del cuadro principal consta de protección IP55 y en el caso de los secundarios de protección IP65 (totalmente protegido frente a polvo). En el caso de las canalizaciones, se usará canalizaciones metálicas totalmente cerradas para evitar la entrada de polvo, sin embargo en el caso de las luminarias no se considera el riesgo de la posible entrada de polvo debido que se encuentran ubicadas a una gran altura por lo que es difícil que ascienda tanta altura el serrín, además hay un sistema de extracción que lo evita.

Teniendo en cuenta las anteriores medidas de seguridad se puede considerar el local como no peligroso.

CAPÍTULO 3. DESCRIPCIÓN DE LA INSTALACIÓN ELÉCTRICA

3.1. SISTEMA DE ALIMENTACIÓN

La nave industrial se alimenta a partir de un centro de transformación propio que no es objeto de diseño en este proyecto, este está situado dentro del recinto de la nave y es accesible desde la calle mediante una puerta. Dicho centro reduce la tensión desde 20kV de la línea a 400V.

El transformador a usar consta de 630kVA, con $\epsilon_{RCC}=1\%$ y $\epsilon_{XCC}=6\%$, y con una potencia de cortocircuito, $S_k''=350\text{MVA}$.

3.2. RECEPTORES

Los receptores a alimentar por la instalación a diseño se muestran en la Tabla 1:

Referencia en plano	Máquina	Cantidad	Potencia unitaria (kW)
1	Guillotina Monguzzi mod.320	2	15
2	Juntadora Kuperr	2	4
3	Cizalla de testas	2	8
4	Compresor Betico ER30	2	30
5	Calderín 900L	1	0
6	Cepilladora	1	8
7	Regruesadora	1	10
8	Sierra Cinta	1	8
9	Tupí Celmak TS 150	1	3,75
10	Circular Viterca ERAL	3	3
11	Alimentador	1	1,25
12	Ingletadora OMGA Redial 600	1	3

13	Ingletadora OMGA TR 2 A	1	2,25
14	Taladro MONBA ZAR26	3	11,25
15	Perniadora SERMA con 7 e.m de 0,37 kW y 1 de 1kW	1	3,59
16	Calibradora ZURLAN	2	30,75
17	Transfer de 3 m	1	1,5
18	Limpiadora Barberá	1	3
19	Transfer de 5m	1	1,5
20	Cortina de pintura Barberá con 2 electrobombas de 3cv	1	4,5
21	Cabina de Pintura CABYPRES con doble muro de agua, 7 tubos dobles de 40W, 2 antideflagrantes, 3 extractores en cabina, 2 bombas de 1cv y un impulsor de aire de 10cv.	1	12,75
22	Embaladora CHALI CST 700	2	0,5
23	Instalación de aspiración con e.m. de 40cv	2	30
24	Secadero	1	10
25	Lijadora de banda	2	2,25
26	Torno Wivamac DB6000V3CB	3	3
27	Instalación contra incendios	1	11
28	Motor para puerta	2	0,375
29	Estación recarga carretillas	2	1,5
30	Secamanos inox de bajo consumo	4	0.55
31	Termo eléctrico Cointra TNC	1	3.6

Tabla 1: Receptores y características

A partir de este punto todas las maquinas se nombraran por su número de referencia.

3.3. TIPOS DE CONDUCTORES

Los principales tipos de conductores usados son PVC y XLPE. En función del local por el que discurren se selecciona un tipo u otro de forma eficiente sin afectar a la seguridad, así para toda la zona de fabricación, almacén y zona de pintura, se usa conductor de cobre con aislamiento de XLPE para 0,6/1kV. Sin embargo para la zona de oficinas debido a que las intensidades demandadas son menores y hay mucho menor riesgo que en la zona de fabricación, se usa conductor de cobre con aislamiento de PVC para 450/750 V. En todos los casos se usarán conductores de cobre unipolares.

El conductor de protección se escoge del mismo material que el de fase, la sección del conductor de protección se selecciona en función de la sección de los conductores de fase de acuerdo a la ITC-BT-19 y la UNE-HD 60364-5-54 que anula a la UNE 20460-5-54, así las secciones se seleccionan según:

Sección conductor de fase(mm ²)	Sección conductor de protección(mm ²)
$S \leq 16$	S
$16 < S \leq 35$	16
$S > 35$	S/2

Tabla 2: Secciones conductor protección. Fuente: UNE-HD 60364-5-54.

En el caso de que la sección de este no corresponda con un valor normalizado se debe escoger el valor inmediatamente superior.

La sección de los conductores se selecciona según dos criterios dimensionantes, criterio térmico para obtener un primer dimensionado y criterio de la caída de tensión para verificar si con las secciones seleccionadas y la longitud de la línea, la caída de tensión de la línea no sobrepasa un límite establecido en el REBT.

En algún caso será necesario sobredimensionar la sección un calibre por encima del necesario para poder conseguir la protección frente sobreintensidades como se podrá ver "Anexo I".

3.4. DESCRIPCIÓN DE LAS CANALIZACIONES

Los tipos de canalizaciones usadas son: canal cerrada (método C), conductor enterrado (D) y tubo empotrado y tubo sobre superficie ambos (B1). Estas canalizaciones se diseñan de acuerdo a la ITC-BT-19, ITC-BT-20 y ITC-BT-21.

En el caso de toda la zona de fabricación, se usa canal cerrada para el transporte de las líneas que van desde el cuadro principal a los cuadros secundarios. Debido a la presencia de polvo como ya se ha hablado en el apartado "Locales de riesgo", se han seleccionado canalizaciones estancas con grado de protección IP64 que discurren a 4.5 m de altura, así se evita que entren en contacto con zonas en las que se usan perfiles IPE para conducir las líneas desde los cuadros secundarios a máquinas.

En el caso de las canales 4 y 5, se muestran en el "Plano 3" una junta a la otra para su mejor visualización, pero en realidad se encuentran una encima de la otra, separadas 40cm. En la canal

4 discurren 4 líneas trifásicas mientras que por el canal 5 discurren 6 líneas trifásicas. Ambas bandejas se encuentran separadas a 40cm, por lo que al estar a más de 30cm se puede despreciar el efecto de una sobre la otra.

Además también se usa tubo rígido sobre la superficie del pilar, para la subida o bajada a los cuadros desde la canal. Por dichos tubos discurrirá una única línea y el diámetro se selecciona en función del área de los conductores según la ITC-BT-21. Las líneas suben 2.8m desde el Cuadro principal (Cp) y bajan 2.8m desde la canal al Cuadro Secundario (Cs) con dicho método.

La solución adoptada en el caso de las canales es:

Canal	Modelo
1	Canal metálica cerrada metalnorma 30x100
2	Canal metálica cerrada metalnorma 30x100
3	Canal metálica cerrada metalnorma 30x100
4	Canal metálica cerrada metalnorma 30x150
5	Canal metálica cerrada metalnorma 30x150
6	Canal metálica cerrada metalnorma 30x100
7	Canal metálica cerrada metalnorma 30x100

Tabla 3: Bandejas utilizadas

Se ha tenido en cuenta un 25% adicional de la sección ocupada para futuras ampliaciones. Además también se incluirán curvas y uniones necesarias para adecuado el trazado de las canalizaciones. Para los casos en los que se necesita tubo para el montaje superficial sobre pilar, se seleccionan los tubos en función de área de los conductores y con un solo circuito por cada tubo. Para el caso de los tubos que van desde la canal hasta los cuadros secundarios, se seleccionan tubos rígidos de PVC según lo exigido en el ITC-BT-21, de tipo no propagador de llama con grado de protección IP54, apto para el uso en la fábrica debido a la presencia de polvo.

En el caso de las líneas enterradas (método D), estas bajan aproximadamente por la pared o pilar según el caso unos 1.7m desde el cuadro secundario hasta el suelo y se entierran a 0,7m. En el caso de la línea desde el CT (centro transformación) al cuadro principal se agrupan un conductor de cada fase en cada tubo, así puesto que se tienen 3 conductores por fase, se necesitaran tres tubos. En el resto de casos como son las líneas de alumbrado exterior o la línea que va al cuadro secundario 17, se utiliza un único tubo donde va una sola línea. Así para la parte que va enterrada, se seleccionan tubos de doble pared de polietileno, aptos para canalizaciones enterradas según la UNE-EN 50086-2-4 como marca la ITC-BT-21 del REBT.

Paras las líneas a que van desde los cuadro secundarios a maquinas se usa tubo empotrado sobre pared o montado superficialmente sobre perfil IPE. En el caso de usar perfil IPE como puede verse en el "Plano 4", dichas líneas consiguen alzarse tres metros sobre el suelo evitando el choque con carretillas o personas, así dichas líneas tienen que subir 1.3m y finalmente tras discurrir por el perfil IPE 240 en horizontal bajan 2.1m hasta la maquina por un perfil en vertical, este último tramo es aproximado debido a que algunas máquinas tendrán el cuadro de mando a una altura superior o inferior, por lo que se ha tomado esta medida como aproximada, en este caso se usará tubos rígidos de PVC no propagador de llama, con grado IP54. En el caso de tubo

empotrado sobre pared, la línea también sube 1,3m, avanza por la pared y posteriormente baja 2,1m hasta la maquina o consumo, dicho montaje se usa únicamente en el caso de máquinas casi pegadas a la pared, de esta forma se usa tubo corrugado de PVC, de tipo no propagador de llama. Sin embargo en el caso de máquinas cercanas a cuadros secundarios o pared por donde discorra la línea, con una distancia de separación no muy grande, pero suficiente para que haya posibilidad de paso de personas, se utilizará un montaje superficial mediante tubos rígidos de PVC no propagador de llama, con grado IP54 y además se usará cable armado para que pueda discorrir desde la pared hasta la maquina por el suelo.

Para el caso de las líneas que alimentan a la zona de pintura, se utiliza una canalización a base de tubo de acero con un grado IP67 y cables XLPE 0,6/1kV. Además como ya se ha comentado anteriormente, se reducirá la intensidad admisible de los conductores de esta zona en un 15% como media extra de seguridad.

En el caso de las líneas de alumbrado de la zona de trabajo, debido a que las luminarias cuelgan suspendidas de las jácenas de la estructura a 6.4 metros del suelo, las líneas que alimentan a estas deben subir por pilares 4,7m desde el cuadro secundario a estas. La canalización a usar será tubo rígido de PVC no propagador de llama, con grado IP54 que irá montado superficialmente sobre los pilares de la nave y en caso correspondiente sobre la jácena hasta la luminaria.

En el caso de oficinas, el método a usar para llevar las líneas desde los cuadros secundarios a los receptores, es mediante tubo empotrado (B1) en pared o techo, así se usará tubo corrugado de PVC no propagador de llama. Estas líneas discurren a 2,8 m de altura a partir de donde se van distribuyendo líneas para el abastecimiento de receptores.

3.5. DESCRIPCIÓN DE LAS LÍNEAS DE ALIMENTACIÓN

Tras aplicar el criterio térmico y el de la caída de tensión se obtiene la sección de cada línea. En el caso de las líneas que discurren por canal metálica se selecciona conductor unipolar de cobre con recubrimiento XLPE para 0,6/1kV, siendo todas ellas trifásicas. Todas las líneas salvo la 2 y la 4 alimentan a varios cuadros secundarios (línea con múltiples cargas), dichas líneas siguen una estructura como la de la siguiente imagen:

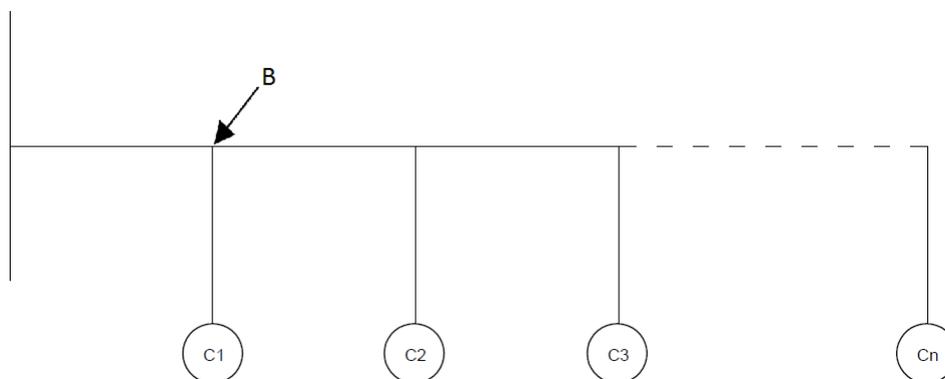


Figura 4: Líneas con múltiples cargas

En el caso de las líneas con múltiples cargas se mantiene la sección en todos los tramos con el fin de facilitar la protección frente sobrecargas. Así tras el dimensionado se obtienen las secciones que muestra la Tabla 4, además esta muestra también todos tramos de las líneas de múltiples cargas y la intensidad de diseño (I_b). El punto indicado como bifur (bifurcación), se trata del punto donde parte la línea que alimenta al primer cuadro al que llega y el punto donde continua la línea para alimentar al resto, se encuentra marcado en la imagen como B. Se muestra también la línea que alimenta el cuadro principal (CP) desde el centro de transformación (CT).

LÍNEA	Nº conductores	I_b (A)	Longitud (m)	Método Instalación	Sección (mm ²)	Sección del conductor protección (mm ²)
CT-CP	3	271,578	12,1	D	300	150
1	1	39,964	-	C	10	10
Tramo Cp-bifur	1	39,964	22,16	B1	10	10
Tramo bifur-Cs1	1	20,105	3	B1	10	10
Tramo bifur-Cs21	1	19,859	0,9	C	10	10
2	1	12,503	30,08	C	2,5	2,5
3	1	149,032	-	C	70	35
Tramo Cp-bifur	1	149,032	12,1	C	70	35
Tramo bifur-Cs3	1	72,106	7,7	C	70	35
Tramo bifur-Cs4	1	13,182	3,9	C	70	35
Tramo bifur-Cs5	1	78,496	9,5	C	70	35
4	1	11,774	27,2	C	2,5	2,5
8	1	85,459	-	C	35	16
Tramo Cp-Bifur	1	85,459	10,32	C	35	16
Tramo bifur-Cs7	1	36,999	4,04	C	35	16
Tramo bifur-Cs8	1	51,857	14,88	C	35	16
9	1	155,740	-	C	70	35
Tramo Cp-bifur	1	155,74	18,4	C	70	35
Tramo bifur-Cs14	1	38,272	2,8	C	70	35
Tramo bifur-Cs15	1	123,835	6,56	C	70	35
10	1	58,930	-	C	16	16
Tramo Cp-bifur	1	58,93	28,08	C	16	16
Tramo bifur-Cs9	1	22,165	2,8	C	16	16
Tramo bifur-Cs10	1	38,357	11,816	C	16	16
11	1	99,618	-	C	35	16
Tramo Cp-bifur	1	99,618	33,36	C	35	16
Tramo bifur-Cs11	1	56,655	9,4	C	35	16
Tramo bifur-Cs12	1	47,209	3,26	C	35	16
12	1	65,517	-	C	16	16
Tramo Cp-bifur	1	65,517	38,9	C	16	16
Tramo bifur-Cs20	1	36,266	3,6	C	16	16
Tramo bifur-Cs13	1	33,496	11,42	C	16	16
13	1	25,983	-	C	6	6
Tramo Cp-bifur	1	25,983	36,7	C	6	6

Tramo bifur-Cs16	1	17,405	2,8	C	6	6
Tramo bifur-Cs17	1	8,577	17,2	C	6	6
14	1	135,444	-	C	70	35
Tramo Cp-bifur	1	135,444	43,28	C	70	35
Tramo bifur-Cs18	1	23,349	4,5	C	70	35
Tramo bifur-Cs19	1	116,765	7,706	C	70	35

Tabla 4. Secciones líneas que van a los cuadros secundarios

Para las que parten de cuadros secundarios (Cs) o principal (Cp) en algún caso, que alimentan la maquinaria y líneas de alumbrado (LA). La solución adoptada tras el dimensionado es:

LÍNEA	Potencia (kW)	I_b (A)	Longitud (m)	Método instalación	Sección (mm ²)	Sección conductor protección (mm ²)
Cp-10(L5)	3	6,368	12,771	C	1,5	1,5
Cp-10(L6)	3	6,368	10,512	C	1,5	1,5
Cp-10(L7)	3	6,368	8,198	C	1,5	1,5
Cp-lum(LA1)(M)	0,822	6,433	14,814	B1	1,5	1,5
Cp-Alum. Ext. 1(M)	0,845	6,613	24,655	B1	1,5	1,5
Cp-Alum. Ext. 2(M)	1,014	7,936	32,182	D	1,5	1,5
Cs2-28	0,375	0,796	17,281	B1	1,5	1,5
Cs2-29	1,5	2,547	6,765	B1	1,5	1,5
Cs2-29	1,5	2,547	8,542	B1	1,5	1,5
Cs2-lum(LA2)(M)	0,822	6,433	18,364	B1	1,5	1,5
Cs2-Alum. Ext. 3(M)	0,845	6,613	21,779	B1	1,5	1,5
Cs3-16	30,75	65,27	7,211	B1	16	16
Cs3-19	1,5	3,184	6,2	B1	2,5	2,5
Cs3-lum(LA3)(M)	0,548	4,289	11,6	B1	2,5	2,5
Cs4-2	4	8,49	5	B1	1,5	1,5
Cs4-17	1,5	3,184	5,034	B1	1,5	1,5
Cs4-lum(LA4)(M)	0,274	2,144	5,5	B1	1,5	1,5
Cs5-2	4	8,49	4,8	B1	1,5	1,5
Cs5-16	30,75	65,27	5,734	B1	16	16
Cs5-lum(LA5)(M)	0,822	6,433	16,94	B1	2,5	2,5
Cs6-22	0,5	1,061	4,59	B1	1,5	1,5
Cs6-22	0,5	1,061	7,739	B1	1,5	1,5
Cs6-lum(LA6)	2,192	9,864	47,36	B1	1,5	1,5
Cs7-3	8	16,981	6,778	B1	2,5	2,5
Cs7-8	8	16,981	5,64	B1	2,5	2,5

Cs7-lum(LA7)(M)	0,822	6,433	12,78	B1	2,5	2,5
Cs8-1	15	31,839	4,8	B1	4	4
Cs8-3	8	16,981	6,4	B1	2,5	2,5
Cs8-lum(LA8)(M)	0,822	6,433	14,802	B1	2,5	2,5
Cs9-9	3,75	7,96	5,106	B1	1,5	1,5
Cs9-15	3,59	7,62	6,34	B1	1,5	1,5
Cs9-25	2,25	4,776	5,9	B1	1,5	1,5
Cs9-lum(LA9)(M)	0,548	4,289	8,452	B1	1,5	1,5
Cs10-14	11,25	23,879	6	B1	2,5	2,5
Cs10-26	3	6,368	6,1	B1	1,5	1,5
Cs10-26	3	6,368	6,53	B1	1,5	1,5
Cs10-lum(LA10)(M)	0,548	4,289	10,012	B1	1,5	1,5
Cs11-14	11,25	23,879	6,31	B1	2,5	2,5
Cs11-14	11,25	23,879	6,16	B1	2,5	2,5
Cs11-26	3	6,368	7,08	B1	1,5	1,5
Cs11-lum(LA11)(M)	1,096	8,577	17,146	B1	2,5	2,5
Cs12-6	8	16,981	5,9	B1	2,5	2,5
Cs12-7	10	21,226	8,98	B1	2,5	2,5
Cs12-13	2,25	4,776	7,5	B1	2,5	2,5
Cs12-lum(LA12)(M)	1,096	8,577	16,468	B1	2,5	2,5
Cs13-21	12,75	27,063	6,86	B1	6	6
Cs13-lum(LA13)(M)	0,822	6,433	20,474	B1	2,5	2,5
Cs14-1	15	31,839	5,682	B1	4	4
Cs14-lum(LA14)(M)	0,822	6,433	11,436	B1	2,5	2,5
Cs15-23	30	63,678	4,8	B1	16	16
Cs15-23	30	63,678	6,688	B1	16	16
Cs15-28	0,375	0,796	6,28	B1	1,5	1,5
Cs15-lum(LA15)(M)	1,096	8,577	25,176	B1	1,5	1,5
Cs16-11	1,25	2,653	6,28	B1	1,5	1,5
Cs16-12	3	6,368	10,78	B1	1,5	1,5
Cs16-18	3	6,368	5,14	B1	1,5	1,5
Cs16-25	2,25	4,776	7,6	B1	1,5	1,5
Cs17-ptrab(M)	0,75	3,836	6,088	B1	1,5	1,5
Cs17-ptrab(M)	0,75	3,836	6,847	B1	1,5	1,5
Cs17-lum(LA16)(M)	1,096	8,577	23,701	B1	1,5	1,5

Cs18-27	11	23,349	5,6	B1	2,5	2,5
Cs19-4	30	63,678	5,2	B1	16	16
Cs19-4	30	63,678	5,2	B1	16	16
Cs19-lum(LA17)(M)	0,274	2,144	6,2	B1	2,5	2,5
Cs20-20	4,5	9,552	6,49	B1	1,5	1,5
Cs20-24	10	21,226	9,62	B1	4	4
Cs20-lum(LA18)	1,644	7,398	31,696	B1	2,5	2,5

Tabla 5: Secciones de las líneas que van a maquinas o luminarias (lum)

Las líneas monofásicas van seguidas de M para su identificación.

En el caso de las líneas de oficinas, las cuales tanto las de alimentación como las de iluminación son monofásicas. En el caso de las de alimentación, algunas de ellas son líneas que alimentan a múltiples cargas. La solución adoptada es:

LÍNEA	Potencia (kW)	Intensidad diseño(I_b)	Longitud (m)	Método instalación	Sección (mm²)	Sección conductor protección (mm²)
Cs1						
LÍNEA OFICINAS 1	1,9	9,719	23,658	B1	1,5	1,5
LÍNEA OFICINAS 2	2,9	14,834	37,15	B1	2,5	2,5
LÍNEA OFICINAS 3	3,6	18,414	7,58	B1	2,5	2,5
Alum. Oficinas 1	0,064	0,501	5,653	B1	1,5	1,5
Alum. Oficinas 2	0,216	1,690	11,251	B1	1,5	1,5
Alum. Oficinas 3	0,216	1,690	14,846	B1	1,5	1,5
Alum. Oficinas 4	0,216	1,690	17,136	B1	1,5	1,5
Alum. Oficinas 5	0,216	1,690	22,452	B1	1,5	1,5
Cs21						
LÍNEA OFICINAS 4	1,8	9,207	26,572	B1	1,5	1,5
LÍNEA OFICINAS 5	3	15,345	43,247	B1	2,5	2,5
LÍNEA OFICINAS 6	1,9	9,719	18,99	B1	1,5	1,5
Alum. Oficinas 6	0,216	1,690	8,922	B1	1,5	1,5
Alum. Oficinas 7	0,032	0,250	8,225	B1	1,5	1,5
Alum. Oficinas 8	0,032	0,250	12,495	B1	1,5	1,5

Alum. Oficinas 9	0,216	1,690	26,429	B1	1,5	1,5
Alum. Oficinas 10	0,164	1,283	19,586	B1	1,5	1,5
Alum. Oficinas 11	0,1968	1,540	26,393	B1	1,5	1,5
Alum. Oficinas 12	0,108	0,845	19,08	B1	1,5	1,5
Alum. Oficinas 13	0,216	1,690	21,974	B1	1,5	1,5
Alum. Oficinas 14	0,3936	3,080	27,635	B1	1,5	1,5

Tabla 6: Secciones de las líneas de alimentación y alumbrado de oficinas

3.6. TOMAS DE CORRIENTE

Dentro de la instalación se distinguen dos casos, el primero que son las tomas trifásicas y el segundo, que son las tomas de corriente monofásica.

Las tomas de corriente trifásicas se usan para la recarga de carretillas elevadoras (puesto de recarga de carretillas), las cuales se encuentran instaladas en la zona taller y alimentadas por el cuadro secundario 2. La solución adoptada es el uso de tomas de corriente empotrables de Schneider de 65x65, con un grado de protección IP67, luego garantizan una total protección frente a la penetración de polvo y además frente a la inmersión temporal. Estas tomas se encuentran a una altura de 0,9 metros.

En el caso de las tomas monofásicas, se utilizan puestos de trabajo para zonas de despachos y trabajo, mientras que se utilizan tomas de dos enchufes en el caso de la cantina, baños, vestuarios, etc. Para los puestos de trabajo en la zona de oficinas, se ha seleccionado el Simon Cima500 con cuatro tomas y espacio para conexión de datos y voz, mientras que para los puestos de trabajo en la oficinas del almacén, se ha seleccionado el puesto Cima500 con cubierta metálica, de dos módulos cada uno con protección IP40, para evitar peligros en caso de penetración de polvo en la estancia. Todas estas tomas se encuentran a 0,6 metros. En el caso de tomas de dos enchufes para la zona de oficinas se ha seleccionado la base de dos enchufes Simon más la caja para empotrar en la pared, con el fin de que no sobresalga de la pared y evitar así su desprendimiento por el choque accidental durante el tránsito de personas.

3.7. CUADROS PRINCIPALES Y SECUNDARIOS

El cuadro principal se encarga de alimentar todas las línea que alimentan a los cuadros secundarios, además se encarga de alimentar a las tres sierras circulares Viterca (ref. 10), a la línea de alumbrado 1 y a las líneas de alumbrado exterior 1 y 2.

Todos los cuadros secundarios se encuentran colocados a 1,7 metros desde su parte superior al suelo. Tanto el cuadro principal como el secundario se han seleccionado en función del número de módulos necesarios para la instalación del material de protección. Así para el cuadro principal se ha seleccionado el Cofret Prisma G IP55 08302+puerta IP55 08322, con grado de protección IP55 necesario para proteger la aparamenta de la posible presencia de polvo.

Los cuadros secundarios se encargan principalmente de alimentar las maquinas o tomas de corriente y las líneas de alumbrado. En función de la cercanía al cuadro secundario y propósito de las máquinas, el reparto propuesto es el siguiente:

Cuadro Secundario	Máquinas o Línea de alumbrado a alimentar
1	Líneas oficinas: 1, 2, 3. Alumbrado Of: 1, 2, 3, 4, 5
2	28, 29, 29, Línea alum.2, Alum. Exterior 3
3	16, 19, Línea alum.3
4	2, 17, Línea alum.4
5	2, 16, Línea alum.5
6	22, 22, Línea alum.6
7	3, 8, Línea alum.7
8	1, 3, Línea alum.8
9	9, 15, 25, Línea alum.9
10	14, 26, 26, Línea alum.10
11	14, 14, 26, Línea alum.11
12	6, 7, 13, Línea alum.12
13	21, Línea alum.13
14	1, Línea alum.14
15	23, 23, 28, Línea alum.15
16	11, 12, 18, 25
17	Puesto trab., Puesto trab. Línea alum.16
18	27
19	4, 4, Línea alum.17
20	20, 24, Línea alum.18
21	Líneas oficinas: 4, 5, 6. Alumbrado Of: 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 13, 14

Tabla 7: Listado de máquinas alimentadas por cada cuadro secundario

En función del número de módulos de 18mm necesarios, se seleccionan los siguientes cuadros de la gama Kaedra de Schneider, con un grado IP65 totalmente protegido frente el polvo:

Cuadro	Número de módulos de 18 necesarios	modelo seleccionado
Cs1	28	Cuadro Estanco Kaedra 13985
Cs2	32,5	Cuadro Estanco Kaedra 13985

Cs3	23	Cuadro Estanco Kaedra 13983
Cs4	17	Cuadro Estanco Kaedra 13982
Cs5	23	Cuadro Estanco Kaedra 13983
Cs6	22,5	Cuadro Estanco Kaedra 13983
Cs7	17	Cuadro Estanco Kaedra 13982
Cs8	20	Cuadro Estanco Kaedra 13983
Cs9	24	Cuadro Estanco Kaedra 13983
Cs10	28	Cuadro Estanco Kaedra 13985
Cs11	28	Cuadro Estanco Kaedra 13985
Cs12	24	Cuadro Estanco Kaedra 13983
Cs13	16	Cuadro Estanco Kaedra 13982
Cs14	14	Cuadro Estanco Kaedra 13982
Cs15	37	Cuadro Estanco Kaedra 13986
Cs16	24	Cuadro Estanco Kaedra 13983
Cs17	14	Cuadro Estanco Kaedra 13982
Cs18	8	Cuadro Estanco Kaedra 13981
Cs19	30	Cuadro Estanco Kaedra 13985
Cs20	24	Cuadro Estanco Kaedra 13983
Cs21	36	Cuadro Estanco Kaedra 13985

Tabla 8: Cuadros seleccionados

3.8. INSTALACIÓN DE PUESTA A TIERRA

El primer lugar es necesario comentar el esquema de distribución seleccionado, así el esquema utilizado es el TT, la primera letra indica que el neutro está conectado a tierra y la segunda que las masas se conectan a tierra directamente. Se trata de un esquema ampliamente usado en industrias pequeñas y medianas, en él la puesta a tierra del neutro del transformador y de las masas de baja tensión son independientes, a diferencia de lo que ocurre con el esquema TN, en el que la puesta a tierra de las masas de baja tensión se hace a través del neutro del transformador. La elección del esquema influirá sobre todo en el cálculo de la protección frente a contactos indirectos.

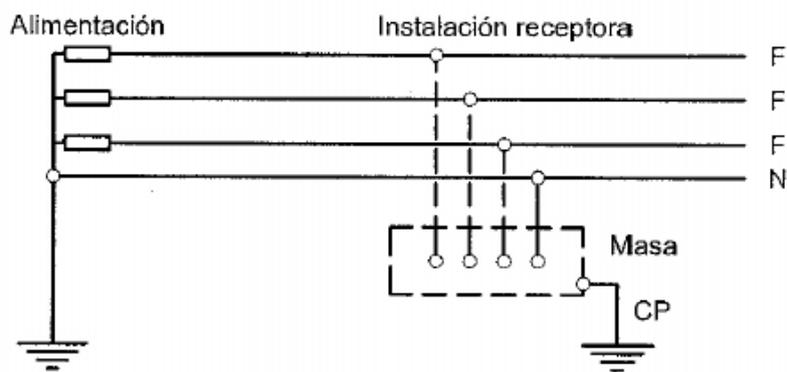


Figura 5: Esquema TT. Fuente: REBT, ITC-BT-08

La solución adoptada de acuerdo a la ITC-BT-18 para la puesta a tierra, se compone de un conductor de cobre desnudo horizontal de 35mm^2 , enterrado a no menos de 0,5m, luego se opta por 0,8m, colocado alrededor de la nave, de longitud igual al perímetro de esta, formando un anillo con el fin de facilitar la conexión de las masas a tierra. Además contará con ocho picas verticales de 14mm de diámetro y dos metros de longitud, en la Figura 6 puede verse un esquema simplificado de la solución aportada.

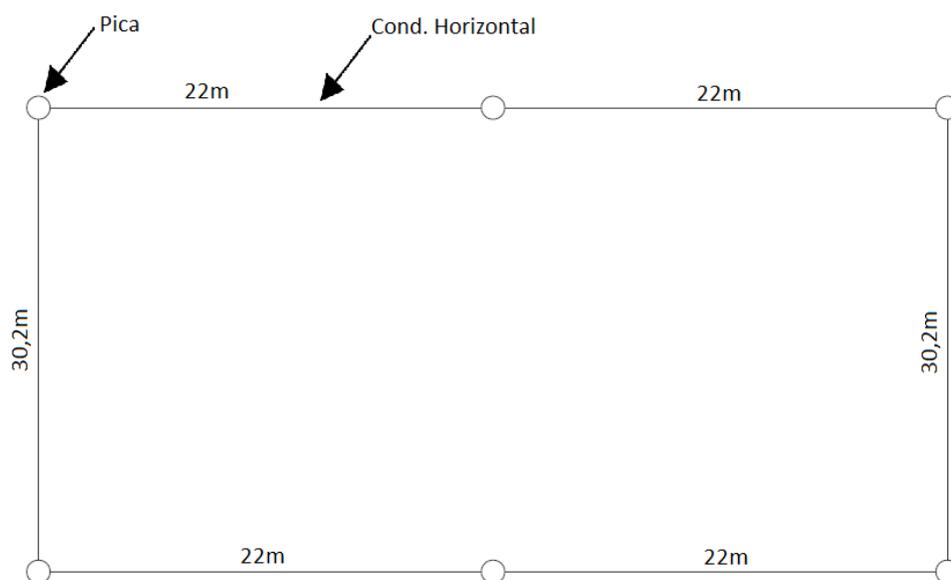


Figura 6: Distribución del conductor y picas de puesta a tierra

3.9. DISPOSITIVOS DE PROTECCIÓN Y MANIOBRA

En función del tipo de cargas a proteger, se usarán dispositivos tetrapolares o bipolares en función de si se trata de líneas trifásicas o monofásicas respectivamente, además tal y como se especifica en la ITC-BT-17, todos los dispositivos destinados a la protección frente sobrecargas deben ser de corte omnipolar, además del interruptor general automático instalado en el cuadro principal. El diseño de la protección frente sobrecargas se hará de acuerdo a la ITC-BT-22.

En el caso de la protección frente contactos directos e indirectos se hace de acuerdo a la ITC-BT-24, se colocara únicamente diferenciales en los cuadros secundarios para proteger las líneas que parten de estos. Se usaran dispositivos de sensibilidad 300mA para fuerza y tomas trifásicas como las de los puestos de recarga de carretillas, mientras que se usaran de 30mA para las tomas de corriente y para todo el alumbrado. Además se han seleccionado en algún caso diferenciales con características especiales, como son los A"si" o tipo B, esto puede verse con mayor detalle en el apartado "Protección frente contactos indirectos", del Anexo I. En el caso de protección frente contactos directos, se toman medidas tales como evitar la existencia de partes activas al descubierto que puedan ser accesible durante el funcionamiento o bien evitar la entrada de profesional no cualificado en áreas donde hay mayor peligro eléctrico.

En cuanto al diseño se ha intentado que en caso de fallo, la zona afectada sea la menor posible, así tras el cálculo de la protección frente sobrecargas y frente contactos indirectos el Cuadro Principal queda compuesto:

Línea a proteger	Dispositivo frente sobrecargas	Protección diferencial
Interruptor general	Compact NS1000, tipo N Micrologic 2.0	-
1	Mag iC60L 4P 40A curva C	-
2	Mag iC60L 4P 16A curva C	-
3	IA EasyPact CVS160B TM160D 4P 4d	-
4	Mag iC60L 4P 16A curva C	-
8	Mag C120H 4P 100A curva C	-
9	IA EasyPact CVS160B TM160D 4P 4d	-
10	Mag C120H 4P 63A curva C	-
11	Mag C120H 4P 100A curva C	-
12	Mag C120H 4P 80A curva C	-
13	Mag iC60L 4P 32A curva C	-
14	IA EasyPact CVS160B TM160D 4P 4d	-
Cp-10(Línea 5)	Mag iC60L 4P 10A curva C	Int dif IID A 4P 300mA 40A
Cp-10(Línea 6)	Mag iC60L 4P 10A curva C	
Cp-10(Línea 7)	Mag iC60L 4P 10A curva C	
Cp-lum(LA1)(M)	Mag iC60H 2P 10A curva C	Int dif IID A 2P 30mA 25A

Cp-Alum. Ext. 1(M)	Mag iC60H 2P 10A curva C	Int dif IID A 2P 30mA 25A
Cp-Alum. Ext. 2(M)	Mag iC60H 2P 10A curva C	

Tabla 9: Composición cuadro principal

En el caso de los cuadros secundarios estos quedan compuestos de la siguiente forma:

Cs 1		
Línea a proteger	Protección sobrecorrientes	Protección diferencial
Instalado en el origen del cuadro	Mag iC60N 4P 25A curva C	-
LÍNEA OFICINAS 1	Mag iK60N 2P 10A curva C	Int dif IID A 2P 30mA 25A
LÍNEA OFICINAS 2	Mag iK60N 2P 16A curva C	Int dif IID A "si" 2P 30mA 25A
LÍNEA OFICINAS 3	Mag iK60N 2P 20A curva C	Int dif IID A 2P 30mA 25A
Alum. Oficinas 1	Mag iK60N 2P 6A curva C	Int dif IID A 2P 30mA 25A
Alum. Oficinas 2	Mag iK60N 2P 6A curva C	
Alum. Oficinas 3	Mag iK60N 2P 6A curva C	
Alum. Oficinas 4	Mag iK60N 2P 6A curva C	
Alum. Oficinas 5	Mag iK60N 2P 6A curva C	
Cs 2		
Línea a proteger	Protección sobrecorrientes	Protección diferencial
Instalado en el origen del cuadro	-	-
Cs2-28	Mag iC60N 4P 1A curva C	Int dif IID A 4P 300mA 40A
Cs2-29	Mag iC60N 4P 3A curva C	Int dif IID A 4P 300mA 40A
Cs2-29	Mag iC60N 4P 3A curva C	
Cs2-lum(LA2) (M)	Mag iK60N 2P 10A curva C	Int dif IID A 2P 30mA 25A
Cs2-Alum. Ext. 3(M)	Mag iK60N 2P 10A curva C	Int dif IID A 2P 30mA 25A
Cs 3		
Línea a proteger	Protección sobrecorrientes	Protección diferencial
Instalado en el origen del cuadro	Mag C120H 4P 80A curva C	-
Cs3-16	Mag C120H 4P 80A curva C	Int dif IID A "si" 4P 300mA 100A
Cs3-19	Mag iC60L 4P 4A curva C	
Cs3-lum(LA3) (M)	Mag iK60N 2P 6A curva C	Int dif IID A 2P 30mA 25A

Cs 4		
Línea a proteger	Protección sobreintensidades	Protección diferencial
Instalado en el origen del cuadro	Mag iC60L 4P 16A curva C	-
Cs4-2	Mag iC60L 4P 10A curva C	Int dif IID A 4P 300mA 40A
Cs4-17	Mag iC60L 4P 4A curva C	
Cs4-lum(LA4)(M)	Mag iC60H 2P 6A curva C	Int dif IID A 2P 30mA 25A
Cs 5		
Línea a proteger	Protección sobreintensidades	Protección diferencial
Instalado en el origen del cuadro	Mag C120H 4P 80A curva C	-
Cs5-2	Mag iC60L 4P 10A curva C	Int dif IID A"si" 4P 300mA 100A
Cs5-16	Mag C120H 4P 80A curva C	
Cs5-lum(LA5)(M)	Mag iK60N 2P 10A curva C	Int dif IID A 2P 30mA 25A
Cs 6		
Línea a proteger	Protección sobreintensidades	Protección diferencial
Instalado en el origen del cuadro	-	-
Cs6-22	Mag iC60N 4P 2A curva C	Int dif IID A 4P 300mA 40A
Cs6-22	Mag iC60N 4P 2A curva C	
Cs6-lum(LA6)	Mag iC60N 4P 10A curva C	Int dif IID A 4P 30mA 40A
Cs 7		
Línea a proteger	Protección sobreintensidades	Protección diferencial
Instalado en el origen del cuadro	Mag iC60L 4P 40A curva C	-
Cs7-3	Mag iC60L 4P 20A curva C	Int dif IID A 4P 300mA 40A
Cs7-8	Mag iC60L 4P 20A curva C	
Cs7-lum(LA7)(M)	Mag iK60N 2P 10A curva C	Int dif IID A 2P 30mA 25A
Cs 8		
Línea a proteger	Protección sobreintensidades	Protección diferencial
Instalado en el origen del cuadro	Mag iC60H 4P 63A curva C	-
Cs8-1	Mag iC60H 4P 32A curva C	Int dif IID A 4P 300mA 63A
Cs8-3	Mag iC60H 4P 20A curva C	
Cs8-lum(LA8)(M)	Mag iK60N 2P 10A curva C	Int dif IID A 2P 30mA 25A
Cs 9		

Línea a proteger	Protección sobreintensidades	Protección diferencial
Instalado en el origen del cuadro	Mag iC60N 4P 25A curva C	-
Cs9-9	Mag iC60N 4P 10A curva C	Int dif IID A 4P 300mA 40A
Cs9-15	Mag iC60N 4P 10A curva C	
Cs9-25	Mag iC60N 4P 6A curva C	
Cs9-lum(LA9)(M)	Mag iK60N 2P 6A curva C	Int dif IID A 2P 30mA 25A
Cs 10		
Línea a proteger	Protección sobreintensidades	Protección diferencial
Instalado en el origen del cuadro	Mag iC60N 4P 40A curva C	-
Cs10-14	Mag iC60N 4P 25A curva C	Int dif IID A 4P 300mA 40A
Cs10-26	Mag iC60N 4P 10A curva C	Int dif ID B 4P 300mA 25A
Cs10-26	Mag iC60N 4P 10A curva C	
Cs10-lum(LA10)(M)	Mag iK60N 2P 6A curva C	Int dif IID A 2P 30mA 25A
Cs 11		
Línea a proteger	Protección sobreintensidades	Protección diferencial
Instalado en el origen del cuadro	Mag iC60H 4P 63A curva C	-
Cs11-14	Mag iC60H 4P 25A curva C	Int dif IID A 4P 300mA 63A
Cs11-14	Mag iC60H 4P 25A curva C	
Cs11-26	Mag iC60H 4P 10A curva C	Int dif ID B 4P 300mA 25A
Cs11-lum(LA11)(M)	Mag iK60N 2P 10A curva C	Int dif IID A 2P 30mA 25A
Cs 12		
Línea a proteger	Protección sobreintensidades	Protección diferencial
Instalado en el origen del cuadro	Mag iC60H 4P 50A curva C	-
Cs12-6	Mag iC60H 4P 20A curva C	Int dif IID A 4P 300mA 63A
Cs12-7	Mag iC60H 4P 25A curva C	
Cs12-13	Mag iC60H 4P 6A curva C	
Cs12-lum(LA12)(M)	Mag iK60N 2P 10A curva C	Int dif IID A 2P 30mA 25A
Cs 13		
Línea a proteger	Protección sobreintensidades	Protección diferencial
Instalado en el origen del cuadro	Mag iC60N 4P 40A curva C	-
Cs13-21	Mag iC60N 4P 32A curva C	Int dif IID A 4P 300mA 40A

Cs13-lum(LA13)(M)	Mag iK60N 2P 10A curva C	Int dif IID A 2P 30mA 25A
Cs 14		
Línea a proteger	Protección sobrecorrientes	Protección diferencial
Instalado en el origen del cuadro	Mag iC60L 4P 40A curva C	-
Cs14-1	Mag iC60L 4P 32A curva C	Int dif IID A 4P 300mA 40A
Cs14-lum(LA14)(M)	Mag iK60N 2P 10A curva C	Int dif IID A 2P 30mA 25A
Cs 15		
Línea a proteger	Protección sobrecorrientes	Protección diferencial
Instalado en el origen del cuadro	Mag C120H 4P 125A curva C	-
Cs15-23	Mag C120H 4P 80A curva C	Int dif IID A"si" 4P 300mA 100A
Cs15-23	Mag C120H 4P 80A curva C	Int dif IID A"si" 4P 300mA 100A
Cs15-28	Mag iC60L 4P 1A curva C	Int dif IID A 4P 300mA 40A
Cs15-lum(LA15)(M)	Mag iK60N 2P 10A curva C	Int dif IID A 2P 30mA 25A
Cs 16		
Línea a proteger	Protección sobrecorrientes	Protección diferencial
Instalado en el origen del cuadro	Mag iC60N 4P 20A curva C	-
Cs16-11	Mag iC60N 4P 3A curva C	Int dif IID A 4P 300mA 40A
Cs16-12	Mag iC60N 4P 10A curva C	
Cs16-18	Mag iC60N 4P 10A curva C	
Cs16-25	Mag iC60N 4P 6A curva C	
Cs 17		
Línea a proteger	Protección sobrecorrientes	Protección diferencial
Instalado en el origen del cuadro	Mag iC60N 4P 10A curva C	-
Cs17-ptrab(M)	Mag iK60N 2P 6A curva C	Int dif IID A 2P 30mA 25A
Cs17-ptrab(M)	Mag iK60N 2P 6A curva C	
Cs17-lum(LA16)(M)	Mag iK60N 2P 10A curva C	Int dif IID A 2P 30mA 25A
Cs 18		
Línea a proteger	Protección sobrecorrientes	Protección diferencial
Cs18-27	Mag iC60H 4P 25A curva C	Int dif ID B 4P 300mA 25A
Cs 19		
Línea a proteger	Protección sobrecorrientes	Protección diferencial

Instalado en el origen del cuadro	Mag C120N 4P 125A curva C	-
Cs19-4	Mag C120N 4P 80A curva C	Int dif iD B 4P 300mA 80A
Cs19-4	Mag C120N 4P 80A curva C	Int dif iD B 4P 300mA 80A
Cs19-lum(LA17)(M)	Mag iK60N 2P 10A curva C	Int dif iID A 2P 30mA 25A
Cs 20		
Línea a proteger	Protección sobreintensidades	Protección diferencial
Instalado en el origen del cuadro	Mag iC60N 4P 40A curva C	-
Cs20-20	Mag iC60N 4P 10A curva C	Int dif iID A 4P 300mA 40A
Cs20-24	Mag iC60N 4P 25A curva C	
Cs20-lum(LA18)	Mag iC60N 4P 10A curva C	Int dif iID A 4P 30mA 40A
Cs21		
Línea a proteger	Protección sobreintensidades	Protección diferencial
Instalado en el origen del cuadro	Mag iC60N 4P 20A curva C	-
LÍNEA OFICINAS 4	Mag iK60N 2P 10A curva C	Int dif iID A 2P 30mA 25A
LÍNEA OFICINAS 5	Mag iK60N 2P 16A curva C	Int dif iID A "si" 2P 30mA 25A
LÍNEA OFICINAS 6	Mag iK60N 2P 10A curva C	Int dif iID A 2P 30mA 25A
Alum. Oficinas 6	Mag iK60N 2P 6A curva C	Int dif iID A "si" 2P 30mA 25A
Alum. Oficinas 7	Mag iK60N 2P 6A curva C	
Alum. Oficinas 8	Mag iK60N 2P 6A curva C	
Alum. Oficinas 9	Mag iK60N 2P 6A curva C	
Alum. Oficinas 10	Mag iK60N 2P 6A curva C	
Alum. Oficinas 11	Mag iK60N 2P 6A curva C	
Alum. Oficinas 12	Mag iK60N 2P 6A curva C	
Alum. Oficinas 13	Mag iK60N 2P 6A curva C	
Alum. Oficinas 14	Mag iK60N 2P 6A curva C	

Tabla 10: Composición Cuadros Secundarios

Cabe destacar que en el origen de los cuadros secundarios 2 y 6, se instala un interruptor en carga Compact INS40 4P 40A. La abreviatura mag significa magnetotérmico y la Int dif interruptor diferencial.

Para mayor detalle del fundamento de protección y cálculos revisar el "Anexo I".

3.10. ALUMBRADO

En el caso de las líneas de alumbrado se distinguen dos casos, líneas de alumbrado alimentadas en monofásica hasta una potencia máxima de 1200W y líneas alimentadas mediante líneas trifásicas para los casos en que la línea demande más de 1200W. Las iluminancias necesarias para cada tarea según la norma UNE-EN_12464-1 son las siguientes:

Zona	Iluminancia necesaria según norma (lux)
Corte	500
Preparación	500
Montaje	300
Barniz	750
Acabado y expedición	300
Taller	200
Almacén	200
Pasillos	150
Compresores	200
Oficina almacén	200
Oficinas zona trabajo	200
Pasillos	200
Oficinas	500
Baños	200
Escaleras principales	150
Cantina y zona de descanso	200

Tabla 11: Iluminancia mínima exigida por la UNE-EN_12464-1

Con lo anterior en cuenta se ha hecho el diseño de la iluminación con ayuda del programa Dialux, intentando conseguir como mínimo los niveles exigidos. Los resultados obtenidos pueden consultarse en el “Anexo II”.

La luminaria seleccionada para la zona de trabajo en la fábrica es la Phillips Cabana2 BY150P HPI-P de tipo halogenuro metálico con luz blanca fría, ideal para grandes espacios con alturas elevadas, además proporciona un grado de protección IP65 ideal para la instalación. Esta luminaria ya incluye balasto debido a que se trata de una luminaria de descarga. La potencia que absorbe es de 274W.

Para el caso del alumbrado exterior se utilizan luminarias Phillips Selenium SGP340 FG 1xSON-TPP de tipo sodio a alta presión colocadas cada 5 metros, apta para el alumbrado exterior con un grado de protección IP66, por lo que es adecuada para su uso en el exterior ya que está

protegida frente a polvo y frente a fuertes chorros de agua. Esta luminaria ya incluye balasto debido a que se trata de una luminaria de descarga. La potencia que absorbe es de 169W.

En el caso del alumbrado de oficinas se utilizan tres tipos. Las luminarias EFix TPS262 2x49W y EFix TPS262 1x28W se usan en función de las necesidades de iluminancias para poder ajustarse más fácilmente a lo estipulado. Las luminarias Fugato se utilizan para pasillos, recepción y escaleras. Todas estas luminarias utilizan tecnología fluorescente y además ya incluyen el balasto necesario al tratarse de lámparas de descarga. Para el alumbrado de la zona de oficinas se utilizan interruptores de luz de tipo unipolar de la gama Simon 31.

En cuanto al alumbrado de emergencia en la zona de trabajo se han utilizado luminarias del mismo tipo que el comentado anteriormente, las cuales incluyen equipos auxiliares. Estas luminarias se van alternando con las que no incluyen equipos auxiliares, manteniendo un mismo de un 1 lux en vías de evacuación Y 5 luxes en cuadros de distribución según lo estipulado en el ITC-BT-28. Dicho equipo auxiliar consta de una batería, que se recarga con la energía que llega a la luminaria durante el funcionamiento normal, proporcionando luz durante una hora en caso de emergencia, la disposición de las distintas luminarias puede ver con más detalle en el "Plano 5".

En el caso de la zona de oficinas, se utilizan como luminarias de emergencia las de las series C3 de Legrand de una hora de autonomía, conectadas a las líneas de iluminación de la zona de oficinas. Dichas luminarias constan de una batería, que se recarga durante el funcionamiento normal de la instalación. Estas se colocarán marcando la ruta de evacuación y sobre las puertas en el interior de cada habitáculo como puede verse en el "Plano 7".

CAPÍTULO 4. REFERENCIAS Y NORMATIVA

4.1. REFERENCIAS

1. Agencia Estatal de Meteorología: www.aemet.es
2. Base de datos Instituto Valenciano de la Edificación: www.five.es
3. Legrand Group España. (2015). Catálogo General. Legrand Group España. Madrid.
4. Philips Ibérica. (2016). Tarifa Alumbrado Profesional. Philips Ibérica. Madrid.
5. Prysmian Group España. (2014). Catálogo Baja Tensión. Prysmian Group España.
6. Grupo Revi. (2016). Catálogo Tubos. Revi.
7. Roger Folch, José; Riera Guasp, Martín; Roldán Porta, Carlos. (2010). Tecnología Eléctrica. Ed. Síntesis. Madrid.
8. Roger Folch, José; Riera Guasp, Martín; Roldán Porta, Carlos. (2014). Problemas de Tecnología Eléctrica. Ed. Síntesis. Madrid.
9. Schneider Electric España. (2011). Acti 9, La eficiencia que mereces. Schneider Electric España. Barcelona.
10. Schneider Electric España. (2015). Compact NS, Interruptores automáticos y en carga de caja moldeada de 630 a 3200 A. Schneider Electric España. Barcelona.
11. Schneider Electric España. (2015). EasyPact CVS, Interruptores automáticos Baja tensión de caja moldeada de 100 a 630 A. Schneider Electric España. Barcelona.
12. Schneider Electric España. (2012). Sistemas de Instalación. Schneider Electric España. Barcelona.
13. Simon España. (2015). Tarifa General. Simon España. Barcelona.

4.2. NORMATIVA USADA

- 1."Reglamento Electrotécnico de para Baja Tensión, Instrucciones Técnicas complementarias. Real Decreto 842/2002. Del cual se utilizan las siguientes instrucciones técnicas: ITC-BT-17, ITC-BT-18, ITC-BT-19, ITC-BT-20, ITC-BT-21, ITC-BT-22, ITC-BT-24, ITC-BT-28, ITC-BT-29, ITC-BT-47.
2. UNE-EN 12464-1. Iluminación de los lugares de trabajo.
3. UNE-EN 20460-5-523. Intensidades admisibles en sistemas de conducción.
4. UNE 60079-10. Atmosferas explosivas.
5. UNE-EN 60304-5-54. Instalaciones eléctricas de baja tensión, selección e instalación de equipos eléctricos.

ANEXO I. CÁLCULOS

1.1. DIMENSIONADO DE LAS SECCIONES POR CRITERIO TÉRMICO Y CAÍDA DE TENSIÓN

En primer lugar se aplica el dimensionado por criterio térmico, así lo primero de todo es determinar la intensidad que demanda cada receptor a partir de su potencia mediante la expresión:

$$I = \frac{\text{Potencia}}{k * V * \cos \varphi} \quad (1)$$

Con $k=\sqrt{3}$ en el caso trifásico y $k=1$ para monofásica, V es la tensión de la línea, 230 para monofásica o 400 para trifásica. En el caso de las luminarias debido a que son de descarga, la intensidad demandada se calcula:

$$I_b = \frac{1,8 * P}{U_n} \quad (2)$$

Siendo P la potencia total de la línea de alumbrado en vatios y U_n la tensión a la que se alimenta las luminarias.

En cuanto a líneas que alimentan motores, debe calcularse la intensidad de diseño (I_b), como el sumatorio de la intensidad que demanda cada motor, más un 25% de la corriente del motor de mayor potencia de la línea, en el caso de un solo motor será la de este mismo. De esta forma se tiene en cuenta el efecto del arranque del motor tal y como ese establece en la ITC-BT-47.

En el caso de las líneas que alimentan a los cuadros secundarios la intensidad de diseño se calcula como la suma de las intensidades que demanda cada consumo, es decir, la suma de las intensidades demandadas por las líneas de luminarias, intensidades demandadas por tomas de corriente si las hay y las corrientes demandadas por motores más un 25% de la intensidad del motor de mayor potencia. El primer problema que se presenta es que cada carga tiene su propio factor de potencia, en el caso de las luminarias debe ser corregido hasta un mínimo de 0,9 con condensares en los balastos de estas. En el caso de los motores, el factor de potencia varía entre 0,8 para los motores de menor potencia y 0,85 para motores de mayor potencia, luego a la hora de hacer la suma debería trabajarse con fasores y números complejos, pero debido a que franja de ángulos entre los que se mueve el factor de potencia es muy pequeña, dichas corrientes se pueden sumar algebraicamente con un error muy pequeño, luego así se consigue simplificar el cálculo sin que se esté comprometiendo la seguridad. En el caso necesario de utilizar el factor de potencia, se utilizará un factor medio de 0,85.

A la hora de hacer el dimensionado de líneas trifásicas que alimentan también a monofásicas es necesario hablar del reparto de cargas, esto es necesario para conocer la intensidad de diseño

necesaria para el dimensionado de la línea que alimenta a los cuadros secundarios con dichas líneas. Esto ocurre por ejemplo con las líneas de oficinas, donde todas las líneas que parten del cuadro, tanto de alumbrado como de consumo son monofásicas, o con las líneas de alumbrado de la zona de trabajo, luego a la hora de hacer el dimensionado se debe hacer un reparto de líneas monofásicas entre las tres fases. El procedimiento consiste repartir las líneas monofásicas entre las distintas fases, formando así un sistema trifásico y calcularlo como un sistema desequilibrado. Esto puede simplificarse considerando como I_b la de la fase más cargada, luego el sistema pasa a ser equilibrado, por lo que se consigue simplificar el cálculo dando un mayor margen de seguridad y evitando así problemas durante el funcionamiento del sistema trifásico. A la hora de dimensionar la línea monofásica, se dimensionará por el procedimiento habitual y ya considerando la I_b de la línea correspondiente. Se va a proponer un ejemplo para explicar la forma de proceder con el reparto, en el caso del cuadro secundario 1, se reparte:

-Fase A: alimenta Línea Oficinas 1 y Alum of 1 y 2, $I_b=9,72+0,5+1,69=11,91$ A.

-Fase B: alimenta Línea Oficinas 2 y Alum of 3 y 4, $I_b=14,833+1,69+1,69=18,213$ A.

-Fase C: alimenta Línea Oficinas 3 y Alum of 5, $I_b=18,414+1,69=20,104$ A.

Luego la I_b para la línea que alimenta al Cs1 es 20,104 A. En el caso del cuadro principal que alimenta tanto trifásicas como monofásicas, para obtener la I que demandan las líneas monofásicas se procede de forma análoga, haciendo el reparto de fases:

-Fase A: alimenta Línea Alumbrado 1, $I_b=6,433$ A.

-Fase B: alimenta Alum. Ext. 1, $I_b=6,613$ A.

-Fase C: alimenta Alum. Ext. 2, $I_b=7,935$ A.

Así la I para el dimensionado de la línea que va desde el CT hasta este cuadro, será la suma de las intensidades demandas por los otros cuadros, más la intensidad de la fase más cargada del sistema trifásico formado por estas líneas monofásicas, la I_b del sistema trifásico es, $I_b=7,935$ A. A la hora de dimensionar la línea que alimenta a cada receptor desde el cuadro, ya se tiene en cuenta la intensidad que demanda cada uno sea trifásico o monofásico.

El siguiente paso es determinar los coeficientes correctores por temperatura distinta de 30°C, coeficiente de agrupamiento de circuitos y en el caso de canalizaciones enterradas los coeficientes por temperatura del terreno distinta de 20°C, resistividad distinta de 2,5K.m/W y coeficiente por agrupamiento de circuitos. En caso de una línea que discurre por varios tipos de canalizaciones, se usa para el cálculo el caso más desfavorable, que en el caso de canal cerrada y tubo, será canal cerrada al discurrir varios circuitos por esta, lo que se traduce en una menor k , y por tanto menor intensidad admisible (I_z).

Se ha tomado como temperatura ambiente 35°C, la cual es una temperatura que puede alcanzarse en la zona en los meses de verano, como puede verse en la base de datos de AEMET, así el factor de corrección será para todos excepto para canalizaciones enterradas de 0,96, luego se ha dimensionado en el caso más desfavorable que se puede alcanzar durante el funcionamiento. En cuanto al factor por agrupamiento, depende del tipo de canalización y del número de circuitos que lleva, así en el caso de tubo (B1) solo discurrirá un único circuito por este, siendo el coeficiente igual a 1, en el caso de la canal cerrada (C) depende del número de circuitos, considerando la del tramo más desfavorable por el que discurre. Para la canalización

enterrada en el caso de la línea que va al cuadro 17, el factor es 1 debido a que discurre un único circuito, en el caso de la línea que va desde el centro de transformación al cuadro principal, el factor es de 0,75 al discurrir un conductor de cada fase en cada tubo. En el caso de las líneas enterradas, los factores de temperatura del terreno y resistividad toman valor de 1 ambos, esto es debido a que la temperatura del terreno es de 20°C como se puede consultar en las bases de datos de AEMET y la resistividad del terreno de 2,5K*m/W por ser terreno calizo. Con todo lo anterior la K_{TOTAL} se determina por el producto de los factores de corrección correspondientes. Todos los cables a usar son unipolares, luego el número de circuitos será, numero de circuitos igual al número de cables entre 2 si es monofásico y numero de cables entre 3 si es trifásico.

El siguiente paso es entrar con el valor I_b/K_{TOTAL} en la tabla A52-1 o A52-2 de la si se trata de enterrado, pertenecientes a la norma UNE-EN 20460-5-523, con esto y con el método de instalación y aislamiento se obtiene una sección y una I_{TABLA} , con $I_{TABLA} > (I_b/K_{TOTAL})$, con esta última se determina la intensidad admisible (I_z) como

$$I_z = I_{TABLA} * K_{TOTAL} \quad (3)$$

En el caso de líneas con múltiples cargas no se reduce sección en los distintos tramos ya que no encarece demasiado y facilita la protección sobre todo frente a sobrecargas.

Una vez obtenidas las secciones por criterio térmico es necesario aplicar el criterio de la caída de tensión para verificar que esta no supere un límite establecido en la normativa.

Se debe determinar esta al final de la línea, se calcula como la suma de las distintas caídas de tensión de las líneas que alimentan al receptor, desde el CT hasta este, así se obtiene ϵ (%) línea, que es la caída de tensión de la línea en porcentaje y ϵ (%) total, que es la suma de las caídas de tensión de las líneas que alimenta a la de cálculo, desde el centro de transformación (CT) hasta el punto de cálculo. La ITC-BT-19 establece como valores máximos de caída de tensión para receptores alimentados desde un centro de transformación propio, 4,5% para alumbrado y 6,5% para fuerza o tomas de corriente. Así la caída de tensión se calcula mediante la expresión (4) si se trata de línea trifásica o mediante la expresión (5) si es monofásica:

$$\Delta U = \sqrt{3} * (R \cos \varphi + X \sin \varphi) \quad (4)$$

$$\Delta U = 2 * (R \cos \varphi + X \sin \varphi) \quad (5)$$

Con R la resistencia de la línea en Ω y con X la reactancia de la línea en Ω .

Todos los cálculos se han efectuado con la resistividad a la temperatura del conductor, así que lo primero es determinarla a partir de la intensidad de diseño (I_b) y la admisible (I_z):

$$T_{cond} = T_{amb} + (T_{adm} - T_{amb}) * \left(\frac{I_b}{I_z}\right)^2 \quad (6)$$

Siendo T_{amb} la temperatura ambiente de 35°C (se escoge el caso más desfavorable), T_{adm} la temperatura admisible del conductor (90°C para XLPE, 70°C para PVC). Conocida la temperatura del conductor, se calcula la resistividad del cobre a dicha temperatura a partir de la resistividad a 20°C:

$$\rho = \rho_{20^{\circ}C} * (1 + \alpha * (T_{cond} - 20)) \quad (7)$$

Con $\rho_{20^{\circ}C}=0,01724$ y α el coeficiente de temperatura, que para el cobre es de $0,00393 \text{ }^{\circ}C^{-1}$. Tras esto se puede calcular la resistencia y la reactancia de la línea:

$$R = \frac{\rho * L}{n * S} \quad (8)$$

$$X = \frac{X_u * L}{n} \quad (9)$$

Siendo ρ la resistividad a la temperatura del conductor, L la longitud en metros, n el número de conductores por fase, S la sección en mm^2 , X_u la reactancia unitaria por conductor que se toma como $0,1\text{m}\Omega/\text{m}$.

Si las secciones son menores de aproximadamente 25mm^2 , el término de la reactancia tiene un peso muy bajo frente al de la resistencia, luego es posible despreciar dicho término, así las formulas anteriores se simplifican de la siguiente forma:

$$\Delta U = \frac{L * \rho * Potencia}{U_n * S} \quad (10)$$

$$\Delta U = 2 * \frac{L * \rho * Potencia}{U_n * S} \quad (11)$$

Siendo (6) para el caso trifásico y la expresión (7) para el monofásico. En estas expresiones L es la longitud en m, ρ es la resistividad en $\Omega \cdot \text{mm}^2/\text{m}$, S la sección en mm^2 y U_n la tensión nominal en voltios, siendo 400V para el caso trifásico y 230V para el monofásico.

Para obtener la cauda de tensión en porcentaje, ε (%) se debe proceder:

$$\varepsilon(\%) = \frac{\Delta U(V)}{U_n} * 100 \quad (12)$$

En el caso de líneas con múltiples cargas, el método de proceder es tal y como indica el libro "Tecnología Eléctrica" indicado en la bibliografía, si las secciones no son muy grandes la formula a utilizar es:

$$\Delta U(V) = \frac{\rho}{U_n * S} * \sum_{i=1}^n L_{0i} * P_i \quad (13)$$

En el caso de secciones más grandes la formula a usar es:

$$\Delta U(V) = \frac{R_u}{U_n} * \sum_{i=1}^n L_{0i} * P_i + \frac{X_u}{U_n} * \sum_{i=1}^n L_{0i} * Q_i \quad (14)$$

Con L_{0i} es la distancia en metros desde el origen de la línea hasta el punto de consumo i, R_u y X_u la resistencia y reactancia por unidad de longitud en Ω/m , P_i la Potencia en watios del consumo i y Q_i la potencia reactiva del consumo i. Puede verse con más detalle L_{0i} en el caso de las líneas

con múltiples cargas que alimentan cuadros secundarios, en el caso de las líneas con múltiples cargas en oficinas, se muestra directamente la caída de tensión total de la línea.

En el caso de las luminarias la forma más adecuada de calcular la caída de tensión es calculando la caída de tensión de cada tramo y sumándolas para obtener la total, pero a fin de simplificar cálculos se procede de la siguiente forma, en el caso de tener una sola luminaria en la línea se calcula según el procedimiento habitual, si se tiene más de una luminaria en el caso del alumbrado de la zona de trabajo, se calculará la caída de tensión de un línea equivalente, de longitud igual a $2/3$ de la longitud total de la línea de alumbrado correspondiente y potencia igual al total de la línea de alumbrado. En el caso de las luminarias de la zona de oficinas, si se tiene una sola luminaria se calcula según el procedimiento habitual, en el caso de dos luminarias, se calcula con la longitud del tramo desde el Cs hasta una de las luminarias con toda la potencia y finalmente en el caso de más de dos luminarias se procede de la misma forma que en la zona de trabajo para más de una luminaria. De esta forma se está considerando una situación más desfavorable y por tanto se llega a resultados más conservadores con un error muy bajo, por lo que esta simplificación no compromete la seguridad. Así las longitudes que aparecen en la Tabla 12 en el caso de las luminarias pueden no corresponderse con la real, debido a que se hace la anterior simplificación. La columna de L_{0i} únicamente se usa para líneas con cargas múltiples. Finalmente se obtiene:

Línea	Ib (A)	K _{TOTAL}	Longitud (m)	L _{0i} (m)	S(mm ²)	Iz(A)	ε (%) línea	ε (%) total
CT-CP	271,578	0,75	12,1	-	300	297	0,141	0,141
1	-	-	-	-	10	50,4	0,548	0,688
Tramo Cp-bifur	39,964	0,72	22,16	-	10	50,4	-	-
Tramo bifur-Cs1	20,105	0,96	3	25,16	10	50,4	-	-
Tramo bifur-Cs21	19,859	0,96	0,9	23,06	10	50,4	-	-
2	12,503	0,72	30,08	-	2,5*	21,6	0,740	0,880
3	-	-	-	-	70	164,88	0,346	0,486
Tramo Cp-bifur	149,032	0,72	12,1	-	70	164,88	-	-
Tramo bifur-Cs3	72,106	0,72	7,7	19,8	70	164,88	-	-
Tramo bifur-Cs4	13,182	0,72	3,9	16	70	164,88	-	-
Tramo bifur-Cs5	78,496	0,72	9,5	21,6	70	164,88	-	-
4	11,774	0,72	27,2	-	2,5*	21,6	0,420	0,561
8	-	-	-	-	35*	105,84	0,344	0,484

Tramo Cp-Bifur	85,459	0,72	10,32	-	35	105,84	-	-
Tramo bifur-Cs7	36,999	0,72	4,04	14,36	35	105,84	-	-
Tramo bifur-Cs8	51,857	0,72	14,88	25,2	35	105,84	-	-
9				-	70	158,2848	0,437	0,578
Tramo Cp-bifur	155,740	0,6912	18,4	-	70	158,2848	-	-
Tramo bifur-Cs14	38,272	0,6912	2,8	21,2	70	158,2848	-	-
Tramo bifur-Cs15	123,835	0,6912	6,56	24,96	70	158,2848	-	-
10				-	16	67,68	0,843	0,983
Tramo Cp-bifur	58,930	0,72	28,08	-	16	67,68	-	-
Tramo bifur-Cs9	22,165	0,72	2,8	30,88	16	67,68	-	-
Tramo bifur-Cs10	38,357	0,72	11,816	39,896	16	67,68	-	-
11				-	35	105,84	0,813	0,954
Tramo Cp-bifur	99,618	0,72	33,36	-	35	105,84	-	-
Tramo bifur-Cs11	56,655	0,72	9,4	42,76	35	105,84	-	-
Tramo bifur-Cs12	47,209	0,72	3,26	36,62	35	105,84	-	-
12				-	16	67,68	1,163	1,304
Tramo Cp-bifur	65,517	0,72	38,9	-	16	67,68	-	-
Tramo bifur-Cs20	36,266	0,72	3,6	42,5	16	67,68	-	-
Tramo bifur-Cs13	33,496	0,72	11,42	50,32	16	67,68	-	-
13				-	6*	35,2512	1,088	1,229
Tramo Cp-bifur	25,983	0,6912	36,7	-	6	35,2512	-	-
Tramo bifur-Cs16	17,405	0,6912	2,8	39,5	6	35,2512	-	-
Tramo bifur-Cs17	8,577	1	17,2	53,9	6	35,2512	-	-

14				-	70	158,2848	0,814	0,954
Tramo Cp-bifur	135,444	0,6912	43,28	-	70	158,2848	-	-
Tramo bifur-Cs18	23,349	0,6912	4,5	47,78	70	158,2848	-	-
Tramo bifur-Cs19	116,765	0,6912	7,706	50,986	70	158,2848	-	-

Tabla 12: Sección y caídas de tensión tras el dimensionado cuadro principal

En el caso de la línea CT-CP la intensidad de diseño ya aparece dividida por el número de conductores por fase, en el caso del cálculo de la protección frente sobrecargas la I_b deberá usarse sin dividir por el número de conductores por fase. Para las líneas que alimentan los consumos se tiene:

Línea	$I_b(A)$	Longitud (m)	K_{TOTAL}	Sección (mm ²)	$I_z(A)$	ϵ (%) línea	ϵ (%) total
Cp-10(L5)	6,368	12,771	0,6912	1,5	15,2064	0,302	0,442
Cp-10(L6)	6,368	10,512	0,6912	1,5	15,2064	0,248	0,389
Cp-10(L7)	6,368	8,198	0,6912	1,5	15,2064	0,194	0,334
Cp-lum(LA1)(M)	6,433	9,876	0,96	1,5	22,08	0,380	0,521
Cp-Alum. Ext. 1(M)	6,613	16,437	0,96	1,5	22,08	0,651	0,791
Cp-Alum. Ext. 2(M)	7,936	21,455	1	1,5	26	1,020	1,161
Cs1(monofásicas)							
LÍNEA OFICINAS 1	9,719	23,658	0,94	1,5	15,98	1,178	1,867
LÍNEA OFICINAS 2	14,834	37,150	0,94	2,5*	21,62	1,449	2,137
LÍNEA OFICINAS 3	18,414	7,580	0,94	2,5	21,62	0,865	1,553
Alum. Oficinas 1	0,501	5,653	0,94	1,5	15,98	0,014	0,702
Alum. Oficinas 2	1,690	11,251	0,94	1,5	15,98	0,105	0,794
Alum. Oficinas 3	1,690	14,846	0,94	1,5	15,98	0,141	0,829
Alum. Oficinas 4	1,690	17,136	0,94	1,5	15,98	0,162	0,851
Alum. Oficinas 5	1,690	22,452	0,94	1,5	15,98	0,214	0,903
-							
Cs2-28	0,796	17,281	0,96	1,5	18,72	0,049	0,929
Cs2-29	2,547	6,765	0,96	1,5	18,72	0,077	0,958
Cs2-29	2,547	8,542	0,96	1,5	18,72	0,098	0,978
Cs2-lum(LA2) (M)	6,433	12,243	0,96	1,5	22,08	0,471	1,351
Cs2-Alum. Ext. 3(M)	6,613	14,519	0,96	1,5	22,08	0,575	1,455
Cs3-16	65,270	7,211	0,96	16	81,6	0,179	0,665

Cs3-19	3,184	6,200	0,96	2,5***	25,92	0,043	0,529
Cs3-lum(LA3)(M)	4,289	7,733	0,96	2,5***	29,76	0,117	0,604
Cs4-2	8,490	5,000	0,96	1,5	18,72	0,159	0,645
Cs4-17	3,184	5,034	0,96	1,5	18,72	0,058	0,544
Cs4-lum(LA4)(M)	2,144	5,500	0,96	1,5	22,08	0,069	0,556
Cs5-2	8,490	4,800	0,96	1,5	18,72	0,152	0,638
Cs5-16	65,270	5,734	0,96	16	81,6	0,142	0,628
Cs5-lum(LA5)(M)	6,433	11,293	0,96	2,5**	29,76	0,259	0,745
Cs6-22	1,061	4,590	0,96	1,5	18,72	0,017	0,578
Cs6-22	1,061	7,739	0,96	1,5	18,72	0,029	0,590
Cs6-lum(LA6)	9,864	31,573	0,96	1,5	18,72	0,556	1,117
Cs7-3	16,981	6,778	0,96	2,5*	25,92	0,269	0,753
Cs7-8	16,981	5,640	0,96	2,5*	25,92	0,224	0,708
Cs7-lum(LA7)(M)	6,433	8,520	0,96	2,5***	29,76	0,195	0,679
Cs8-1	31,839	4,800	0,96	4	34,56	0,241	0,725
Cs8-3	16,981	6,400	0,96	2,5*	25,92	0,254	0,738
Cs8-lum(LA8)(M)	6,433	9,868	0,96	2,5**	29,76	0,226	0,710
Cs9-9	7,960	5,106	0,96	1,5	18,72	0,151	1,134
Cs9-15	7,620	6,340	0,96	1,5	18,72	0,179	1,162
Cs9-25	4,776	5,900	0,96	1,5	18,72	0,102	1,085
Cs9-lum(LA9)(M)	4,289	5,634	0,96	1,5	22,08	0,143	1,126
Cs10-14	23,879	6,000	0,96	2,5	25,92	0,361	1,345
Cs10-26	6,368	6,100	0,96	1,5	18,72	0,142	1,126
Cs10-26	6,368	6,530	0,96	1,5	18,72	0,153	1,136
Cs10-lum(LA10)(M)	4,289	6,675	0,96	1,5	22,08	0,170	1,153
Cs11-14	23,879	6,310	0,96	2,5	25,92	0,380	1,334
Cs11-14	23,879	6,160	0,96	2,5	25,92	0,371	1,325
Cs11-26	6,368	7,080	0,96	1,5	18,72	0,165	1,119
Cs11-lum(LA11)(M)	8,577	11,431	0,96	2,5**	29,76	0,352	1,305
Cs12-6	16,981	5,900	0,96	2,5*	25,92	0,234	1,188
Cs12-7	21,226	8,980	0,96	2,5	25,92	0,466	1,420
Cs12-13	4,776	7,500	0,96	2,5***	25,92	0,078	1,031
Cs12-lum(LA12)(M)	8,577	10,980	0,96	2,5***	29,76	0,338	1,291

Cs13-21	27,063	6,860	0,96	6*	37,536	0,184	1,488
Cs13-lum(LA13)(M)	6,433	13,650	0,96	2,5**	25,296	0,314	1,618
Cs14-1	31,839	5,682	0,96	4	34,56	0,285	0,863
Cs14-lum(LA14)(M)	6,433	7,624	0,96	2,5***	29,76	0,175	0,753
Cs15-23	63,678	4,800	0,96	16	81,6	0,115	0,693
Cs15-23	63,678	6,688	0,96	16	81,6	0,161	0,739
Cs15-28	0,796	6,280	0,96	1,5	18,72	0,018	0,596
Cs15-lum(LA15)(M)	8,577	16,784	0,96	1,5	22,08	0,873	1,451
Cs16-11	2,653	6,280	0,96	1,5	18,72	0,060	1,289
Cs16-12	6,368	10,780	0,96	1,5	18,72	0,252	1,481
Cs16-18	6,368	5,140	0,96	1,5	18,72	0,120	1,349
Cs16-25	4,776	7,600	0,96	1,5	18,72	0,132	1,361
Cs17-ptrab(M)	3,836	6,088	0,96	1,5	22,08	0,211	1,440
Cs17-ptrab(M)	3,836	6,847	0,96	1,5	22,08	0,238	1,467
Cs17-lum(LA16)(M)	8,577	15,800	0,96	1,5	22,08	0,821	2,050
Cs18-27	23,349	5,600	0,96	2,5	25,92	0,328	1,282
Cs19-4	63,678	5,200	0,96	16	81,6	0,125	1,079
Cs19-4	63,678	5,200	0,96	16	81,6	0,125	1,079
Cs19-lum(LA17)(M)	2,144	6,200	0,96	2,5**	29,76	0,047	1,001
Cs20-20	9,552	6,490	0,96	1,5	15,912	0,238	1,542
Cs20-24	21,226	9,620	0,96	4*	29,376	0,304	1,607
Cs20-lum(LA18)	7,398	21,130	0,96	2,5**	22,032	0,162	1,466
Cs21(monofásicas)							
LÍNEA OFICINAS 4	9,207	26,572	0,94	1,5	15,98	1,156	1,845
LÍNEA OFICINAS 5	15,345	43,247	0,94	2,5*	21,62	1,665	2,354
LÍNEA OFICINAS 6	9,719	18,990	0,94	1,5	15,98	0,985	1,673
Alum. Oficinas 6	1,690	8,922	0,94	1,5	15,98	0,046	0,735
Alum. Oficinas 7	0,250	8,225	0,94	1,5	15,98	0,012	0,700
Alum. Oficinas 8	0,250	12,495	0,94	1,5	15,98	0,018	0,707
Alum. Oficinas 9	1,690	26,429	0,94	1,5	15,98	0,255	0,944
Alum. Oficinas 10	1,283	19,586	0,94	1,5	15,98	0,099	0,787

Alum. Oficinas 11	1,540	26,393	0,94	1,5	15,98	0,160	0,848
Alum. Oficinas 12	0,845	19,080	0,94	1,5	15,98	0,093	0,782
Alum. Oficinas 13	1,690	21,974	0,94	1,5	15,98	0,211	0,900
Alum. Oficinas 14	3,080	27,635	0,94	1,5	15,98	0,336	1,025

Tabla 13: Sección y caídas de tensión tras el dimensionado Cs

En ambas tablas los valores de sección marcados con asteriscos, indican que las secciones se ha sobredimensionado un calibre por encima del correspondiente según las tablas indicadas al principio del apartado, para poder cumplir la protección frente a sobretensiones, esto se puede ver con más detalle en el apartado “*Protección frente sobretensiones*” de este anexo.

1.2. PROTECCIÓN FRENTE CONTACTOS INDIRECTOS

La selección del calibre de los diferenciales se ha hecho en base a la intensidad de diseño. En el caso de los diferenciales que protegen a varios consumos el calibre se ha seleccionado a partir del sumatorio de las intensidades de diseño de los consumos a proteger, así se consigue dar un extra de seguridad evitando problemas durante el funcionamiento.

Se seleccionan diferenciales de 300mA de sensibilidad para toda la parte de fuerza, para evitar que durante el funcionamiento puedan ocurrir frecuentes desconexiones. Para el caso del alumbrado y las líneas de tomas de corriente tanto en oficinas como en la zona de fábrica, se usan diferenciales con sensibilidad de 30mA como suele ser habitualmente.

Para la instalación de las zonas de trabajo, siempre que no se tenga un variador de velocidad trifásico en las maquinas, se usará el tipo A válido para el ámbito industrial, consiguiendo así un ahorro manteniendo la seguridad. En el caso de que se tengan un variador de velocidad trifásico el dispositivo a usar será el tipo B de un mayor coste, así maquinas que incorporan variador de velocidad son: los tornos, compresores e instalación de incendios lo que será necesario usar diferenciales de tipo B. En caso de necesitar calibres mayores de 63A y no ser necesario uno de tipo B por no llevar la maquina en cuestión variador de velocidad, a fin de obtener una protección efectiva, segura y económica se usan de tipo A”si”, igualmente validos en el ámbito industrial y que pueden llegar hasta 100A de calibre.

En el caso de las oficinas se utilizaran mayormente diferenciales de tipo A puesto que en el caso de oficinas las carga de iluminación y de dispositivos electrónicos es baja, en el caso de tener un mayor número de ordenadores o líneas de iluminación de descarga, se debería usar diferenciales de tipo A”si” o superinmunizado, de mayor coste que los de tipo A. Únicamente se usarán de tipo A”si” en las líneas de oficinas con previsión de conectarse numerosos ordenadores o líneas de alumbrado, así se escogen interruptores superinmunizados A”si” de Schneider, estos se instalan líneas de oficinas 2 y 5 y en las líneas de alumbrado de oficinas del segundo piso.

1.3. PUESTA A TIERRA

El primer paso para el diseño de la puesta a tierra es el cálculo de la Resistencia de puesta a tierra de las masas de baja tensión admisible máxima admisible:

$$R_{adm} = \frac{U_L}{I_{\Delta N}} \quad (15)$$

Con U_L la tensión límite convencional en voltios, y $I_{\Delta N}$ la sensibilidad del dispositivo en A. Se selecciona $U_L=24V$ en vez de 50V debido a que en el recinto hay baños y vestuarios con duchas, es decir, hay locales húmedos, por lo tanto se busca garantizar también la seguridad de esos locales. Como $I_{\Delta N}$ se selecciona la sensibilidad del aparato de menor sensibilidad, así se tiene:

$$R_{adm} = \frac{24}{0,3} = 80\Omega \quad (16)$$

Lo siguiente es calcular la resistencia de puesta a tierra de la solución adoptada y comprobar que esta sea menor que la admisible, así las resistencias de puesta a tierra de las picas y el conductor horizontal son:

$$R_{picas} = \frac{\rho}{L * n^{\circ}picas} = \frac{100}{2 * 8} = 6,25\Omega \quad (17)$$

$$R_{cond\ horizontal} = \frac{2 * \rho}{L} = \frac{2 * 100}{148,4} = 1,347\Omega \quad (18)$$

Siendo ρ , la resistividad del terreno en $\Omega \cdot m$ y L la longitud en m.

Finalmente la resistencia de puesta a tierra (R_a) se calcula como el paralelo de la resistencia de las picas y del conductor horizontal, así se tiene:

$$R_a = \left(\frac{1}{R_{picas}} + \frac{1}{R_{cond\ horizontal}} \right)^{-1} = 1,108\Omega \ll R_{adm} \quad (19)$$

Finalmente se puede ver la R_a obtenida es menor que la admisible y por lo tanto la solución adoptada es válida.

1.4. PROTECCIÓN FRENTE SOBRECARGAS

Se utilizan interruptores magnetotérmicos en los caso en la que intensidad que circule por él sea menor de 125A y el poder de corte inferior a 15kA, en caso contrario se usaran interruptores automáticos. La protección frente a sobrecargas se efectuará mediante interruptores automáticos o bien mediante magnetotérmicos según el caso como se ha comentado anteriormente. En el caso de protección de frente cortocircuitos, se colocarán dispositivos en el origen de la línea en los cuadros, además los dispositivos protegen únicamente frente cortocircuitos la parte de la instalación situada aguas por debajo.

En cuanto a la protección frente sobrecargas, se ha de garantizar que para toda sobrecarga el dispositivo de protección interrumpa la corriente antes de que la temperatura supere la máxima admisible, así en el libro "Tecnología Eléctrica" indicado en la bibliografía, se indica un criterio de comprobación de protección frente sobrecargas:

$$I_B \leq I_n \leq I_Z \quad (20)$$

$$I_2 \leq 1,45 * I_Z \quad (21)$$

Con I_b la intensidad de diseño, I_n la intensidad nominal (calibre) en el caso de usar magnetotérmico, o la intensidad de ajuste del disparador térmico en el caso de usar interruptor automático, I_Z la intensidad admisible y I_2 la intensidad convencional de disparo, que en el caso de magnetotérmicos que cumplen la norma UNE-EN 60898 I_2 se toma como $1,45 * I_n$. En el caso de interruptores automáticos puesto que son normalizados I_2 toma el valor de $1,3 * I_n$. Como advertencia, cabe destacar que para la línea que va desde el centro de transformación al cuadro principal, la I_b a utilizar no debe dividirse por el número de conductores, a la hora de hacer las anteriores comprobaciones.

Para los interruptores automáticos usados, en el caso del "EasyPact CVS", el valor I_n puede regularse entre 0,7 y 1 veces el calibre de la unidad de control que en este caso es de 160A. En el caso del "Compact NS", el valor puede regularse entre 0,4 y 1 veces el calibre de la unidad de control que es de 1000A.

Cabe destacar que en el caso de las secciones marcadas con un asterisco en la Tabla 13, se han sobredimensionado un calibre por encima del necesario con el fin que se verifique la condición (20).

Destaca que en el caso de las líneas con múltiples cargas al no reducir la sección de las derivaciones a los cuadro secundarios a los que alimenta, no es necesario realizar ninguna comprobación adicional simplificando así la protección frente sobrecargas.

En cuanto a la protección frente cortocircuitos, el dispositivo seleccionado para ello debe cortar toda corriente de cortocircuito antes de que dañe algún elemento, así se dispone de dos criterios de comprobación, el del poder de cortes y el del tiempo de corte.

En el caso trifásico la corriente de cortocircuito, I_k'' se calcula:

$$I_k'' = \frac{U_n}{\sqrt{3} * Z_k} \quad (22)$$

Con $U_n=400V$ y Z_k la impedancia en $m\Omega$ hasta el punto de cálculo. En el caso monofásico el único cortocircuito posible es el fase-neutro, así I_k'' se calcula:

$$I_k'' = \frac{U_n}{2 * Z_k} \quad (23)$$

Con $U_n=230V$ y Z_k la impedancia en $m\Omega$ hasta el punto de cálculo. Así todas las corrientes con las que se va a trabajar estarán en kA.

Antes de calcular la corriente de cortocircuito es necesario calcular la impedancia total hasta el punto de cálculo, es decir, se determina a partir del sumatorio de impedancias de las líneas hasta dicho punto, la del transformador (Z_{cc}) y la de la red de distribución referida al secundario (Z_L), estas últimas se calculan según las ecuaciones que aparecen en el libro "Tecnología Eléctrica" indicado en la bibliografía:

$$R_{cc} = \frac{\varepsilon_{Rcc}(\%) * U_n^2}{100 * S_n} \quad (24) \quad R_{cc} = \frac{\varepsilon_{Rcc}(\%) * U_n^2}{100 * S_n} \quad (25) \quad Z = \sqrt{R^2 + X^2} \quad (26)$$

$$Z_L = 1,1 * \frac{U_n^2}{1000 * S_k''} \quad (27) \quad X_L = 0,995 * Z_L \quad (28) \quad R_L = 0,1 * X_L \quad (29)$$

Con $U_n=400V$, S_n la potencia del transformador que es de 630kVA, $S_k''=350MVA$ que es la potencia de cortocircuito. Las impedancias vienen expresadas en $m\Omega$. Así primero se hace el sumatorio de todas las resistencias y de todas las reactancias implicadas y tras esto se obtiene la impedancia total mediante la expresión (26).

La resistencia y la reactancia de las líneas se calculan de acuerdo a las ecuaciones (8) y (9). A la hora de calcular la corriente de cortocircuito máxima (origen de la línea) se considera el caso más desfavorable, es decir, con la instalación en frío, así a la hora de determinar la corriente de cortocircuito máxima se considera la impedancia calculada con la resistividad a 20°C, por lo que la impedancia total es menor y por tanto se consigue que la intensidad sea mayor.

En el caso del cálculo de la intensidad de cortocircuito mínima la cual se produce al final de la línea a proteger, es necesario primero calcular la corriente de cortocircuito al final de la línea y a partir de esta se obtiene la mínima. En este caso se considera como caso desfavorable el cálculo con la instalación en caliente, así la resistividad en caliente se calcula como:

$$\rho_{caliente} = 1,25 * \rho_{20^\circ C} \quad (30)$$

Así la impedancia total obtenida es más elevada y por tanto, la corriente de cortocircuito que se obtiene es más baja. Además con el fin de obtener mínima corriente para las comprobaciones posteriores, en el caso de los dispositivos colocados en el origen de los cuadros secundarios que protegen a todas las líneas que parten de él, se selecciona como longitud de cálculo la de la línea de mayor longitud de las que parten de dicho cuadro, en el caso de los cuadros 2 Y 6 alimentados por las líneas 2 y 4 respectivamente, el dispositivo de protección se encuentra en el cuadro principal, el cual protege a todo el cuadro secundario y a las líneas que parten de él, en el caso de líneas con múltiples cargas el dispositivo que protege a todas las líneas que parten del cuadro secundario se encuentra en este mismo. En el caso de líneas que alimentan a las luminarias, se selecciona como longitud de cálculo la de la más alejada de la línea así se puede asegurar que si esta cumple la condición (34), toda esa línea estará protegida en caso de un cortocircuito cerca ya de la luminaria. Tras esto para calcular la corriente de cortocircuito mínima, a partir de la corriente de cortocircuito al final de la línea a proteger, se procede de la siguiente forma, en el caso trifásico puesto que se distribuye neutro, el cortocircuito mínimo es el fase-neutro. Como el neutro es de la misma sección que los conductores de fase, la $I_{cc, MIN}$ es:

$$I_{cc,min} = 0,5 * I_K'' \quad (31)$$

Con I''_k , la corriente de cortocircuito al final de la línea a proteger. En el caso de que la línea sea monofásica, debido que el único cortocircuito posible es el fase-neutro, así la $I_{CC,MIN}$ se calcula como:

$$I_{cc,min} = \frac{U_n}{2 * Z_k} \quad (32)$$

Con $U_n=230V$, y Z_k la impedancia al final de la línea.

La protección se hará mediante interruptores magnetotérmicos y automáticos, así en el libro "Tecnología Eléctrica" indicado en la bibliografía, se prescriben una serie de condiciones para verificar la protección frente cortocircuitos mediante interruptores automáticos o magnetotérmicos:

$$Poder\ de\ corte\ dispositivo > I_{cc,max} \quad (33)$$

$$I_{cc,min} > I_a \quad (34)$$

$$I^2t_{Dispositivo} < I^2t_{admisible} \quad (35)$$

Con I_a la intensidad de actuación del disparador electromagnético, que en el caso de los magnetotérmicos al usar de curva C, I_a es 10 veces la intensidad nominal del dispositivo. En el caso de los interruptores automáticos usados es 10 veces el calibre de la unidad de control.

En (35), $I^2t_{Dispositivo}$ se calcula entrando en la gráfica I^2t del dispositivo con la $I_{CC,MAX}$, mientras que la $I^2t_{admisible}$ se obtiene como:

$$I^2t_{admisible} = (K * S)$$

Siendo K una constante dependiente del material del conductor y de aislante, que en el caso del polietileno reticulado (XLPE) con cobre es 143 y para PVC 115, y S la sección en mm^2 .

Cabe destacar que las secciones marcadas con dos y tres asteriscos en la Tabla 13, se han sobredimensionado un calibre por encima del necesario, para que el dispositivo colocado en el origen de los cuadros secundarios proteja todas las líneas que parten de él frente cortocircuitos. En el caso de dos asteriscos se ha hecho para cumplir con la condición (34) y en el caso de tres para cumplir la condición (35). Esto se hace ya que no encarece excesivamente y otorga un grado de seguridad extra. El único caso en el que no se ha aumentado es en el cuadro 15 debido a que ya había que sobredimensionar excesivamente, luego se ha optado por no hacerlo puesto que por debajo del dispositivo en el origen, hay otros dispositivos que si cumplen las tres condiciones para garantizar la protección frente cortocircuitos.

El fundamento de protección que se sigue es el siguiente, en el origen del cuadro principal se instala un interruptor automático general, cuya función principal es la de proteger frente sobrecargas y en el caso de cortocircuitos proteger únicamente la instalación en caso de un cortocircuito en el principio de la instalación ya que este dispositivo cumple el criterio del poder de poder de corte, pero no la condición (34) de protección frente a cortocircuitos, es decir no protegería en caso de un cortocircuito en el final de la línea de mayor longitud, sin embargo debido a la existencia de dispositivos por debajo de él que cumplen con las tres condiciones de protección frente cortocircuitos, se puede omitir la anterior condición ya que en ese caso actuarían los dispositivos de la línea colocados por debajo de él. Tras este interruptor

automático general, se colocan dispositivos en el origen de las líneas que parten del cuadro principal, dichos dispositivos protegen las líneas frente sobrecargas y frente a cortocircuitos. En el caso de las líneas con múltiples cargas que alimentan a varios cuadros secundarios, se coloca además un dispositivo en el origen de los cuadros secundarios que alimenta, que en general será de un calibre inferior al instalado en el cuadro principal y que protege a las líneas que parten de dicho cuadro secundario frente sobrecargas y cortocircuitos, se opta por esa solución para que en caso de fallo en uno de los cuadros a los que alimenta la línea, no provoque la desconexión del resto de cuadros. Cabe destacar que en algún caso como ya se ha comentado anteriormente es necesario aumentar la sección para que el dispositivo colocado en el cuadro secundario proteja frente a cortocircuitos todo el cuadro secundario y los receptores. Sin embargo en el caso de las líneas 2 y 4 que únicamente alimentan a los cuadros secundarios 2 y 6, puesto que solo hay un cuadro a alimentar y el dispositivo colocado en el cuadro principal protege a toda la línea, al cuadro secundario y los receptores frente sobrecargas y cortocircuitos, en el origen de dichos cuadros se colocará un interruptor en carga seleccionado en base a la intensidad de diseño total de cuadro, cuya única función es la de puesta en marcha o paro del cuadro secundario, luego no tiene ninguna función de protección. Además en el origen de cada línea que parte de los cuadros secundarios a maquinas o luminarias, se coloca un dispositivo que protege a dicha línea frente sobrecargas y cortocircuitos, para que en caso de desconexión de alguna maquina no afecte al funcionamiento del resto y no desconecte el cuadro completo a no ser que fuera necesario.

Los dispositivos seleccionados pueden consultarse en el apartado “Dispositivos de Protección y maniobra” de la memoria. Así los resultados obtenidos tras el cálculo de la protección frente sobrecargas pueden resumirse en las siguientes tablas:

Línea	$I_n(A)$	$I_2(A)$	$I_{cc,max}(kA)$	$I_{cc,min}(kA)$	Poder de Corte (kA)	$I_a(kA)$	$(I^2t)_{IA}$	$(I^2t)_{adm}$
CT-CP	850	1105	14,093	0,439	50	10	-	1840410000
1	40	58	14,093	1,922	15	0,4	60000	2044900
2	16	23,2	14,093	0,226	15	0,16	28000	127806,25
3	160	208	14,093	5,596	25	1,6	450000	100200100
4	16	23,2	14,093	0,215	15	0,16	28000	127806,25
8	100	145	14,093	4,407	15	1	110000	25050025
9	156,8	203,84	14,093	5,390	25	1,6	450000	100200100
10	63	91,35	14,093	1,922	15	0,63	75000	5234944
11	100	145	14,093	3,240	15	1	110000	25050025
12	80	116	14,093	1,566	15	0,8	90000	5234944
13	100	145	14,093	0,584	15	0,32	50000	736164
14	32	46,4	14,093	4,092	25	1,6	450000	100200100
Cp-10(L5)	10	14,5	14,093	0,617	15	0,1	17000	46010,25
Cp-10(L6)	10	14,5	14,093	0,746	15	0,1	17000	46010,25

Cp-10(L7)	10	14,5	14,093	0,948	15	0,1	17000	46010,25
Cp-lum(LA1)(M)	10	14,5	7,018	0,609	10	0,1	5800	46010,25
Cp-Alum. Ext. 1(M)	10	14,5	7,018	0,322	10	0,1	5800	46010,25
Cp-Alum. Ext. 2(M)	10	14,5	7,018	0,543	10	0,1	5800	46010,25

Tabla 14: Resumen calculo frente sobreintensidades cuadro principal

Cuadro-Línea	$I_n(A)$	$I_2(A)$	$I_{cc,max}(kA)$	$I_{cc,min}(kA)$	Poder de Corte (kA)	$I_a(kA)$	$(I^2t)_{IA}$	$(I^2t)_{adm}$
Origen Cuadro 1	25	36,25	4,635	0,313	6	0,25	20000	46010,25
LÍNEA OFICINAS 1	10	14,5	2,308	0,350	6	0,1	2500	29756,25
LÍNEA OFICINAS 2	16	23,2	2,308	0,442	6	0,16	4000	82656,25
LÍNEA OFICINAS 3	20	29	2,308	0,928	6	0,2	7000	82656,25
Alum. Oficinas 1	6	8,7	2,308	0,909	6	0,06	1500	29756,25
Alum. Oficinas 2	6	8,7	2,308	0,548	6	0,06	1500	29756,25
Alum. Oficinas 3	6	8,7	2,308	0,440	6	0,06	1500	29756,25
Alum. Oficinas 4	6	8,7	2,308	0,394	6	0,06	1500	29756,25
Alum. Oficinas 5	6	8,7	2,308	0,313	6	0,06	1500	29756,25
Origen Cuadro 2	-	-	-	-	-	-	-	-
Cs2-28	1	1,45	1,094	0,226	6	0,01	180	46010,25
Cs2-29	3	4,35	1,094	0,321	6	0,03	580	46010,25
Cs2-29	3	4,35	1,094	0,300	6	0,03	580	46010,25
Cs2-lum(LA2)(M)	10	14,5	0,545	0,260	6	0,1	700	46010,25
Cs2-Alum. Ext. 3(M)	10	14,5	0,545	0,238	6	0,1	700	46010,25
Origen Cuadro 3	80	116	11,729	1,459	15	0,8	90000	127806,25
Cs3-16	80	116	11,729	4,351	15	0,8	90000	5234944
Cs3-19	4	5,8	11,729	1,772	15	0,04	5900	127806,25
Cs3-lum(LA3)(M)	6	8,7	5,841	1,459	6	0,06	2850	127806,25
Origen Cuadro 4	16	23,2	12,163	1,296	15	0,16	25000	46010,25

Cs4-2	10	14,5	12,163	1,413	15	0,1	16000	46010,25
Cs4-17	4	5,8	12,163	1,405	15	0,04	5900	46010,25
Cs4-lum(LA4)(M)	6	8,7	6,057	1,296	10	0,06	3000	46010,25
Origen Cuadro 5	80	116	11,529	0,917	15	0,8	90000	127806,25
Cs5-2	10	14,5	11,529	1,431	15	0,1	16000	46010,25
Cs5-16	80	116	11,529	4,516	15	0,8	90000	5234944
Cs5-lum(LA5)(M)	10	14,5	5,741	0,917	6	0,1	5000	127806,25
Origen Cuadro 6	-	-						
Cs6-22	2	2,9	1,207	0,380	6	0,02	600	46010,25
Cs6-22	2	2,9	1,207	0,331	6	0,02	600	46010,25
Cs6-lum(LA6)	10	14,5	1,207	0,215	6	0,1	2000	46010,25
Origen Cuadro 7	40	58	11,449	1,082	15	0,4	50000	127806,25
Cs7-3	20	29	11,449	1,593	15	0,2	38000	127806,25
Cs7-8	20	29	11,449	1,833	15	0,2	38000	127806,25
Cs7-lum(LA7)(M)	10	14,5	5,701	1,082	6	0,1	4900	127806,25
Origen Cuadro 8	63	91,35	9,586	0,902	10	0,63	59000	127806,25
Cs8-1	32	46,4	9,586	2,395	10	0,32	50000	327184
Cs8-3	20	29	9,586	1,518	10	0,2	36000	127806,25
Cs8-lum(LA8)(M)	10	14,5	4,774	0,902	6	0,1	4400	127806,25
Origen Cuadro 9	25	36,25	5,647	0,784	6	0,25	24000	46010,25
Cs9-9	10	14,5	5,647	0,967	6	0,1	9100	46010,25
Cs9-15	10	14,5	5,647	0,843	6	0,1	9100	46010,25
Cs9-25	6	8,7	5,647	0,883	6	0,06	5600	46010,25
Cs9-lum(LA9)(M)	6	8,7	2,812	0,784	6	0,06	1800	46010,25
Origen Cuadro 10	40	58	4,615	0,658	6	0,4	26000	46010,25
Cs10-14	25	36,25	4,615	1,047	6	0,25	20000	127806,25
Cs10-26	10	14,5	4,615	0,792	6	0,1	8000	46010,25
Cs10-26	10	14,5	4,615	0,760	6	0,1	8000	46010,25
Cs10-lum(LA10)(M)	6	8,7	2,298	0,658	6	0,06	1500	46010,25

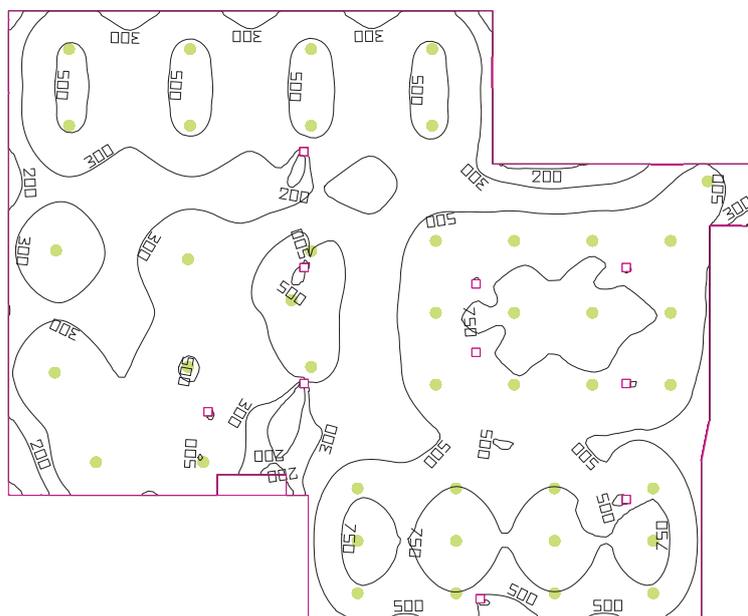
Origen Cuadro 11	63	91,35	7,350	0,677	10	0,63	45000	127806,25
Cs11-14	25	36,25	7,350	1,339	10	0,25	30000	127806,25
Cs11-14	25	36,25	7,350	1,359	10	0,25	30000	127806,25
Cs11-26	10	14,5	7,350	0,871	10	0,1	13000	46010,25
Cs11-lum(LA11)(M)	10	14,5	3,660	0,677	6	0,1	3800	127806,25
Origen Cuadro 12	50	72,5	8,029	0,942	10	0,5	50000	127806,25
Cs12-6	20	29	8,029	1,462	10	0,2	31000	127806,25
Cs12-7	25	36,25	8,029	1,101	10	0,25	31000	127806,25
Cs12-13	6	8,7	8,029	1,250	10	0,06	7000	127806,25
Cs12-lum(LA12)(M)	10	14,5	3,998	0,942	6	0,1	3950	127806,25
Origen Cuadro 13	40	58	3,796	0,463	6	0,4	22000	127806,25
Cs13-21	32	46,4	3,796	1,181	6	0,32	22000	736164
Cs13-lum(LA13)(M)	10	14,5	1,890	0,463	6	0,1	2200	127806,25
Origen Cuadro 14	40	58	11,573	1,048	15	0,4	50000	127806,25
Cs14-1	32	46,4	11,573	2,611	15	0,32	50000	327184
Cs14-lum(LA14)(M)	10	14,5	5,763	1,048	6	0,1	5000	127806,25
Origen Cuadro 15	125	181,25	11,165	0,419	15	1,25		46010,25
Cs15-23	80	116	11,165	4,510	15	0,8	90000	5234944
Cs15-23	80	116	11,165	4,200	15	0,8	90000	5234944
Cs15-28	1	1,45	11,165	1,125	15	0,01	550	46010,25
Cs15-lum(LA15)(M)	10	14,5	5,560	0,419	6	0,1	4850	46010,25
Origen Cuadro 16	20	29	1,956	0,384	6	0,2	8000	46010,25
Cs16-11	3	4,35	1,956	0,490	6	0,03	1000	46010,25
Cs16-12	10	14,5	1,956	0,384	6	0,1	3500	46010,25
Cs16-18	10	14,5	1,956	0,526	6	0,1	3500	46010,25
Cs16-25	6	8,7	1,956	0,453	6	0,06	2100	46010,25
Origen Cuadro 17	10	14,5	1,451	0,277	6	0,1	2450	46010,25

Cs17-ptrab(M)	6	8,7	0,723	0,404	6	0,06	590	46010,25
Cs17-ptrab(M)	6	8,7	0,723	0,389	6	0,06	590	46010,25
Cs17-lum(LA16)(M)	10	14,5	0,723	0,277	6	0,1	900	46010,25
Cs18-27	25	36,25	9,055	1,667	10	0,25	3500	127806,25
Origen Cuadro 19	125	181,25	8,807	1,528	10	1,25	120000	127806,25
Cs19-4	80	116	8,807	3,438	10	0,8	80000	5234944
Cs19-4	80	116	8,807	3,438	10	0,8	80000	5234944
Cs19-lum(LA17)(M)	6	8,7	4,385	1,528	6	0,06	4000	127806,25
Origen Cuadro 20	40	58	4,381	0,488	6	0,4	25000	127806,25
Cs20-20	10	14,5	4,381	0,746	6	0,1	7500	46010,25
Cs20-24	25	36,25	4,381	1,013	6	0,25	18000	327184
Cs20-lum(LA18)	10	14,5	4,381	0,488	6	0,1	7500	127806,25
Origen Cuadro 21	20	29	4,977	0,282	6	0,16	20000	46010,25
LÍNEA OFICINAS 4	10	14,5	2,478	0,309	6	0,1	2700	29756,25
LÍNEA OFICINAS 5	16	23,2	2,478	0,384	6	0,16	4500	82656,25
LÍNEA OFICINAS 6	10	14,5	2,478	0,513	6	0,1	2700	29756,25
Alum. Oficinas 6	6	8,7	2,478	0,952	6	0,06	1600	29756,25
Alum. Oficinas 7	6	8,7	2,478	0,669	6	0,06	1600	29756,25
Alum. Oficinas 8	6	8,7	2,478	0,494	6	0,06	1600	29756,25
Alum. Oficinas 9	6	8,7	2,478	0,282	6	0,06	1600	29756,25
Alum. Oficinas 10	6	8,7	2,478	0,373	6	0,06	1600	29756,25
Alum. Oficinas 11	6	8,7	2,478	0,315	6	0,06	1600	29756,25
Alum. Oficinas 12	6	8,7	2,478	0,357	6	0,06	1600	29756,25
Alum. Oficinas 13	6	8,7	2,478	0,321	6	0,06	1600	29756,25
Alum. Oficinas 14	6	8,7	2,478	0,514	6	0,06	1600	29756,25

Tabla 15: Resumen calculo frente sobreintensidades cuadros secundarios

ANEXO II. INFORMES DIALUX

Zona de trabajo



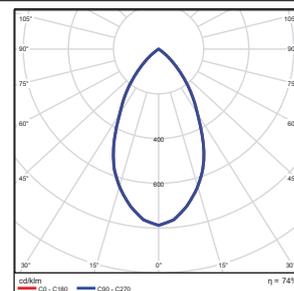
Altura del local: 7.000 m, Grado de reflexión: Techo 70.0%, Paredes 49.5%, Suelo 30.0%, Factor de degradación: 0.70

Plano útil

Superficie	Resultado	Media (nominal)	Min	Max	Mín./medio	Mín./máx.
1 Plano útil 1	Intensidad lumínica perpendicular [lx] Altura del plano útil: 0.850 m, Zona marginal: 0.000 m	489 (500)	78.5	894	0.16	0.09

N° Número de unidades

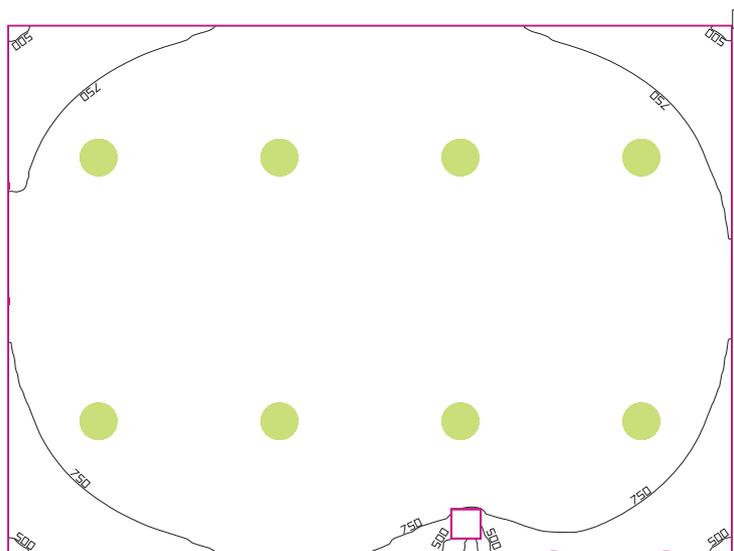
1 42
 Philips Lighting BY150P 1xHPI-P250W-BU P-NB
 +BY150G R +BY150Z GC_767
 Grado de eficacia de funcionamiento: 73.60%
 Flujo luminoso de lámparas: 18000 lm
 Flujo luminoso de las luminarias: 13248 lm
 Potencia: 274.0 W
 Rendimiento lumínico: 48.3 lm/W
 Temperatura de color: 3000 K
 Índice de reproducción de color: 100



Flujo luminoso total de lámparas: 756000 lm, Flujo luminoso total de luminarias: 556416 lm, Potencia total: 11508.0 W, Rendimiento lumínico: 48.4 lm/W

Potencia específica de conexión: $13.91 \text{ W/m}^2 = 2.85 \text{ W/m}^2/100 \text{ lx}$ (Base 827.24 m^2)

Zona de pintura

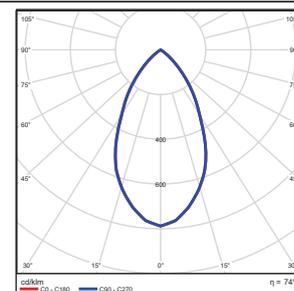


Altura del local: 7.000 m, Grado de reflexión: Techo 70.0%, Paredes 50.0%, Suelo 30.0%, Factor de degradación: 0.80

Plano útil

Superficie	Resultado	Media (nominal)	Min	Max	Mín./medio	Mín./máx.
1 Plano útil 3	Intensidad lumínica perpendicular [lx] Altura del plano útil: 0.850 m, Zona marginal: 0.000 m	959 (500)	264	1230	0.28	0.21

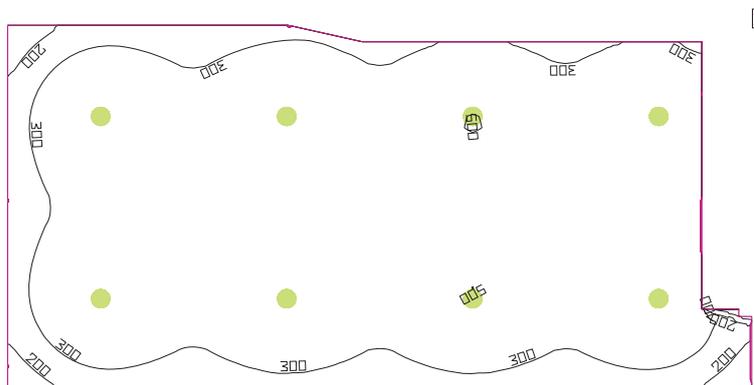
N°	Número de unidades	
1	8	<p>Philips Lighting BY150P 1xHPI-P250W-BU P-NB +BY150G R +BY150Z GC_767</p> <p>Grado de eficacia de funcionamiento: 73.60%</p> <p>Flujo luminoso de lámparas: 18000 lm</p> <p>Flujo luminoso de las luminarias: 13248 lm</p> <p>Potencia: 274.0 W</p> <p>Rendimiento lumínico: 48.3 lm/W</p> <p>Temperatura de color: 3000 K</p> <p>Índice de reproducción de color: 100</p>



Flujo luminoso total de lámparas: 144000 lm, Flujo luminoso total de luminarias: 105984 lm, Potencia total: 2192.0 W, Rendimiento lumínico: 48.4 lm/W

Potencia específica de conexión: $31.07 \text{ W/m}^2 = 3.24 \text{ W/m}^2/100 \text{ lx}$ (Base 70.56 m^2)

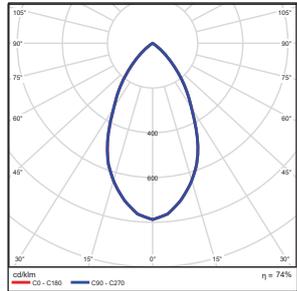
Almacen



Altura del local: 7.000 m, Grado de reflexión: Techo 70.0%, Paredes 50.0%, Suelo 30.0%, Factor de degradación: 0.70

Plano útil

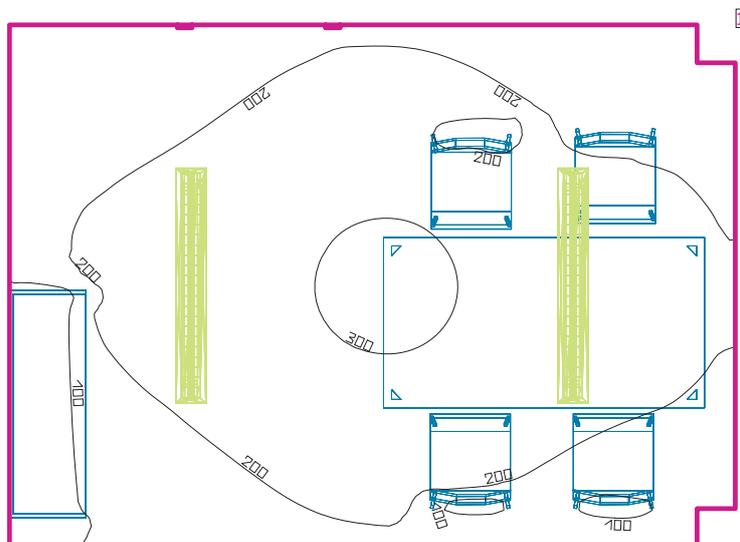
Superficie	Resultado	Media (nominal)	Min	Max	Mín./medio	Mín./máx.
1 Plano útil 4	Intensidad lumínica perpendicular [lx] Altura del plano útil: 0.850 m, Zona marginal: 0.000 m	373 (500)	41.6	504	0.11	0.08

N°	Número de unidades		
1	8	Philips Lighting BY150P 1xHPI-P250W-BU P-NB +BY150G R +BY150Z GC_767 Grado de eficacia de funcionamiento: 73.60% Flujo luminoso de lámparas: 18000 lm Flujo luminoso de las luminarias: 13248 lm Potencia: 274.0 W Rendimiento lumínico: 48.3 lm/W Temperatura de color: 3000 K Índice de reproducción de color: 100	 

Flujo luminoso total de lámparas: 144000 lm, Flujo luminoso total de luminarias: 105984 lm, Potencia total: 2192.0 W, Rendimiento lumínico: 48.4 lm/W

Potencia específica de conexión: $11.82 \text{ W/m}^2 = 3.17 \text{ W/m}^2/100 \text{ lx}$ (Base 185.37 m^2)

Comedor

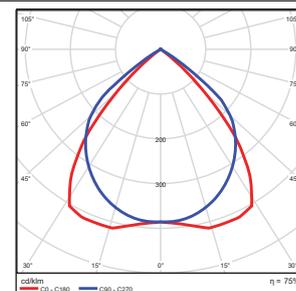


Altura del local: 3.500 m, Grado de reflexión: Techo 70.0%, Paredes 58.6%, Suelo 7.6%, Factor de degradación: 0.80

Plano útil

Superficie	Resultado	Media (nominal)	Min	Max	Mín./medio	Mín./máx.
1 Plano útil 2	Intensidad lumínica perpendicular [lx] Altura del plano útil: 0.750 m, Zona marginal: 0.000 m	205 (500)	4.20	313	0.02	0.01

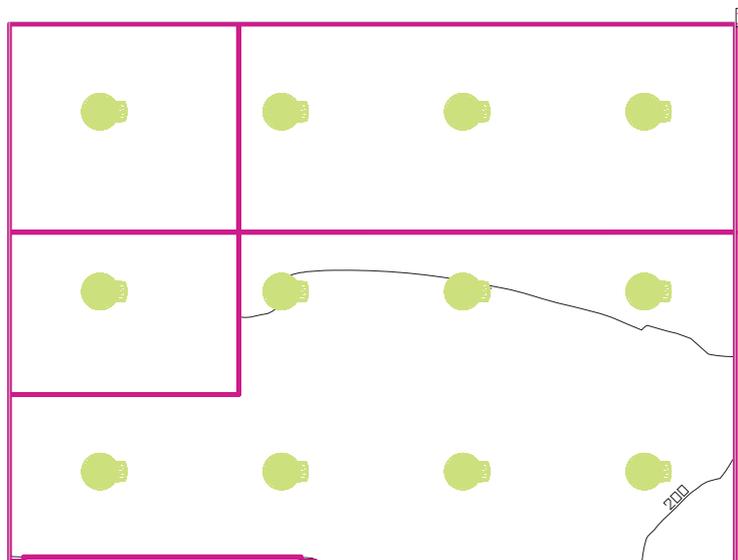
N°	Número de unidades	
1	2	Philips Lighting TCS260 1xTL5-28W HFP C6_827 Grado de eficacia de funcionamiento: 74.85% Flujo luminoso de lámparas: 2625 lm Flujo luminoso de las luminarias: 1965 lm Potencia: 32.0 W Rendimiento lumínico: 61.4 lm/W Temperatura de color: 3000 K Índice de reproducción de color: 100



Flujo luminoso total de lámparas: 5250 lm, Flujo luminoso total de luminarias: 3930 lm, Potencia total: 64.0 W, Rendimiento lumínico: 61.4 lm/W

Potencia específica de conexión: $6.17 \text{ W/m}^2 = 3.00 \text{ W/m}^2/100 \text{ lx}$ (Base 10.38 m^2)

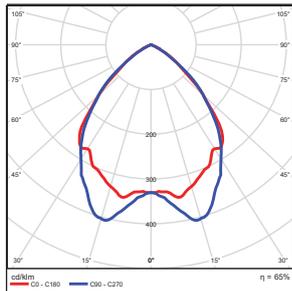
Escaleras



Altura del local: 3.500 m, Grado de reflexión: Techo 44.7%, Paredes 47.0%, Suelo 7.6%, Factor de degradación: 0.80

Plano útil

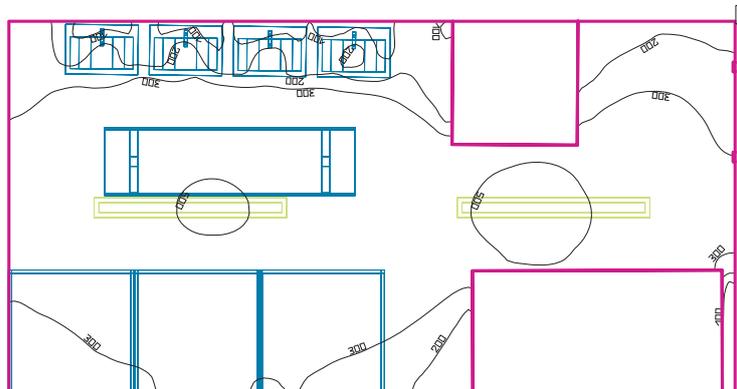
Superficie	Resultado	Media (nominal)	Min	Max	Mín./medio	Mín./máx.
1 Plano útil 3	Intensidad lumínica perpendicular [lx] Altura del plano útil: 0.750 m, Zona marginal: 0.000 m	221 (500)	142	263	0.64	0.54

N°	Número de unidades		
1	12	Philips Lighting FBS261 1xPL-C/2P26W C_827 Grado de eficacia de funcionamiento: 65.30% Flujo luminoso de lámparas: 1800 lm Flujo luminoso de las luminarias: 1175 lm Potencia: 32.8 W Rendimiento lumínico: 35.8 lm/W Temperatura de color: 3000 K Índice de reproducción de color: 100	 

Flujo luminoso total de lámparas: 21600 lm, Flujo luminoso total de luminarias: 14100 lm, Potencia total: 393.6 W, Rendimiento lumínico: 35.8 lm/W

Potencia específica de conexión: $36.37 \text{ W/m}^2 = 5.26 \text{ W/m}^2/100 \text{ lx}$ (Base 10.82 m^2)

Vestuarios-Baños



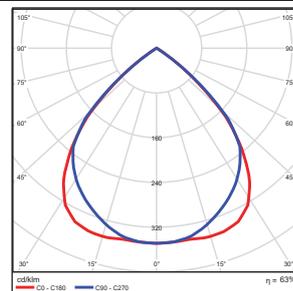
Altura del local: 3.500 m, Grado de reflexión: Techo 70.0%, Paredes 63.0%, Suelo 75.6%, Factor de degradación: 0.80

Plano útil

Superficie	Resultado	Media (nominal)	Min	Max	Mín./medio	Mín./máx.
1 Plano útil 6	Intensidad luminica perpendicular [lx] Altura del plano útil: 0.750 m, Zona marginal: 0.000 m	354 (500)	9.87	527	0.03	0.02

Nº Número de unidades

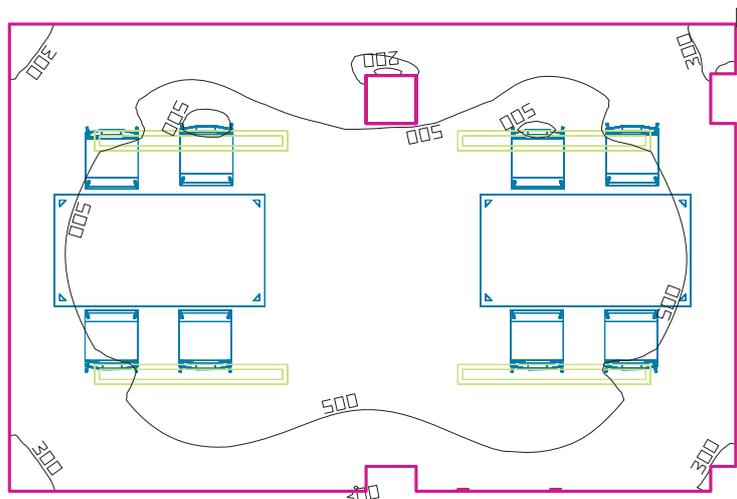
1 2 Philips Lighting EFix TCS260 TCS260 2x49W
2xTL5-49W/940 HF Performer D6
Grado de eficacia de funcionamiento: 62.95%
Flujo luminoso de lámparas: 6800 lm
Flujo luminoso de las luminarias: 4281 lm
Potencia: 108.0 W
Rendimiento lumínico: 39.6 lm/W
Temperatura de color: 3000 K
Índice de reproducción de color: 100



Flujo luminoso total de lámparas: 13600 lm, Flujo luminoso total de luminarias: 8562 lm, Potencia total: 216.0 W, Rendimiento lumínico: 39.6 lm/W

Potencia específica de conexión: $12.41 \text{ W/m}^2 = 3.51 \text{ W/m}^2/100 \text{ lx}$ (Base 17.40 m^2)

Zona Trabajo



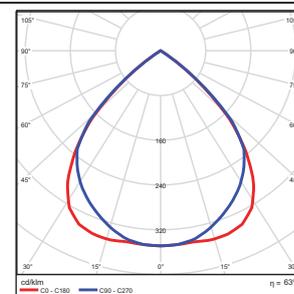
Altura del local: 3.500 m, Grado de reflexión: Techo 70.0%, Paredes 59.3%, Suelo 7.6%, Factor de degradación: 0.80

Plano útil

Superficie	Resultado	Media (nominal)	Min	Max	Mín./medio	Mín./máx.
1 Plano útil 7	Intensidad lumínica perpendicular [lx] Altura del plano útil: 0.750 m, Zona marginal: 0.000 m	516 (500)	118	711	0.23	0.17

Nº Número de unidades

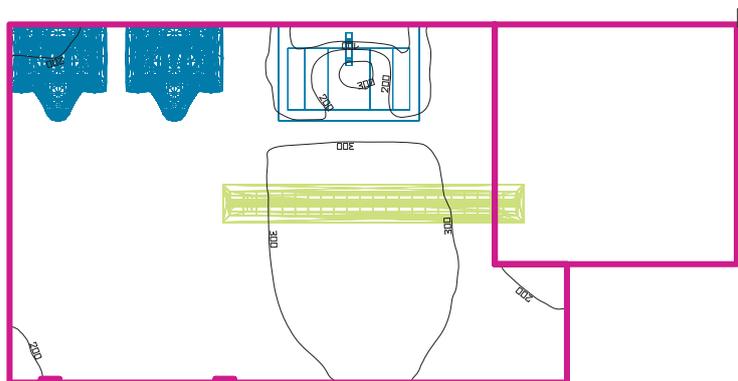
1	4	Philips Lighting EFix TCS260 TCS260 2x49W 2xTL5-49W/940 HF Performer D6 Grado de eficacia de funcionamiento: 62.95% Flujo luminoso de lámparas: 6800 lm Flujo luminoso de las luminarias: 4281 lm Potencia: 108.0 W Rendimiento lumínico: 39.6 lm/W Temperatura de color: 3000 K Índice de reproducción de color: 100
---	---	---



Flujo luminoso total de lámparas: 27200 lm, Flujo luminoso total de luminarias: 17124 lm, Potencia total: 432.0 W, Rendimiento lumínico: 39.6 lm/W

Potencia específica de conexión: $19.99 \text{ W/m}^2 = 3.88 \text{ W/m}^2/100 \text{ lx}$ (Base 21.61 m^2)

Baño

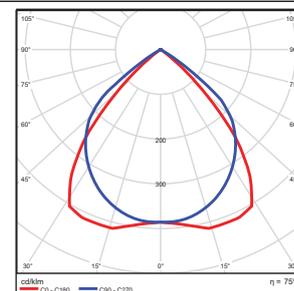


Altura del local: 3.500 m, Grado de reflexión: Techo 70.0%, Paredes 71.2%, Suelo 75.6%, Factor de degradación: 0.80

Plano útil

Superficie	Resultado	Media (nominal)	Min	Max	Mín./medio	Mín./máx.
1 Plano útil 9	Intensidad lumínica perpendicular [lx] Altura del plano útil: 0.750 m, Zona marginal: 0.000 m	256 (500)	26.2	318	0.10	0.08

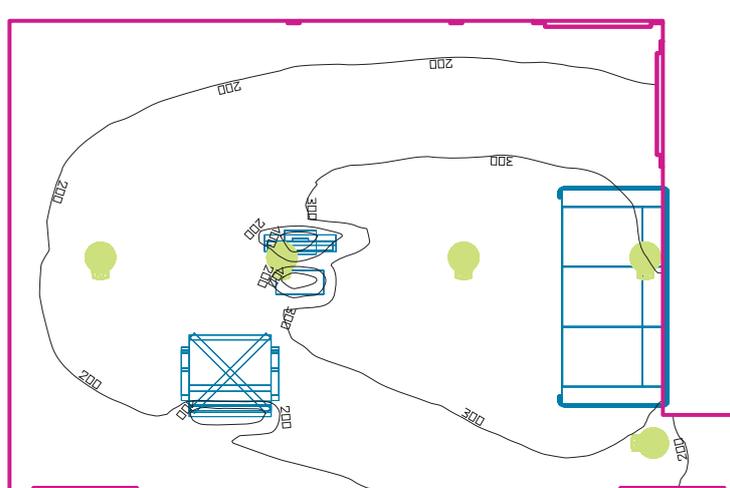
Nº	Número de unidades	
1	1	Philips Lighting TCS260 1xTL5-28W HFP C6_827 Grado de eficacia de funcionamiento: 74.85% Flujo luminoso de lámparas: 2625 lm Flujo luminoso de las luminarias: 1965 lm Potencia: 32.0 W Rendimiento lumínico: 61.4 lm/W Temperatura de color: 3000 K Índice de reproducción de color: 100



Flujo luminoso total de lámparas: 2625 lm, Flujo luminoso total de luminarias: 1965 lm, Potencia total: 32.0 W, Rendimiento lumínico: 61.4 lm/W

Potencia específica de conexión: $7.76 \text{ W/m}^2 = 3.03 \text{ W/m}^2/100 \text{ lx}$ (Base 4.12 m^2)

Recepción

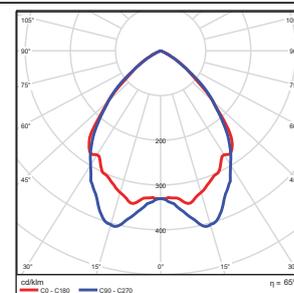


Altura del local: 3.500 m, Grado de reflexión: Techo 70.0%, Paredes 50.0%, Suelo 7.6%, Factor de degradación: 0.80

Plano útil

Superficie	Resultado	Media (nominal)	Min	Max	Min./medio	Min./máx.
1 Plano útil 10	Intensidad lumínica perpendicular [lx] Altura del plano útil: 0.750 m, Zona marginal: 0.000 m	249 (500)	13.8	367	0.06	0.04

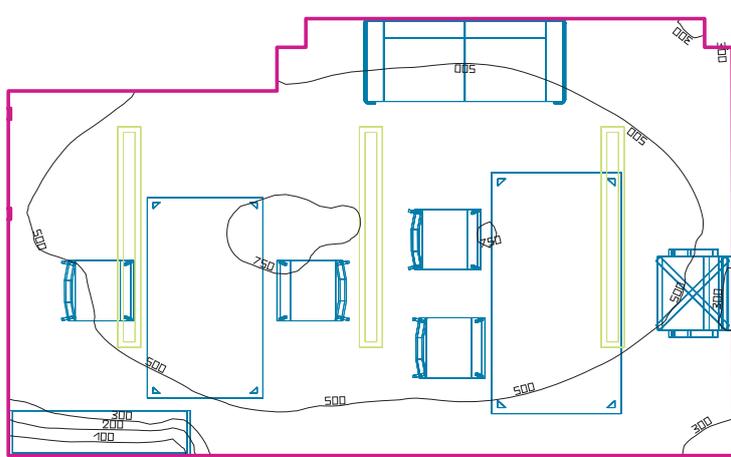
N°	Número de unidades	
1	5	Philips Lighting FBS261 1xPL-C/2P26W C_827 Grado de eficacia de funcionamiento: 65.30% Flujo luminoso de lámparas: 1800 lm Flujo luminoso de las luminarias: 1175 lm Potencia: 32.8 W Rendimiento lumínico: 35.8 lm/W Temperatura de color: 3000 K Índice de reproducción de color: 100



Flujo luminoso total de lámparas: 9000 lm, Flujo luminoso total de luminarias: 5875 lm, Potencia total: 164.0 W, Rendimiento lumínico: 35.8 lm/W

Potencia específica de conexión: $13.05 \text{ W/m}^2 = 5.23 \text{ W/m}^2/100 \text{ lx}$ (Base 12.56 m^2)

Despacho 2

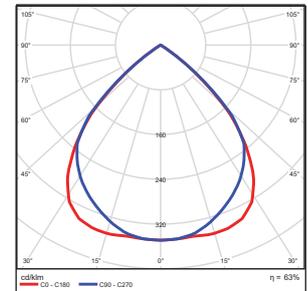


Altura del local: 3.500 m, Grado de reflexión: Techo 70.0%, Paredes 50.0%, Suelo 7.6%, Factor de degradación: 0.80

Plano útil

Superficie	Resultado	Media (nominal)	Min	Max	Mín./medio	Mín./máx.
1 Plano útil 14	Intensidad lumínica perpendicular [lx] Altura del plano útil: 0.750 m, Zona marginal: 0.000 m	542 (500)	30.2	769	0.06	0.04

N°	Número de unidades	
1	3	Philips Lighting EFix TCS260 TCS260 2x49W 2xTL5-49W/940 HF Performer D6 Grado de eficacia de funcionamiento: 62.95% Flujo luminoso de lámparas: 6800 lm Flujo luminoso de las luminarias: 4281 lm Potencia: 108.0 W Rendimiento lumínico: 39.6 lm/W Temperatura de color: 3000 K Índice de reproducción de color: 100



Flujo luminoso total de lámparas: 20400 lm, Flujo luminoso total de luminarias: 12843 lm, Potencia total: 324.0 W, Rendimiento lumínico: 39.6 lm/W

Potencia específica de conexión: $22.71 \text{ W/m}^2 = 4.19 \text{ W/m}^2/100 \text{ lx}$ (Base 14.27 m^2)

PRESUPUESTO

CAPITULO 1:Puesta a tierra

Unidad de obra 1: Picas tierra					
Código	Unidad	Descripción	Cantidad	P.unitario(€)	P.total(€)
MO1	h	Oficial 1ª Electricidad	2,24	18,54	41,53
MO2	h	Especialista electricidad	2,24	15,83	35,46
MAT1	Ud	Electrodo pica 2m 14mm	8	18,2	145,6
%	%	Costes directos complementarios	0,02	222,59	4,45
				Coste total	227,04

Unidad de obra 2: Conductor horizontal					
Código	Unidad	Descripción	Cantidad	P.unitario(€)	P.total(€)
MO3	h	Peón ordinario construcción	29,68	14,73	437,19
MO1	h	Oficial 1ª Electricidad	59,36	18,54	1100,53
MAT2	m	Cable cobre desnudo 35mm2	148,4	3,78	560,95
MAT3	Ud	brida conexión	8	2,91	23,28
%	%	Costes directos complementarios	0,02	2121,95	42,44
				Coste total	2164,39

TOTAL CAPITULO 1 2391,43

CAPITULO 2 : Canalizaciones

Unidad de obra 3: Canal cerrada 1					
Código	Unidad	Descripción	Cantidad	P.unitario(€)	P.total(€)
MO1	h	Oficial 1ª Electricidad	5,02124	18,54	93,09
MO2	h	Especialista electricidad	5,02124	15,83	79,49
MAT4	m	Bandeja metálica cerrada 30x100+tapa	22,12	22,5	497,7
MAT5	Ud	Unión en T 30x100+tapa	2	58,25	116,5
%	%	Costes directos complementarios	0,02	786,78	15,74
				Coste total	802,52

Unidad de obra 4: Canal cerrada 2					
Código	Unidad	Descripción	Cantidad	P.unitario(€)	P.total(€)
MO1	h	Oficial 1ª Electricidad	4,25852	18,54	78,95
MO2	h	Especialista electricidad	4,25852	15,83	67,41

Proyecto de instalación de baja tensión en un industria de muebles en el P.I Nuevo Tollo, Utiel.

MAT4	m	Bandeja metálica cerrada 30x100+tapa	18,76	22,5	422,1
MAT6	Ud	Curva 30x100+tapa	1	56,2	56,2
%	%	Costes directos complementarios	0,02	624,67	12,49
				Coste total	637,16

Unidad de obra 5: Canal cerrada 3

Código	Unidad	Descripción	Cantidad	P.unitario(€)	P.total(€)
MO1	h	Oficial 1ª Electricidad	1,0896	18,54	20,2
MO2	h	Especialista electricidad	1,0896	15,83	17,25
MAT4	m	Bandeja metálica cerrada 30x100+tapa	4,8	22,5	108
%	%	Costes directos complementarios	0,02	145,45	2,91
				Coste total	148,36

Unidad de obra 6: Canal cerrada 4

Código	Unidad	Descripción	Cantidad	P.unitario(€)	P.total(€)
MO1	h	Oficial 1ª Electricidad	9,77008	18,54	181,14
MO2	h	Especialista electricidad	9,77008	15,83	154,66
MAT7	m	Bandeja metálica cerrada 30x150+tapa	43,04	30,75	1323,48
MAT8	Ud	Unión en T 30x150+tapa	3	66,3	198,9
MAT9	Ud	Curva 30x150+tapa	2	59,4	118,8
%	%	Costes directos complementarios	0,02	1976,98	39,54
				Coste total	2016,52

Unidad de obra 7: Canal cerrada 5

Código	Unidad	Descripción	Cantidad	P.unitario(€)	P.total(€)
MO1	h	Oficial 1ª Electricidad	9,61799	18,54	178,32
MO2	h	Especialista electricidad	9,61799	15,83	152,25
MAT7	m	Bandeja metálica cerrada 30x150+tapa	42,37	30,75	1302,88
MAT8	Ud	Unión en T 30x150+tapa	1	66,3	66,3
MAT9	Ud	Curva 30x150+tapa	1	59,4	59,4
%	%	Costes directos complementarios	0,02	1759,15	35,18
				Coste total	1794,33

Unidad de obra 8: Canal cerrada 6					
Código	Unidad	Descripción	Cantidad	P.unitario(€)	P.total(€)
MO1	h	Oficial 1ª Electricidad	1,5436	18,54	28,62
MO2	h	Especialista electricidad	1,5436	15,83	24,44
MAT4	m	Bandeja metálica cerrada 30x100+tapa	6,8	22,5	153
%	%	Costes directos complementarios	0,02	206,05	4,12
				Coste total	210,17

Unidad de obra 9: Canal cerrada 7					
Código	Unidad	Descripción	Cantidad	P.unitario(€)	P.total(€)
MO1	h	Oficial 1ª Electricidad	1,5436	18,54	28,62
MO2	h	Especialista electricidad	1,5436	15,83	24,44
MAT4	m	Bandeja metálica cerrada 30x100+tapa	6,8	22,5	153
%	%	Costes directos complementarios	0,02	206,05	4,12
				Coste total	210,17

Unidad de obra 10: Líneas en canal cerrada					
Código	Unidad	Descripción	Cantidad	P.unitario(€)	P.total(€)
MO1	h	Oficial 1ª Electricidad	488,83725	18,54	9063,04
MAT9	m	Cable cobre/XLPE RV 0,6/1kV 1x10	130,3	2,099	273,5
MAT10	m	Cable cobre/XLPE RV 0,6/1kV 1x150	36,3	26,93	977,56
MAT11	m	Cable cobre/XLPE RV 0,6/1kV 1x2,5	286,4	0,68	194,75
MAT12	m	Cable cobre/XLPE RV 0,6/1kV 1x70	461,384	12,7	5859,58
MAT13	m	Cable cobre/XLPE RV 0,6/1kV 1x35	416,386	6,6	2748,15
MAT14	m	Cable cobre/XLPE RV 0,6/1kV 1x16	558,34	3,1	1730,85
MAT15	m	Cable cobre/XLPE RV 0,6/1kV 1x6	283,5	1,2	340,2
%	%	Costes directos complementarios	0,02	21187,63	423,75
				Coste total	21611,38

Unidad de obra 11: Líneas en tubo rígido PVC					
Código	Unidad	Descripción	Cantidad	P.unitario(€)	P.total(€)
MO1	h	Oficial 1ª Electricidad	65,1833	18,54	1208,5
MO2	h	Especialista electricidad	65,1833	15,83	1031,85

MAT16	m	Tubo rígido PVC 16mm	242,44	0,91	220,62
MAT17	m	Tubo rígido PVC 32mm	27,65	2,32	64,15
MAT18	m	Tubo rígido PVC 20mm	194,92	1,22	237,8
MAT19	m	Tubo rígido PVC 63mm	19,6	6,39	125,24
MAT20	m	Tubo rígido PVC 50mm	14	4,75	66,5
MAT21	m	Tubo rígido PVC 25mm	2,8	1,65	4,62
MAT14	m	Cable cobre/XLPE RV 0,6/1kV 1x16	1047,554	3,1	3247,42
MAT23	m	Cable cobre/XLPE RV 0,6/1kV 1x4	679,456	0,99	672,66
MAT11	m	Cable cobre/XLPE RV 0,6/1kV 1x2,5	52,41	0,68	35,64
MAT25	m	Cable cobre/XLPE RV 0,6/1kV 1x1,5	64,725	0,47	30,42
%	%	Costes directos complementarios	0,02	6945,42	138,91
				Coste total	7084,33

Unidad de obra 12: Líneas en tubo corrugado PVC

Código	Unidad	Descripción	Cantidad	P.unitario(€)	P.total(€)
MO1	h	Oficial 1ª Electricidad	16,6752	18,54	309,16
MO6	h	Peón Ordinario construcción	16,6752	14,73	245,63
MAT26	m	Tubo corrugado PVC 20mm	533,952	0,28	149,51
MAT27	m	Tubo corrugado PVC 40mm	21,888	0,76	16,63
MAT14	m	Cable cobre/XLPE RV 0,6/1kV 1x16	57,44	3,1	178,06
MAT25	m	Cable cobre/XLPE RV 0,6/1kV 1x1,5	507,25	0,47	238,41
MAT28	m	Cable cobre/PVC RV 450/750V 1x1,5	933,891	0,31	289,51
MAT29	m	Cable cobre/PVC RV 450/750V 1x2,5	263,931	0,51	134,6
MAT30	m	Cable armado cobre/XLPE RV 0,6/1kV 1x16	52	19,5	1014
MAT31	m	Cable armado cobre/XLPE RV 0,6/1kV 1x1,5	63,7	6,63	422,33
%	%	Costes directos complementarios	0,02	2997,84	59,96
				Coste total	3057,8

Unidad de obra 13: Líneas enterradas bajo tubo doble pared Polietileno

Código	Unidad	Descripción	Cantidad	P.unitario(€)	P.total(€)
MO1	h	Oficial 1ª Electricidad	0,693	18,54	12,85
MO7	h	Peón Ordinario construcción	0,693	15,3	10,6
MAT32	m	Tubo doble pared 250mm	12,1	22,88	276,85

MAT33	m	Tubo doble pared 50mm	11	2,28	25,08
MAT34	m	Cable cobre/XLPE RV 0,6/1kV 1x300	145,2	55,6	8073,12
MAT15	m	Cable cobre/XLPE RV 0,6/1kV 1x6	17,2	1,2	20,64
%	%	Costes directos complementarios	0,02	8419,14	168,38
				Coste total	8587,52

Unidad de obra 14: Líneas bajo tubo acero para zona pintura

Código	Unidad	Descripción	Cantidad	P.unitario(€)	P.total(€)
MO1	h	Oficial 1ª Electricidad	1,814631	18,54	33,64
MO2	h	Especialista electricidad	1,814631	15,83	28,73
MAT35	m	Tubo acero galvanizado 25mm	7,203	3,34	24,06
MAT36	m	Tubo acero galvanizado 20mm	64,8795	2,76	179,07
MAT37	m	Tubo acero galvanizado 16mm	6,8145	2,19	14,92
MAT15	m	Cable cobre/XLPE RV 0,6/1kV 1x6	34,3	1,2	41,16
MAT23	m	Cable cobre/XLPE RV 0,6/1kV 1x4	9,62	0,99	9,52
MAT29	m	Cable cobre/XLPE RV 0,6/1kV 1x2,5	219,902	0,68	149,53
MAT25	m	Cable cobre/XLPE RV 0,6/1kV 1x1,5	6,49	0,47	3,05
%	%	Costes directos complementarios	0,02	483,69	9,67
				Coste total	493,36

TOTAL CAPITULO 2

46653,62

CAPITULO 3 : Tomas de corriente e interruptores luz

Unidad de obra 15: Tomas corriente monofásicas

Código	Unidad	Descripción	Cantidad	P.unitario(€)	P.total(€)
MO1	h	Oficial 1ª Electricidad	9	18,54	166,86
MO2	h	Peón electricidad	9	14,81	133,29
MAT38	Ud	Puesto Trabajo Simon CIMA 500 4 tomas	7	72,22	505,54
MAT39	Ud	Puesto Trabajo Simon CIMA 500 2 ,módulos	2	47,39	94,78
MAT40	Ud	Base dos enchufes Simon	11	0,41	4,51
MAT41	Ud	Caja de empotrar universal Simon	11	8,87	97,57
%	%	Costes directos complementarios	0,02	1002,55	20,05
				Coste total	1022,6

Unidad de obra 16: Tomas corriente trifásicas

Código	Unidad	Descripción	Cantidad	P.unitario(€)	P.total(€)
MO1	h	Oficial 1ª Electricidad	0,66	18,54	12,24
MAT42	Ud	Base empotrable 65x65 Schneider 32A	2	13,89	27,78
%	%	Costes directos complementarios	0,02	40,02	0,8
				Coste total	40,82

Unidad de obra 17:Interruptores de luz

Código	Unidad	Descripción	Cantidad	P.unitario(€)	P.total(€)
MO1	h	Oficial 1ª Electricidad	2,72	18,54	50,43
MO4	h	Oficial 2ª Construcción	1,28	16,95	21,7
MAT43	Ud	Interruptor unipolar Simon serie 31	16	9,52	152,32
MAT41	Ud	Caja de empotrar universal Simon	16	0,41	6,56
%	%	Costes directos complementarios	0,02	231	4,62
				Coste total	235,62

TOTAL CAPITULO 3

1299,04

CAPITULO 4 : Cuadros eléctricos

Unidad de obra 18: Cuadro Principal

Código	Unidad	Descripción	Cantidad	P.unitario(€)	P.total(€)
MO1	h	Oficial 1ª Electricidad	1,5	18,54	27,81
MO2	h	Especialista electricidad	1,5	15,83	23,75
MAT44	Ud	Cofret Prisma G IP55+Puerta IP55	1	554,58	554,58
%	%	Costes directos complementarios	0,02	606,14	12,12
				Coste total	618,26

Unidad de obra 19: Cuadro Secundario

Código	Unidad	Descripción	Cantidad	P.unitario(€)	P.total(€)
MO1	h	Oficial 1ª Electricidad	31,5	18,54	584,01
MO2	h	Especialista electricidad	31,5	15,83	498,65
MAT45	Ud	Cuadro Estanco Kaedra 13985	6	141	846
MAT46	Ud	Cuadro Estanco Kaedra 13983	8	108,43	867,44
MAT47	Ud	Cuadro Estanco Kaedra 13982	5	88,4	442
MAT48	Ud	Cuadro Estanco Kaedra 13986	1	218,84	218,84
MAT49	Ud	Cuadro Estanco Kaedra 13981	1	63,59	63,59

%	%	Costes directos complementarios	0,02	3520,53	70,41
				Coste total	3590,94
TOTAL CAPITULO 4					4209,2

CAPITULO 5 : Iluminación

Unidad de obra 20: Iluminación zona fábrica					
Código	Unidad	Descripción	Cantidad	P.unitario(€)	P.total(€)
MO1	h	Oficial 1ª Electricidad	29,5	18,54	546,93
MO2	h	Especialista electricidad	29,5	15,83	466,99
MAT50	Ud	Phillips Cabana BY150P-HPI-P 250W+equipo aux	34	545	18530
MAT51	Ud	Phillips Cabana BY150P-HPI-P 250W	25	311	7775
%	%	Costes directos complementarios	0,02	27318,92	546,38
				Coste total	27865,29

Unidad de obra 21: Iluminación exterior					
Código	Unidad	Descripción	Cantidad	P.unitario(€)	P.total(€)
MO1	h	Oficial 1ª Electricidad	16	18,54	296,64
MO5	h	Oficial 1ª Construcción	16	17,63	282,08
MO6	h	Peón Ordinario construcción	16	14,73	235,68
MAT52	Ud	Philips Selenium SGP340 FG 1xSON-TPP150W	16	269	4304
%	%	Costes directos complementarios	0,02	5118,4	102,37
				Coste total	5220,77

Unidad de obra 22: Iluminación de oficinas					
Código	Unidad	Descripción	Cantidad	P.unitario(€)	P.total(€)
MO1	h	Oficial 1ª Electricidad	39,6	18,54	734,18
MAT53	Ud	Philips EFix TPS262 2x49W	15	117	1755
MAT54	Ud	Philips EFix TPS262 1x28W	4	89	356
MAT55	Ud	Philips Fugato 26W	23	129	2967
MAT56	Ud	Legrand C3	24	103,89	2493,36
%	%	Costes directos complementarios	0,02	8305,54	166,11
				Coste total	8471,65

TOTAL CAPITULO 5	41557,71
------------------	----------

CAPITULO 6 : Dispositivos de protección frente sobreintensidades

Unidad de obra 23: PIA magnetotérmico bipolar

Código	Unidad	Descripción	Cantidad	P.unitario(€)	P.total(€)
MO1	h	Oficial 1ª Electricidad	13,94	18,54	258,45
MAT57	Ud	Mag iK60N 2P 10A curva C	15	29,12	436,8
MAT58	Ud	Mag iK60N 2P 6A curva C	19	60,2	1143,8
MAT59	Ud	Mag iK60N 2P 20A curva C	1	30,56	30,56
MAT60	Ud	Mag iK60N 2P 16A curva C	2	29,6	59,2
MAT61	Ud	Mag iC60H 2P 6A curva C	1	84,38	84,38
MAT62	Ud	Mag iC60H 2P 10A curva C	3	77,2	231,6
%	%	Costes directos complementarios	0,02	2244,79	44,9
				Coste total	2289,68

Unidad de obra 24: PIA magnetotérmico tetrapolar

Código	Unidad	Descripción	Cantidad	P.unitario(€)	P.total(€)
MO1	h	Oficial 1ª Electricidad	24,48	18,54	453,86
MAT63	Ud	Mag C120N 4P 80A curva C	2	465,96	931,92
MAT64	Ud	Mag C120N 4P 125A curva C	1	516,13	516,13
MAT65	Ud	Mag C120H 4P 80A curva C	7	512,59	3588,13
MAT66	Ud	Mag C120H 4P 100A curva C	2	529,97	1059,94
MAT67	Ud	Mag C120H 4P 125A curva C	1	541,08	541,08
MAT68	Ud	Mag C120H 4P 63A curva C	1	411,11	411,11
MAT69	Ud	Mag iC60L 4P 10A curva C	5	361,08	1805,4
MAT70	Ud	Mag iC60L 4P 40A curva C	3	437,23	1311,69
MAT71	Ud	Mag iC60L 4P 16A curva C	3	368,31	1104,93
MAT72	Ud	Mag iC60L 4P 4A curva C	2	457,39	914,78
MAT73	Ud	Mag iC60L 4P 1A curva C	1	457,39	457,39
MAT74	Ud	Mag iC60L 4P 20A curva C	2	378,95	757,9
MAT75	Ud	Mag iC60L 4P 32A curva C	2	424,69	849,38
MAT76	Ud	Mag iC60N 4P 10A curva C	10	137,84	1378,4
MAT77	Ud	Mag iC60N 4P 25A curva C	4	148,7	594,8
MAT78	Ud	Mag iC60N 4P 40A curva C	3	184,01	552,03
MAT79	Ud	Mag iC60N 4P 20A curva C	2	143,38	286,76

MAT80	Ud	Mag iC60N 4P 1A curva C	1	204,13	204,13
MAT81	Ud	Mag iC60N 4P 3A curva C	3	204,13	612,39
MAT82	Ud	Mag iC60N 4P 2A curva C	2	204,13	408,26
MAT83	Ud	Mag iC60N 4P 6A curva C	2	142,58	285,16
MAT84	Ud	Mag iC60N 4P 32A curva C	1	155,07	155,07
MAT85	Ud	Mag iC60H 4P 32A curva C	1	180,66	180,66
MAT86	Ud	Mag iC60H 4P 20A curva C	2	167,19	334,38
MAT87	Ud	Mag iC60H 4P 63A curva C	2	315,94	631,88
MAT88	Ud	Mag iC60H 4P 50A curva C	1	290,72	290,72
MAT89	Ud	Mag iC60H 4P 25A curva C	4	170,34	681,36
MAT90	Ud	Mag iC60H 4P 10A curva C	1	159,3	159,3
MAT91	Ud	Mag iC60H 4P 6A curva C	1	170,34	170,34
%	%	Costes directos complementarios	0,02	21629,28	432,59
				Coste total	22061,86

Unidad de obra 25: Interruptor automático caja moldeada

Código	Unidad	Descripción	Cantidad	P.unitario(€)	P.total(€)
MO1	h	Oficial 1ª Electricidad	2,68	18,54	49,69
MAT92	Ud	IA EasyPact CVS160B TM160D 4P 4d	3	863,98	2591,94
MAT93	Ud	Compact NS1000, tipo N Micrologic 2.0	1	9.549,28	9549,28
%	%	Costes directos complementarios	0,02	12190,91	243,82
				Coste total	12434,73

TOTAL CAPITULO 6

36786,27

CAPITULO 7 : Dispositivos de protección frente contactos indirectos

Unidad de obra 26: Interruptores diferenciales

Código	Unidad	Descripción	Cantidad	P.unitario(€)	P.total(€)
MO1	h	Oficial 1ª Electricidad	17,82	18,54	330,38
MAT94	Ud	Int dif iD B 4P 300mA 80A	2	3.487,20	6974,4
MAT95	Ud	Int dif iD B 4P 300mA 25A	3	1.790,33	5370,99
MAT96	Ud	Int dif iID A 4P 300mA 40A	13	412,26	5359,38
MAT97	Ud	Int dif iID A 4P 300mA 63A	3	557	1671
MAT98	Ud	Int dif iID A"si" 4P 300mA 100A	4	805,45	3221,8

MAT99	Ud	Int dif IID A "si" 2P 30mA 25A	3	291,36	874,08
MAT100	Ud	Int dif IID A 2P 30mA 25A	24	276,3	6631,2
MAT101	Ud	Int dif IID A 4P 30mA 40A	2	484,94	969,88
%	%	Costes directos complementarios	0,02	31403,11	628,06
				Coste total	32031,18
TOTAL CAPITULO 7					32031,18

CAPITULO 8 : Dispositivos de seccionamiento

Unidad de obra 27: Interruptores en carga

Código	Unidad	Descripción	Cantidad	P.unitario(€)	P.total(€)
MO1	h	Oficial 1ª Electricidad	0,66	18,54	12,24
MAT102	Ud	Compact INS40 40A 4P	2	88,64	177,28
%	%	Costes directos complementarios	0,02	189,52	3,79
				Coste total	193,31
TOTAL CAPITULO 8					193,31

CAPITULO 9 : Ingeniería

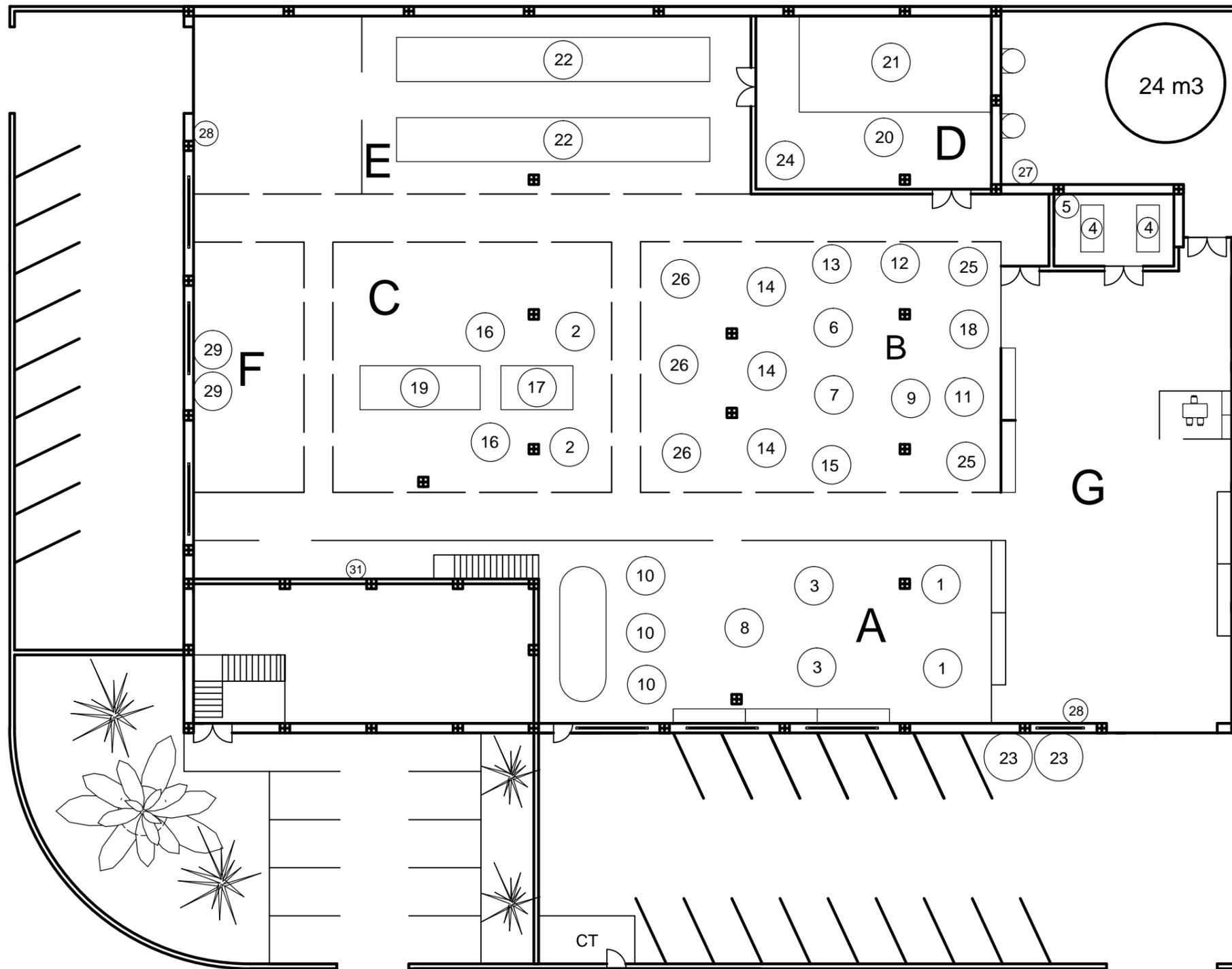
Unidad de obra 28: Trabajo del Ingeniero

Código	Unidad	Descripción	Cantidad	P.unitario(€)	P.total(€)
MO8	h	Ingeniero en prácticas	300	16	4800
%	%	Costes directos complementarios	0,02	4800	96
				Coste total	4896
TOTAL CAPITULO 9					4896

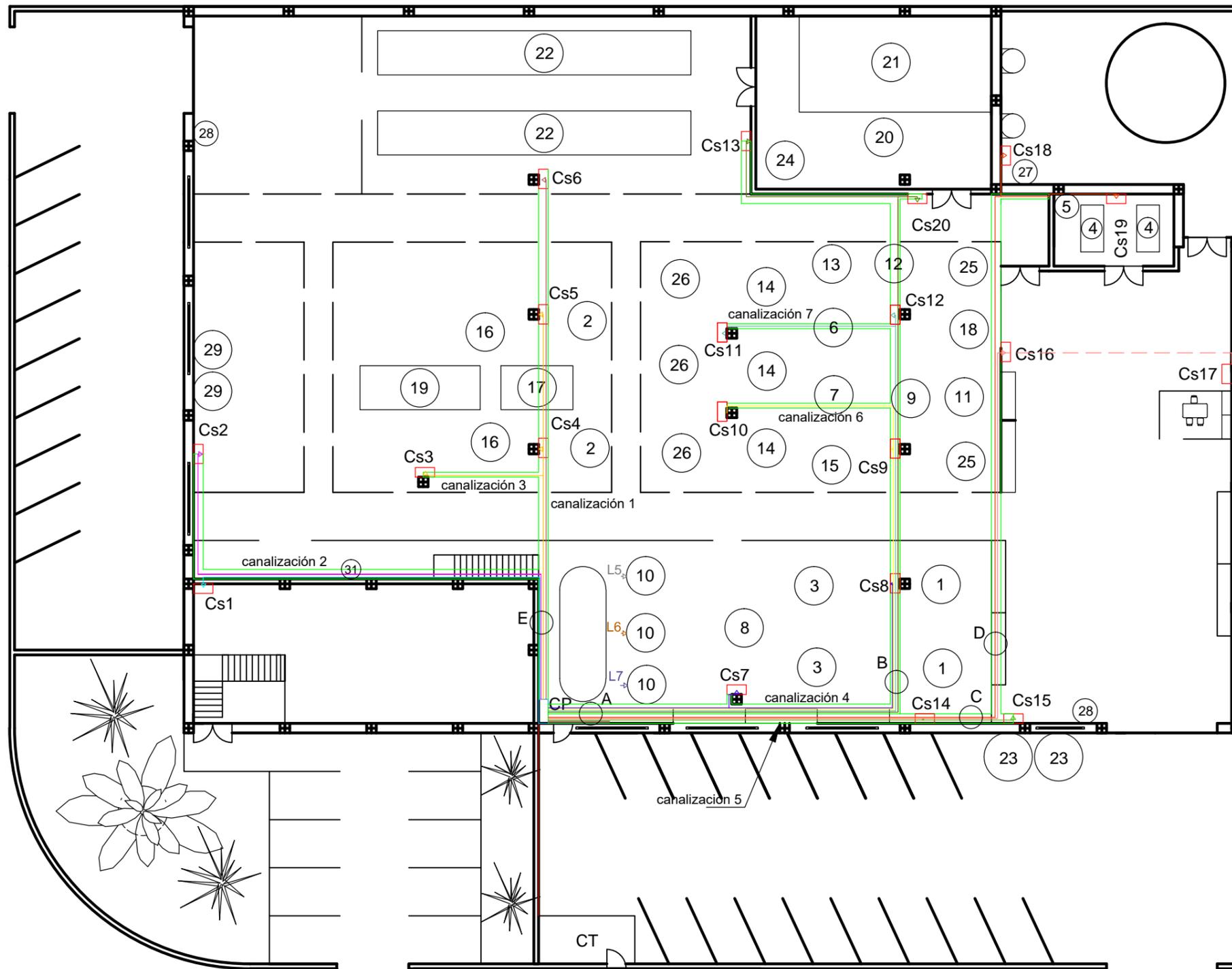
Presupuesto ejecución material	170.017,76 €
Gastos generales (13%)	22.102,31 €
Beneficio industrial (6%)	1.326,14 €
Presupuesto ejecución por contrata	193.446,21 €
21% IVA	40.623,70 €
Presupuesto Base licitación	234.069,91 €

Asciende el presupuesto a la cantidad de DOSCIENTOS TREINTA Y CUATRO MIL SESENTAN Y NUEVE EUROS CON NOVENTA Y UN CENTIMOS

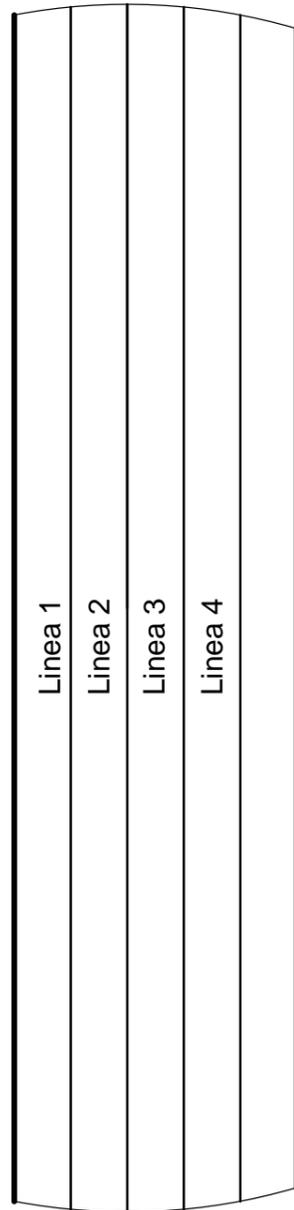
PLANOS



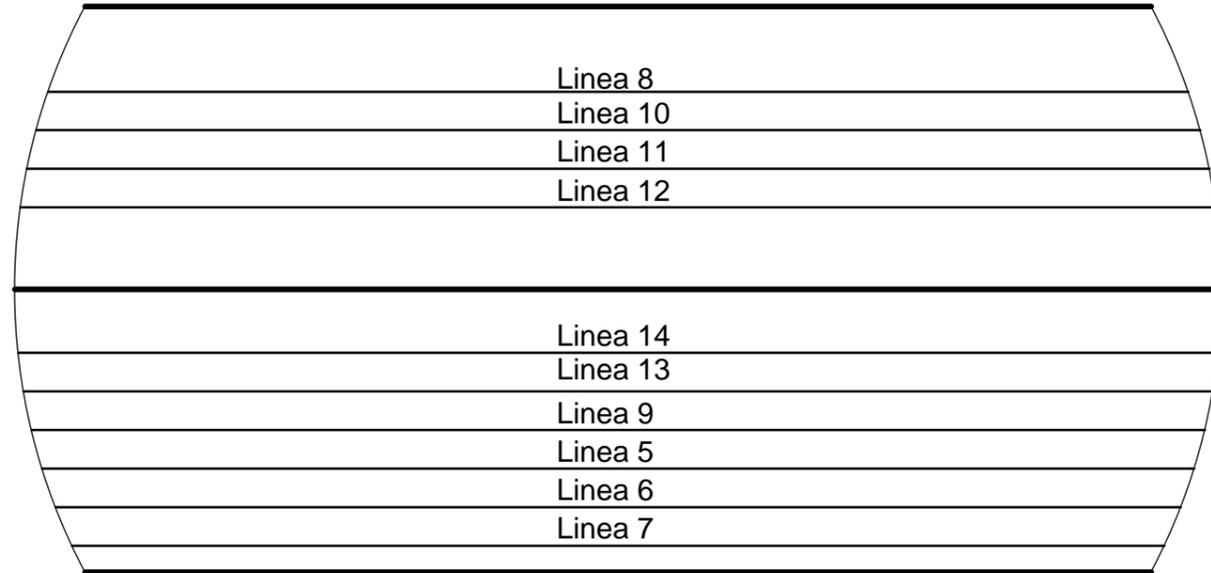
A	Corte
B	Preparación
C	Montaje
D	Barniz
E	Acabado y expedición
F	Taller
G	Almacen



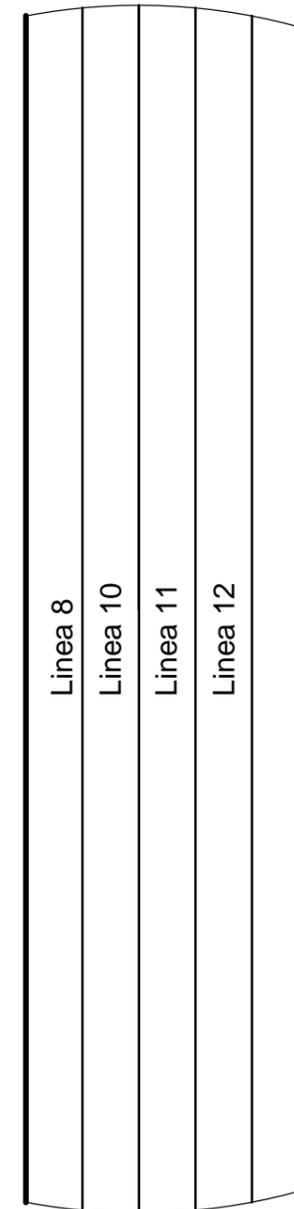
E



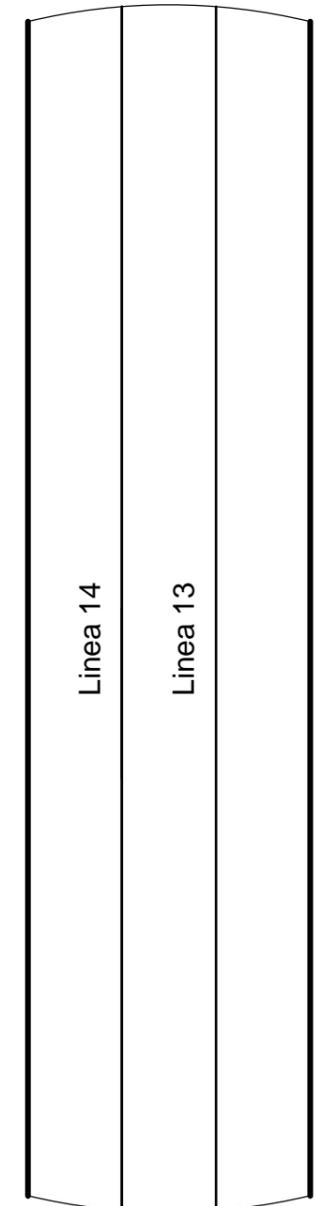
A



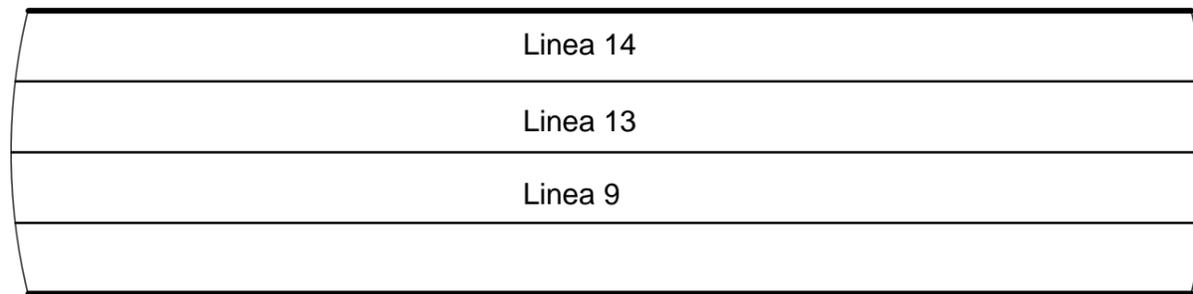
B

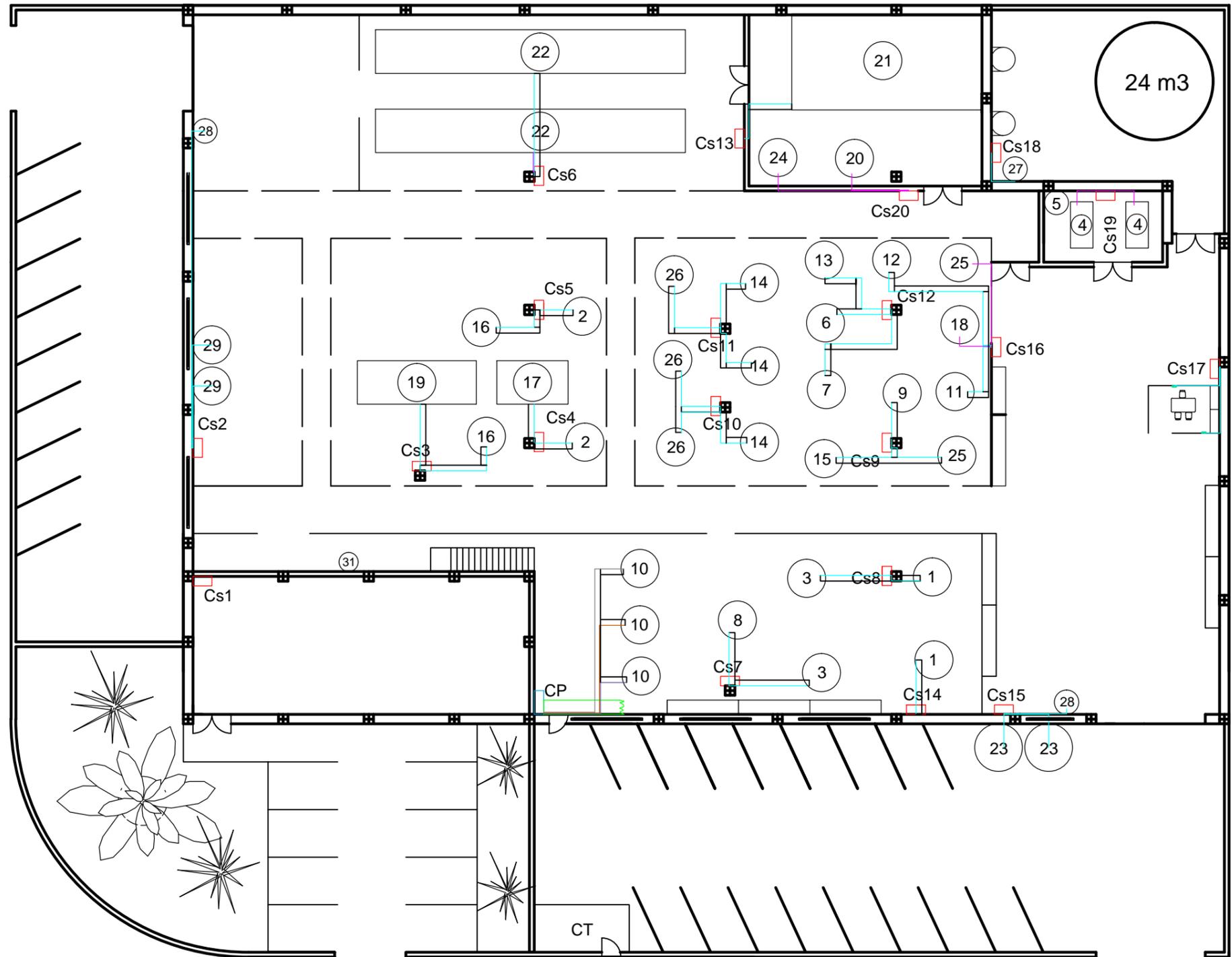


D

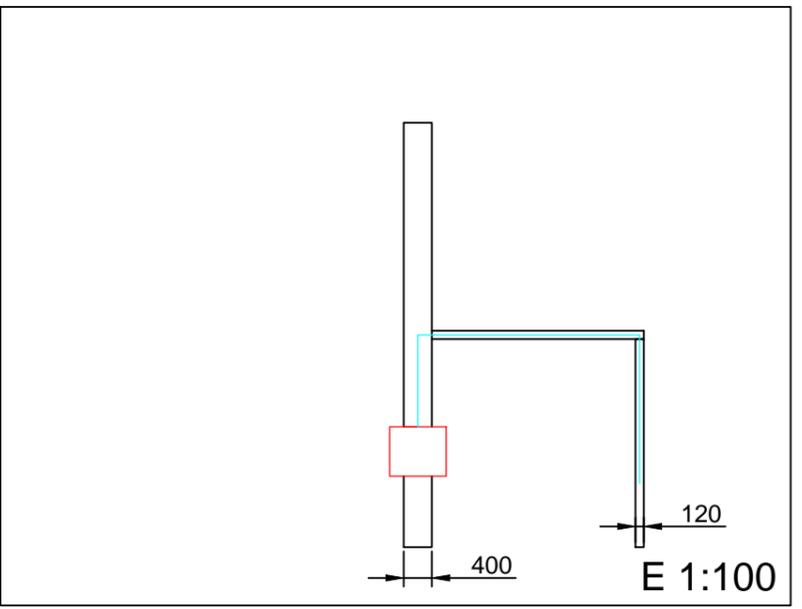


C



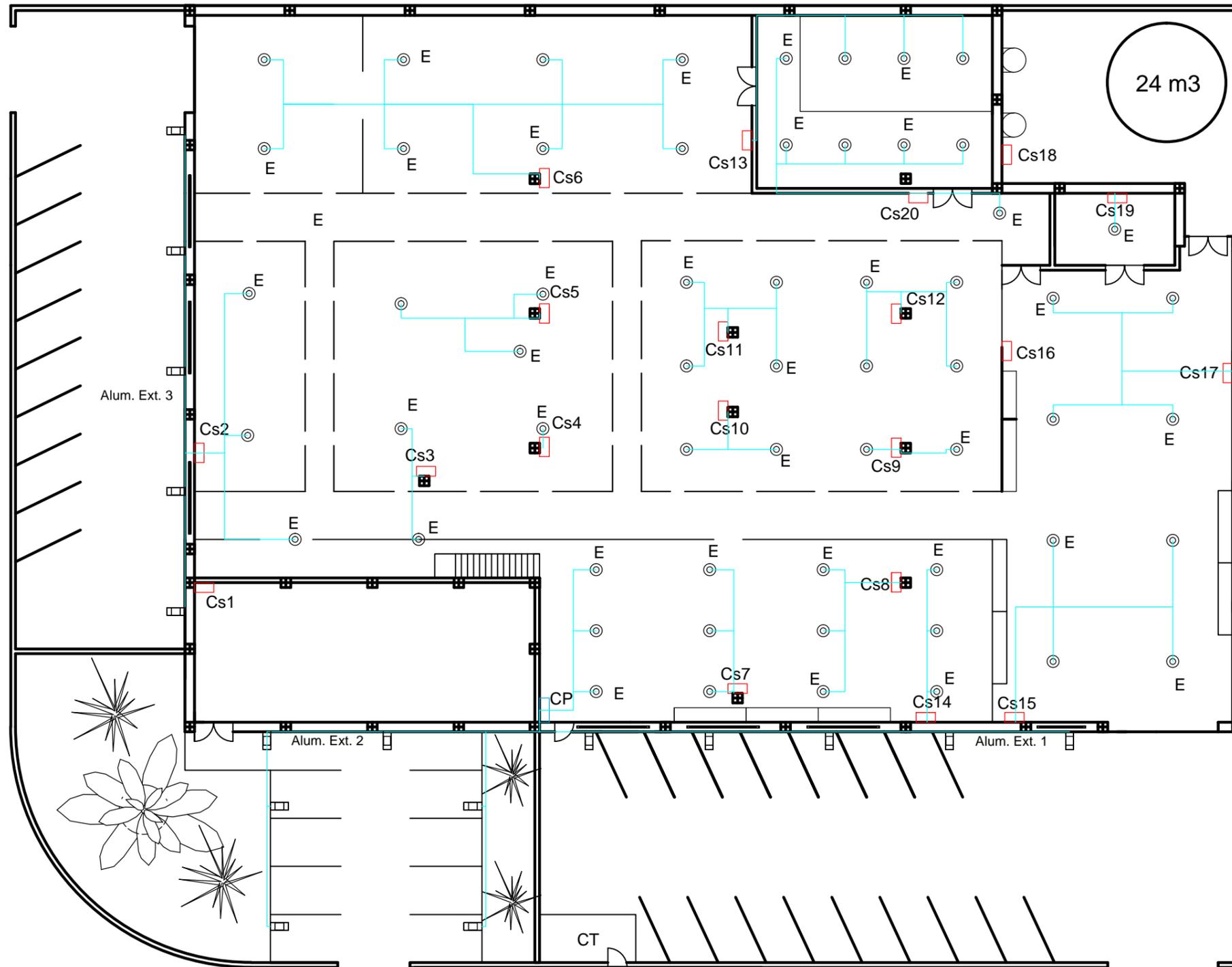


Uso de perfiles IPE 240 para llevar las líneas hasta las máquinas

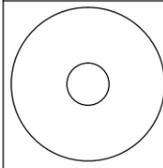
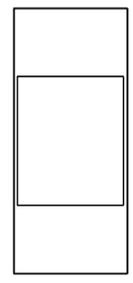


	Línea Cs-máquinas por perfil o pared
	Línea por suelo con cable armado

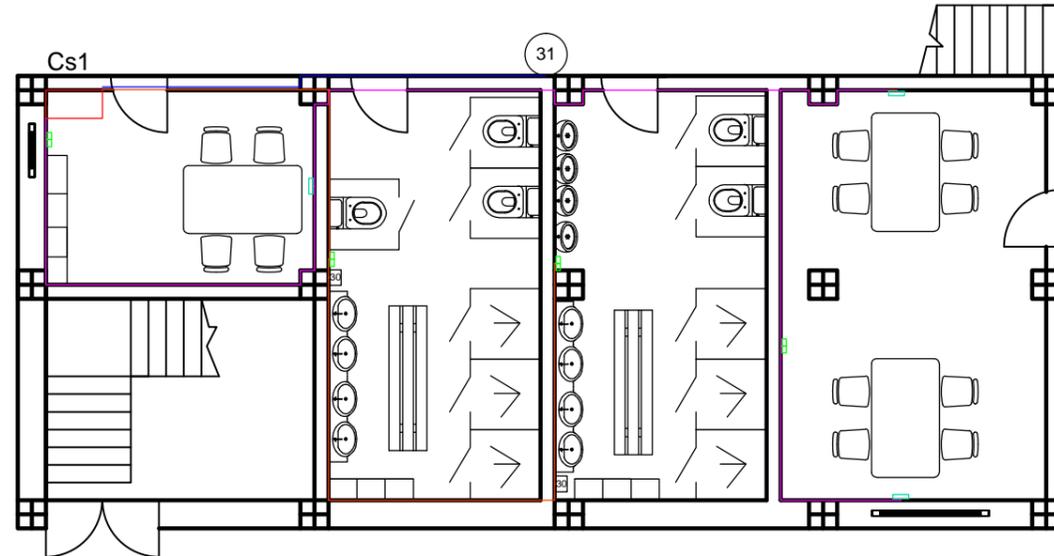
LEYENDA SIMBOLOS ELÉCTRICOS		
Símbolo	Equivalencia	Descripción
 E 1:10	 E 1:10	Caja conexión, 4 tomas electricidad y dos de datos. El simbolo se indica visto desde arriba



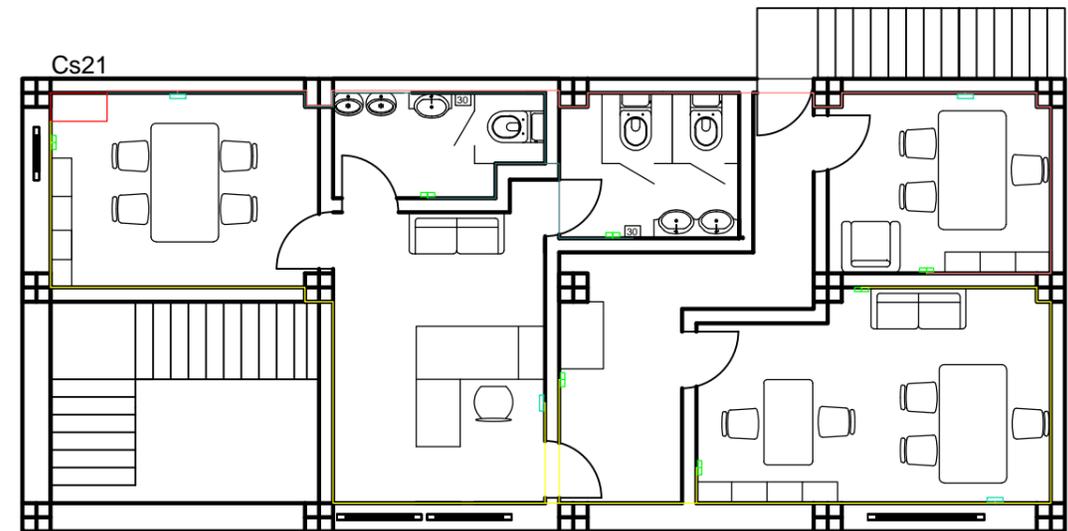
LEYENDA

Símbolo	Descripción	Potencia
 E 1:20	Luminaria Philips Cabana 2 BY150P-HPI-P	274W
 E 1:20	Luminaria Philips Selenium SGP340 FG 1xSON-TPP150W	169W
E	La luminaria incluye equipo de emergencia	-

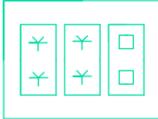
PLANTA BAJA



PRIMERA PLANTA

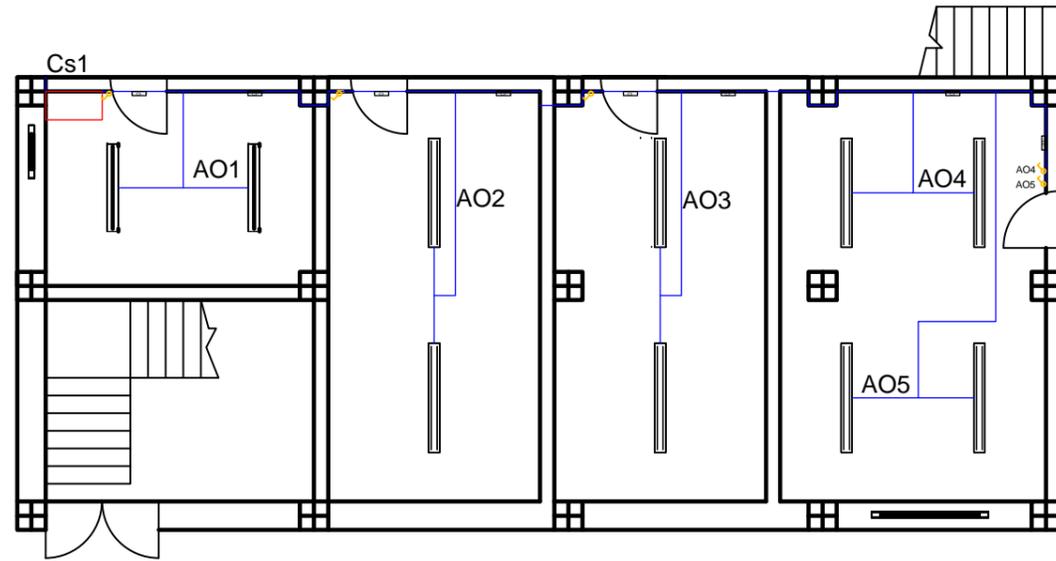


LEYENDA SIMBOLOS ELÉCTRICOS

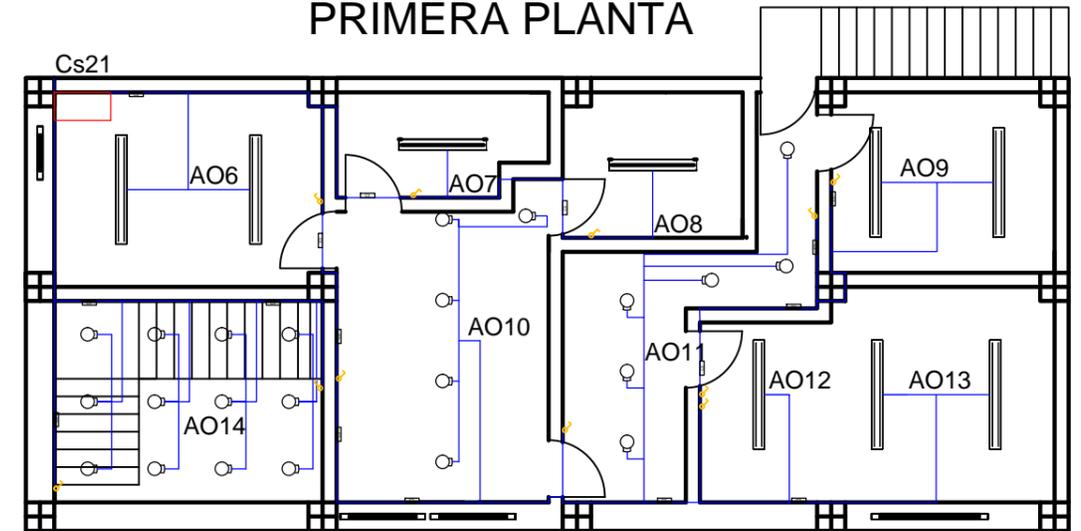
Símbolo	Equivalencia	Descripción
 E 1:10	 E 1:10	Caja conexión, 4 tomas electricidad y dos de datos. El simbolo se indica visto desde arriba
 E 1:10	 E 1:10	Conjunto de dos tomas de electricidad. En el plano se indica en una medida que no corresponde con la escala para su mejor visualización.

	Línea oficinas 1
	Línea oficinas 2
	Línea oficinas 3
	Línea oficinas 4
	Línea oficinas 5
	Línea oficinas 6

PLANTA BAJA



PRIMERA PLANTA

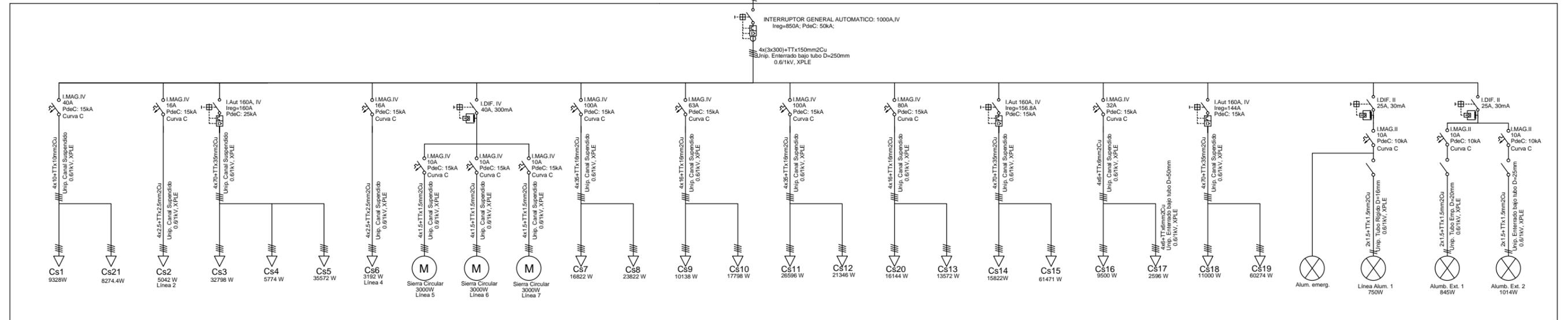


LEYENDA

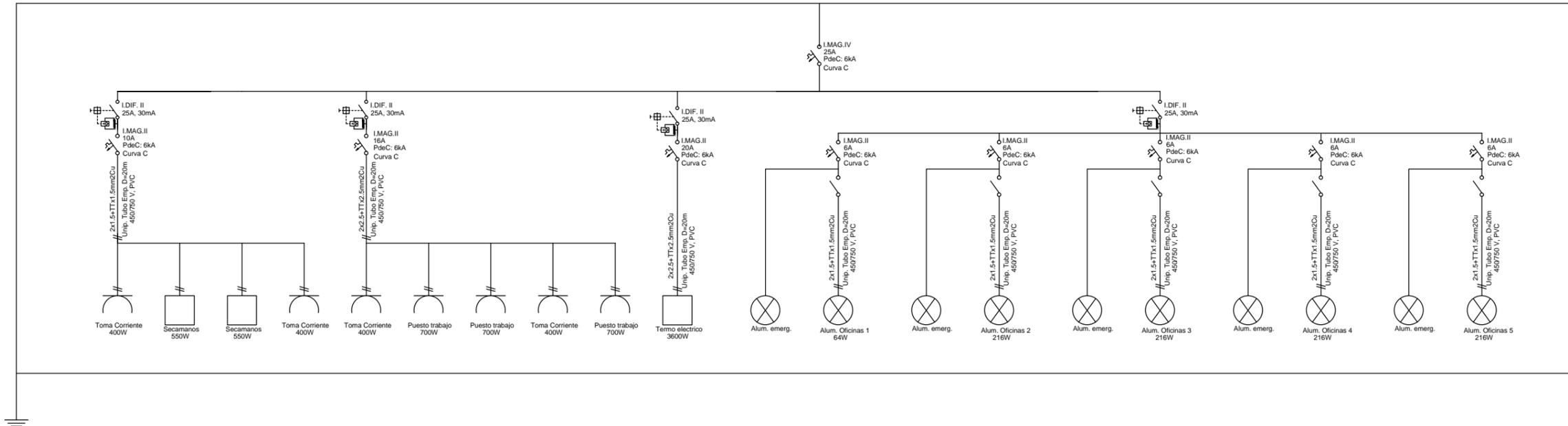
Símbolo	Descripción	Potencia
	Philips EFix TPS262 2x49W	108W
	Philips EFix TPS262 1x28W	32W
	Philips Fugato 26W	32.8W
	Legrand C3	-

	Línea de iluminación
	Interruptor de luz

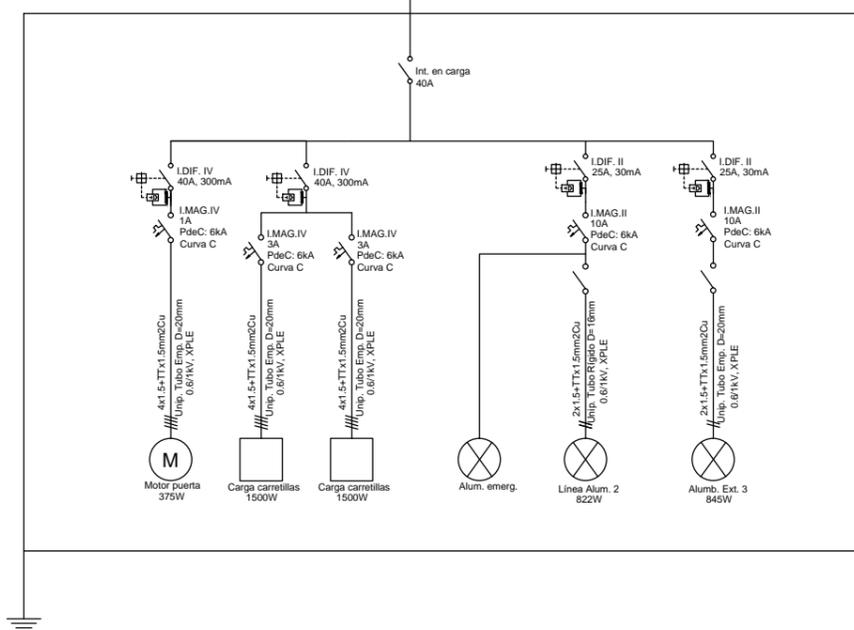
Cuadro Principal



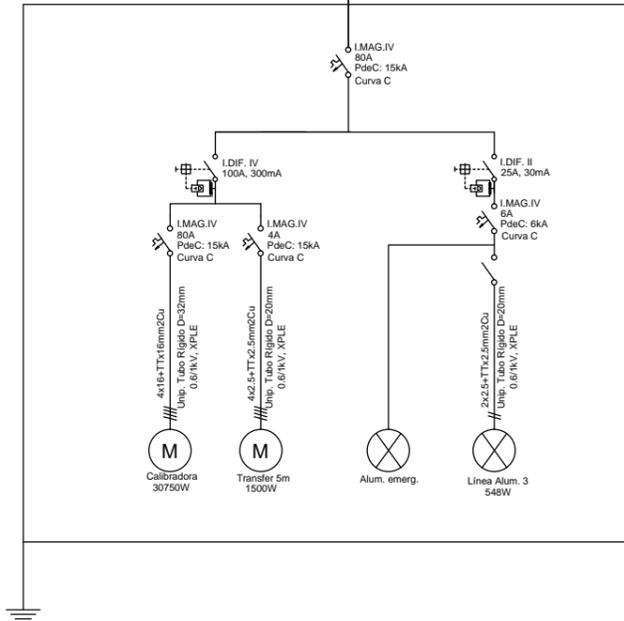
Cuadro Secundario 1



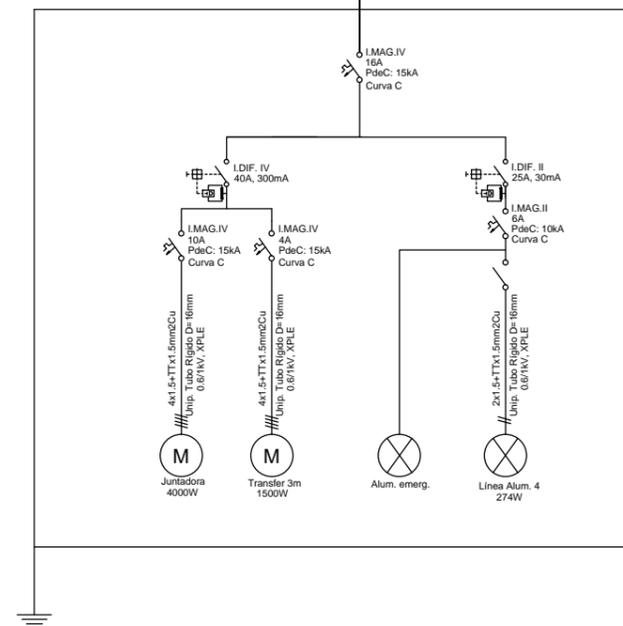
Cuadro Secundario 2



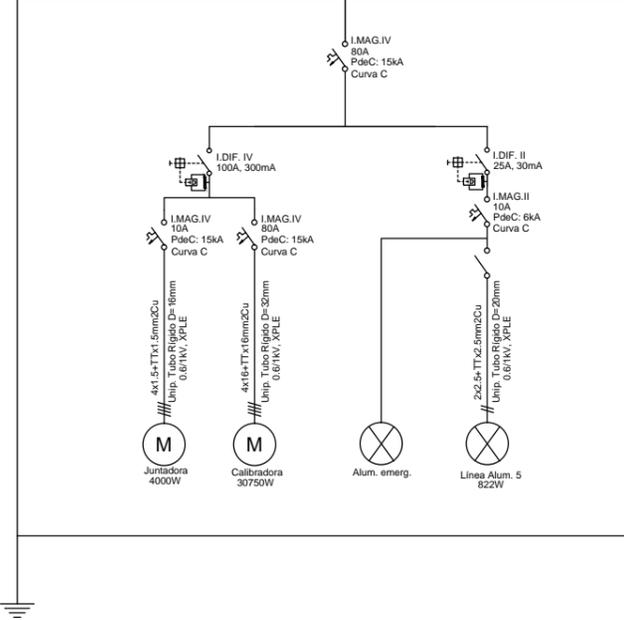
Cuadro Secundario 3



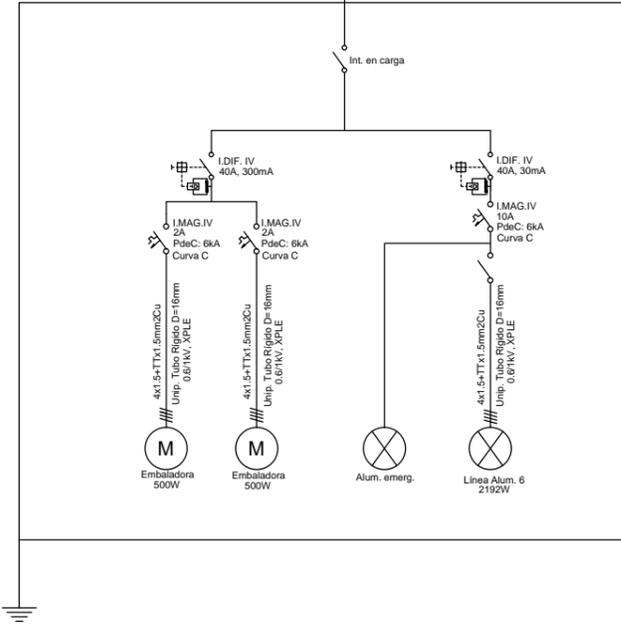
Cuadro Secundario 4



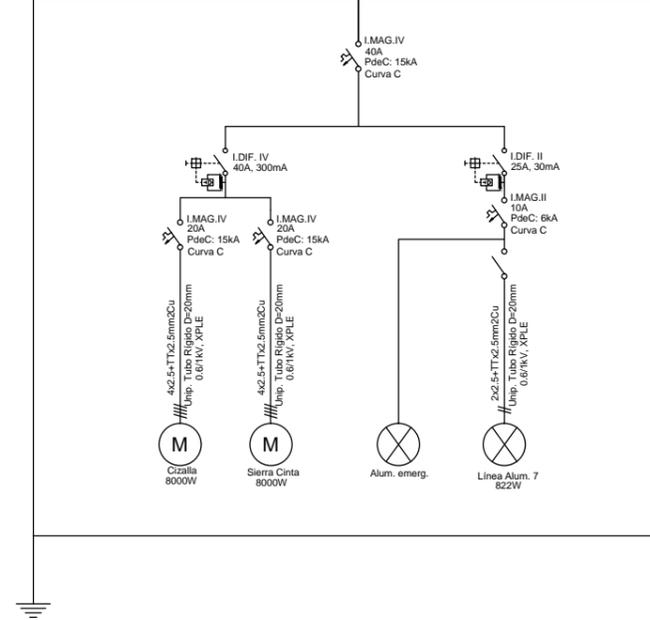
Cuadro Secundario 5



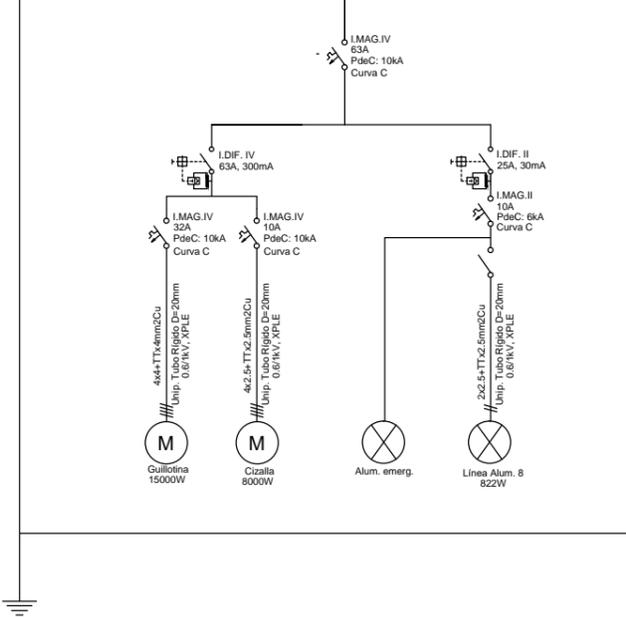
Cuadro Secundario 6



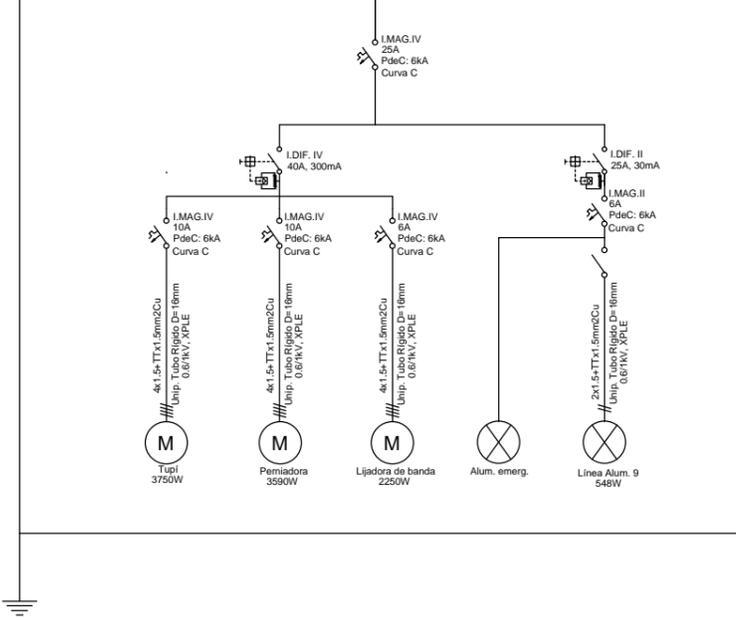
Cuadro Secundario 7



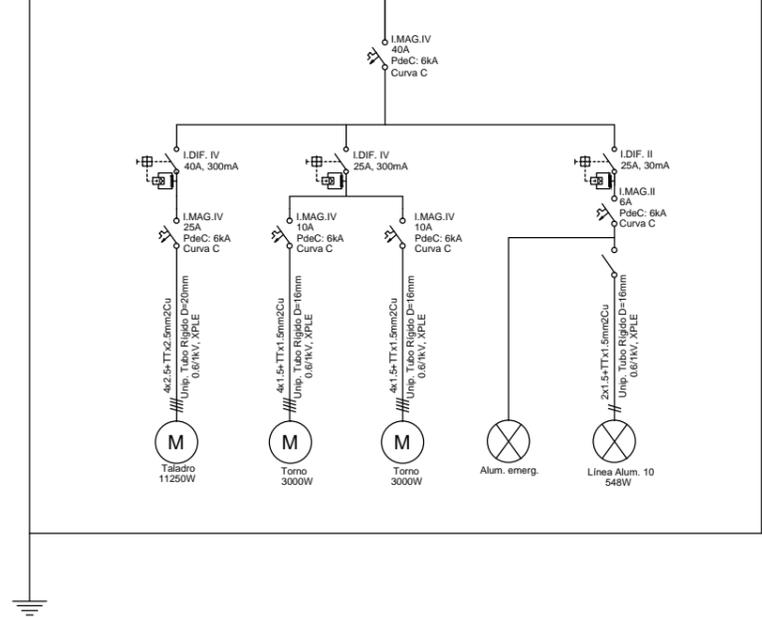
Cuadro Secundario 8



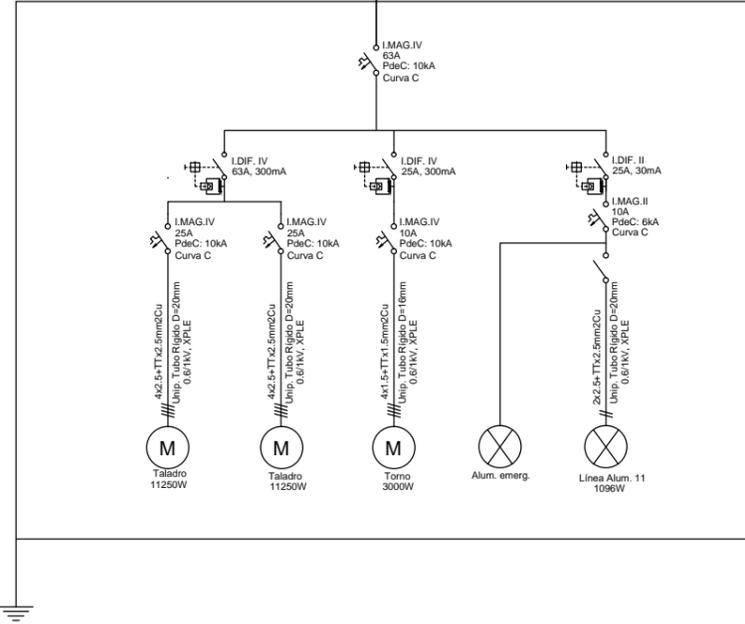
Cuadro Secundario 9



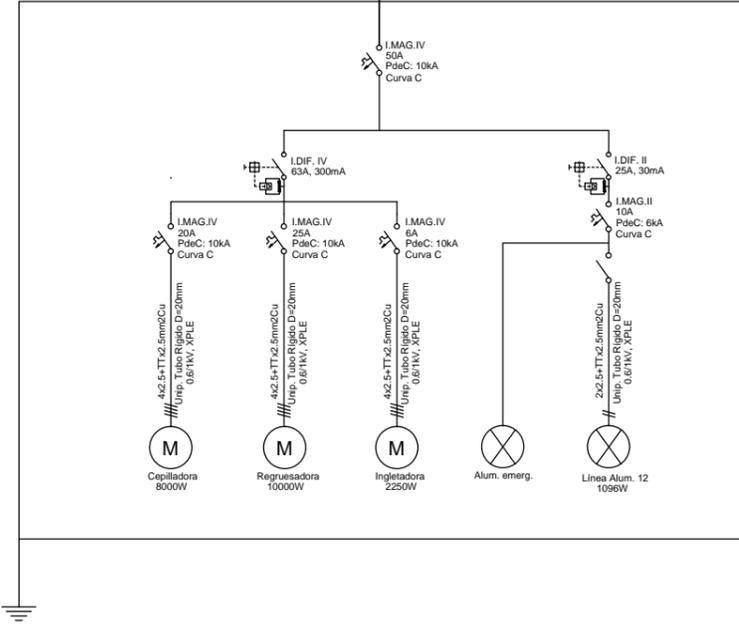
Cuadro Secundario 10



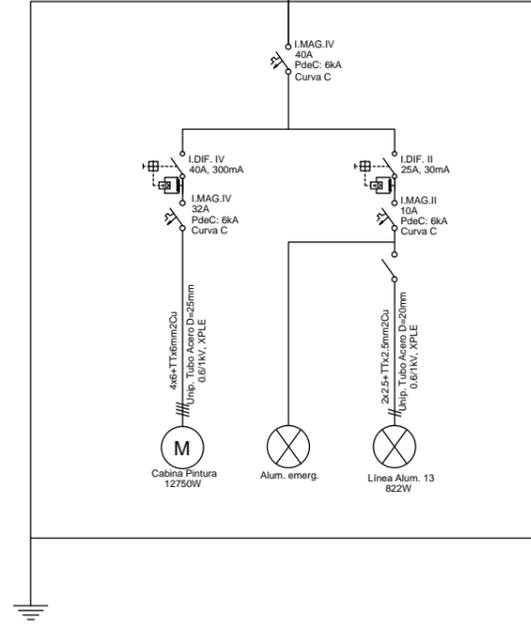
Cuadro Secundario 11



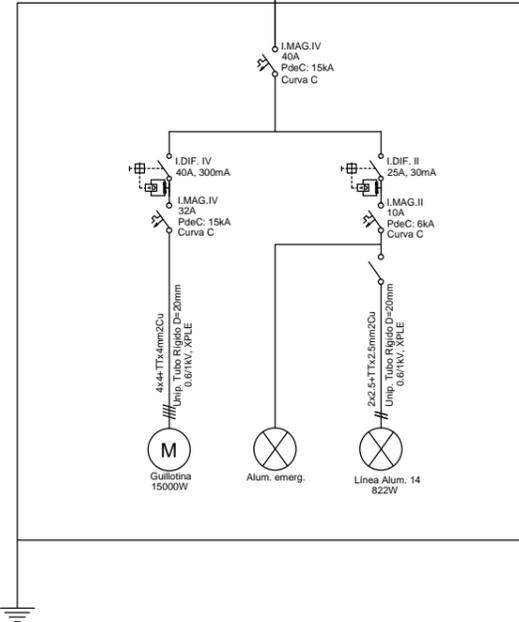
Cuadro Secundario 12



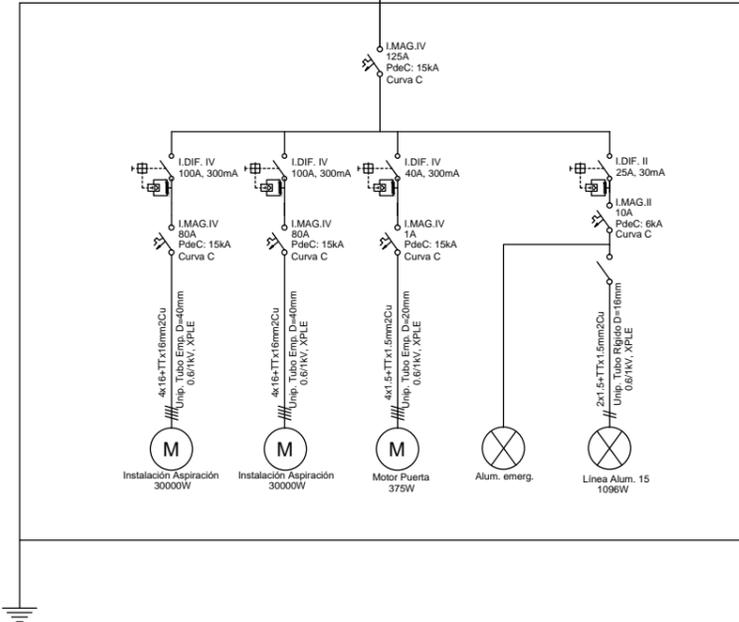
Cuadro Secundario 13



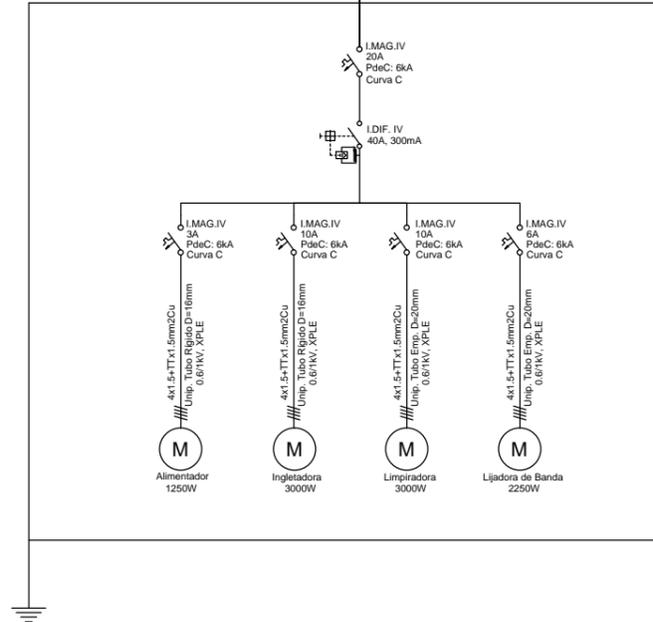
Cuadro Secundario 14



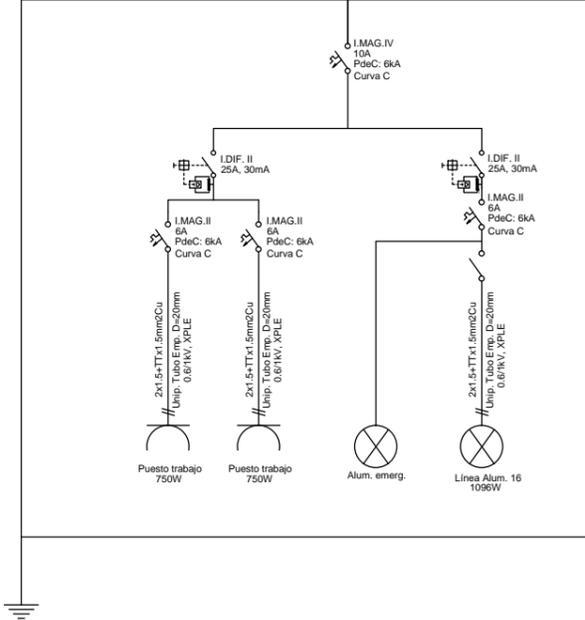
Cuadro Secundario 15



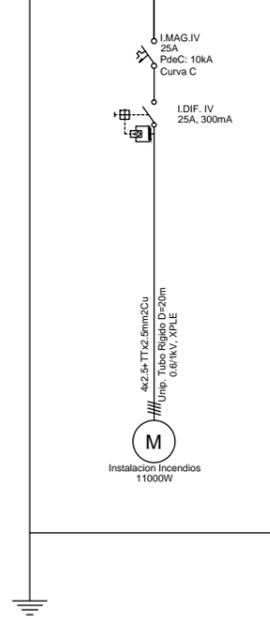
Cuadro Secundario 16



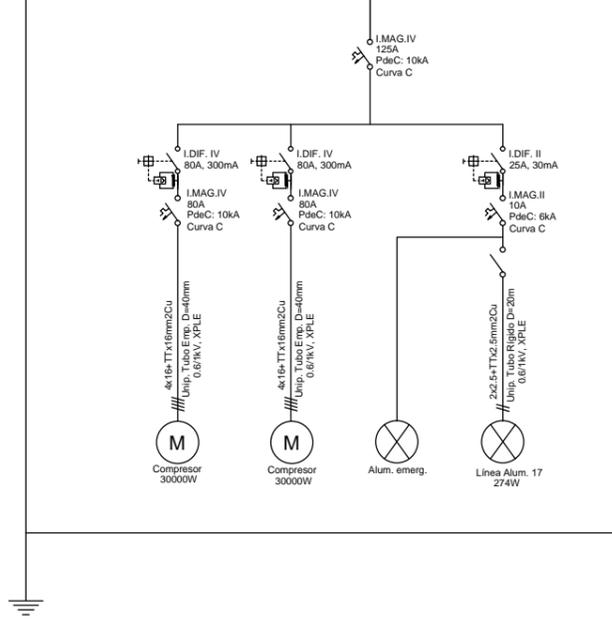
Cuadro Secundario 17



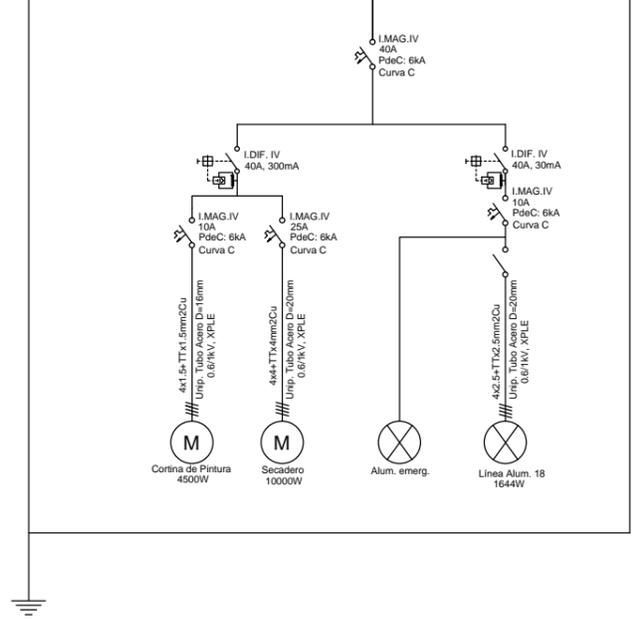
Cuadro Secundario 18



Cuadro Secundario 19



Cuadro Secundario 20



Cuadro Secundario 21

